ISSN 1606-612X

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR **L**EBENSMITTEL-
VETERINÄR- UND **A**GRARWESEN

„Landwirtschaft in der Zukunft – alles digital ”

Tagungsbericht 2021

BERICHT

ALVA – Jahrestagung 2021

„Landwirtschaft in der Zukunft – alles digital ”

4. - 5. Oktober 2021

Tagungsort

LFZ Franzisco Josephineum,

Schloß Weinzierl 1

3250 Wieselburg-Land

Tel: +43 7416 52437 0

Fax: +43 7416 52437-49

www.josephineum.at

Impressum

Herausgeber
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel, Veterinär- und Agrarwesen
Präsident
Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan
Für den Inhalt verantwortlich
Die Autorinnen und Autoren
Zusammengestellt von
Mag. Astrid Plenk

ISSN 1606-612X

VORWORT

Das Tagungsmotto der 75. ALVA-Tagung lautet „Landwirtschaft in der Zukunft – alles digital“. Ja, die Zukunft der Landwirtschaft ist digital. Sie hat eigentlich schon begonnen: Roboter melken Kühe, Drohnen kartieren Felder und Sensoren messen den Nährstoffgehalt der Böden sowie Vitaldaten von Tieren. Wie überall geht es hierbei in erster Linie um mehr Effizienz und die Optimierung der Betriebe. Vor allem bei jüngeren Landwirten wird großer Wert auf eine Digitalkompetenz gelegt, um ihre Betriebe möglichst effizient zu bewirtschaften. Precision Farming führt zu einer viel gezielteren Aussaat, Düngung und Bewässerung auf den Feldern und autonom fahrende Erntemaschinen sind auch keine Zukunftsmusik mehr.

Digitalisierung erbringt eine höhere Produktionseffizienz sowie eine körperliche Entlastung der Landwirte. Digitale Techniken helfen, Dünger, Pflanzenschutzmittel und andere Ressourcen einzusparen. Es kommen aber auch große Herausforderungen auf die Landwirte zu. An erster Stelle stehen hier die mit der Digitalisierung verbundenen Investitionskosten.

Inwieweit aber eine enge Vernetzung mit den vor- und nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette für die Landwirte vorteilhaft ist, muss sich noch zeigen. Es ist aber davon auszugehen, dass dies mittelfristig Voraussetzung für den Marktzugang wird.

Bei „Spot Farming“ werden alle verfügbaren Daten genutzt, um Pflanzen auf optimierte Weise den Umweltbedingungen zuzuordnen, um die Ressourcennutzung auf höchste Effizienz zu bringen und dadurch die Ziele einer nachhaltigen Intensivierung der Pflanzenproduktion zu erreichen. Dies ist jedoch mit den heutigen Maschinen aufgrund viel kleiner Feldgrößen und größerer Pflanzenvielfalt nicht realisierbar. Eine Einzelpflanzenbehandlung, bedeutet auch noch viel mehr Präzision als wir heute vorfinden.

Die anderen Themen kommen aber nicht zu kurz. So werden auch folgende Themen in eigenen Sektionen behandelt: Sickerwassermonitoring im Marchfeld, Schwammstadt für Stadtbäume, Beikrautregulierung, Forstschädlinge, Futtermittel und Tierernährung, Schadorganismen im Obst- und Weinbau, Gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe der Aronia, Analytik bei Heu- und Silomilch, Genetische Fingerprints bei alten Apfelsorten, Isotopenanalytik, Bodenbewirtschaftung, TeaTime4App, das Soilbook, Nutzhanf in der Praxis, Schadorganismen in Nutzhanf, Bioanbau von Obst, Obstverarbeitung, Kellerwirtschaft und Weinqualität, Aromastoffe im Klimawandel, Schadorganismen im Ackerbau, Schadorganismen im Gartenbau, Sensorische Methoden bei Lebensmitteln, Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln, Wintergemüse, Wurzelatlas, Prinzip Market Garden, Pflanzenzüchtung und Ökologie.

Abschließend ein herzliches Dankeschön an die Mitglieder des Vorstandes der ALVA, den vielen helfenden Händen für die organisatorische Arbeit, vor allem wegen der Herausforderungen einer zweimaligen Verschiebung der Tagung, den Autorinnen und Autoren der Beiträge sowie den Sponsoren der Tagung.

Univ.-Doz. Dr. phil. Gerhard Bedlan
Präsident der ALVA

Inhaltsverzeichnis

ALVA-FORSCHUNGSPREIS

DER NACHWEIS UND METABOLISMUS VON ALTERNARIA MYKOTOXINEN

Hannes Puntscher, Doris Marko & Benedikt Warth 17

VERTRÄGLICHKEIT VON WEIZEN – WAS SIND DIE EINFLUSSFAKTOREN UND WIE KANN SIE VERBESSERT WERDEN?

Lisa Call, Stefano D'Amico, Heinrich Grausgruber, Elisabeth Reiter & Regine Schönlechner 21

ALVA-FÖRDERPREIS

ENTWICKLUNG VON BROT MIT *CANNABIS SATIVA* ALS ZUSÄTZLICHE PROTEINQUELLE

Kathrin Gruber& Katrin Bach 26

ENTWICKLUNG EINER UHPLC-METHODE ZUR BESTIMMUNG VON FURANEN IN KAFFEEBOHNEN

Franz Karpf, Anatol Schmidt & Helmut K. Mayer 29

PLENARVORTRÄGE

DIGITALISIERUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT – DIE LÖSUNG ALLER PROBLEME?

Heinrich Prankl 33

RAHMENBEDINGUNGEN UND PERSPEKTIVEN IM ZUKÜNFTIGEN PFLANZENSCHUTZ

Jens Karl Wegener 38

LANDWIRTSCHAFT 4.0 - CHANCE ODER BEDROHUNG FÜR DIE LANDWIRTE?

Christian Linke 47

VORTRÄGE

SICKERWASSER-MONITORING IM MARCHFELD: BEGLEITENDE N_{MIN}-MESSUNGEN ZUR REDUKTION DER DÜNGEMENGEN UND DEREN AUSWIRKUNG AUF ERTRAG UND QUALITÄT

Alexander Eder, Andreas Scheidl & Andrea Schmid 54

IDENTIFIKATION VON „HOT-SPOTS" FÜR EROSIONSMINDERNDE MAßNAHMEN AUF ACKERFLÄCHEN

Thomas Brunner, Anna Zeiser, Andreas Klik & Peter Strauss 57

DIE SCHWAMMSTADT ALS SUBSTRAT FÜR STADTBÄUME

Anna Zeiser, Thomas Weninger, Erwin Murer, Stefan Schmidt, Rainer Weisgram & Peter Strauss 60

ERGOSTEROL EXTRAKTION ZUR QUANTIFIZIERUNG DER PILZLICHEN BIOMASSE IN ZWEI UNTERSCHIEDLICHEN BÖDEN - EIN METHODENVERGLEICH

Orracha Sae-Tun, Rizki Maftukhah, Astrid Hobel, Elisabeth Kopecky, Christoph Noller, Vivian I. Remlinger, Victoria Meyer-Laker, Anders C. T. Sørensen, Dunja Sustic, Sebastian I. Socianu, Luca G. Bernardini, Axel Mentler & Katharina M. Keiblinger 63

CHARAKTERISIERUNG VON PHOSPHORRECYCLINGDÜNGERN

Olivier Duboc, Alicia Hernandez-Mora, Walter W. Wenzel & Jakob Santner 66

DÜNGEWIRKSAMKEIT VON KLÄRSCHLAMMASCHE, ROHPHOSPHAT, DICALCIUMPHOSPHAT, KOMPOST UND DEREN MISCHUNGEN FÜR MAIS IM GEFÄßVERSUCH

Manfred Sager, Marion Bonell, Eva Erhart, Dieter Haas, Sarah Scheiblmair, Stefan Wiesinger & Wilfried Hartl 69

ERGEBNISSE DES BODENBEARBEITUNGS- UND BEWÄSSERUNGSVERSUCHES AN DER LFS OBERSIEBENBRUNN

Arno Kastelliz & Reinhard Nolz 73

MÖGLICHKEITEN EINER CHEMISCHEN BEIKRAUTREGULIERUNG UNTER AUSSCHLUSS VON DESMEDIPHAM UND PHENMEDIPHAM

Stefan Geyer 76

MECHANISCHE BEIKRAUTREGULIERUNG IN REIHENKULTUREN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES EROSIONSSCHUTZES (MULCHSAAT) UND DES WASSERHAUSHALTS

Christian Rechberger 79

EIN TEMPERATURBASIERTES MODELL FÜR DIE EMBRYONAL- UND LARVALENTWICKLUNG DER FICHTENGESPINSTBLATTWESPE *CEPHALCIA ABIETIS*

Elisabeth Wedenig & Christa Schafellner 82

PARASITOIDE UND PATHOGENE DES SCHWAMMSPINNERS (*LYMANTRIA DISPAR*) WÄHREND EINER MASSENVERMEHRUNG IN NIEDERÖSTERREICH

Thomas Zankl, Christa Schafellner & Gernot Hoch 85

HEFEN IM FREILAND – BASIS FÜR EINE GUTE WEINQUALITÄT

Karin Mandl, Jasmina Suljic, Karin Silhavy-Richter & Florian Faber 88

FREILANDUNTERSUCHUNGEN ZUR WIRKUNG EINES ORGANISCHEN HANDELSDÜNGERS AUF BASIS VON TROCKENSCHLEMPE, RESTMELASSE, MELASSESCHLEMPE, PNC UND CSL UND VON QUALITÄTSKOMPOST A$^+$ AUF DEN BODEN UND DIE REBEN

Martin Mehofer, Bernhard Schmuckenschlager, Karel Hanak, Norbert Vitovec, Memish Braha, Franz Christiner, Thaci Cazim, Andrzej Gorecki, Ingrid Hofstetter, Christian Bader & Martin Prinz 91

UNTERSUCHUNG DER STABILEN REPRODUZIERBARKEIT DES AMINOSÄUREPROFILS VERSCHIEDENER KOMMERZIELLER HEFEN 2015 – 2017 IM VERGLEICH

Karin Mandl, Jasmina Suljic, Karin Korntheuer, Karin Silhavy-Richter, Martin Prinz & Reinhard Eder 95

GESUNDHEITSRELEVANTE INHALTSSTOFFE DER ARONIA MELANOCARPA IN ÖSTERREICHISCHEN BEEREN UND DIREKTSAFT – EIN VERGLEICH IN BEZUG AUF SORTE, JAHRGANG UND HERKUNFT

Elsa Patzl-Fischerleitner, Silvia Wendelin, Karin Korntheuer, Christian Philipp 98

AUSREIFUNG VON CHASMOTHEZIEN DES ECHTEN REBENMEHLTAUS – EINFLUSS DER WITTERUNG

Markus Redl, Lisa Sitavanc & Siegrid Steinkellner 102

EFFEKTE DER BEWIRTSCHAFTUNGSART UND DES BEGRÜNUNGSMANAGEMENTS AUF RAUBMILBEN UND DEREN NAHRUNG IN ÖSTERREICHISCHEN WEINGÄRTEN

Stefan Möth, Andreas Walzer, Markus Redl, Božana Petrović, Christoph Hoffmann & Silvia Winter 104

AUSWIRKUNGEN VON HITZEWELLEN WÄHREND DER JUVENILEN ENTWICKLUNG AUF EINE RÄUBER-BEUTE BEZIEHUNG

Thomas Tscholl & Andreas Walzer 107

ALTERNATIVE BEIKRAUTREGULIERUNG IM OBST- UND WEINBAU AUF BASIS AUTONOMER TECHNOLOGIEN (ABOW-AT)

Josef Rathbauer & Georg Linsberger 110

AUFTRETEN VON RALSTONIA PSEUDOSOLANACEARUM AN INGWER IN HESSEN

Roswitha Ulrich & René Glenz 113

ERSTE ERHEBUNGEN ZUM VORKOMMEN VON KRANKHEITEN, SCHÄDLINGEN UND UNKRÄUTERN IN NUTZHANF IN ÖSTERREICH

Anna Moyses, Swen Follak, Astrid Plenk & Julia Kauschitz 116

ANFÄLLIGKEIT VON ANFÄLLIGKEIT VON ZUCKERRÜBENSORTEN GEGEN BESCHÄDIGUNGEN

Martina Mayrhofer, Svenja Bomers & Herbert Eigner 119

PFLANZENSCHUTZ-WARNDIENST, PROGNOSEMODELLE UND MONITORINGS FÜR AUSGEWÄHLTE KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE IM ACKER-, GEMÜSE-, OBST- UND WEINBAU SOWIE IN DER IMKEREI, IN ÖSTERREICH

Vitore Shala-Mayrhofer 122

ANALYTISCHE HERAUSFORDERUNGEN BEI DER QUANTIFIZIERUNG WERTBESTIMMENDER INHALTSSTOFFE IN „HEUMILCH" UND „SILOMILCH"

Sabrina P. Van den Oever & Helmut K. Mayer 125

CHARAKTERISIERUNG ALTER APFELSORTEN MITTELS GENETISCHER FINGERPRINTS

Karin Silhavy-Richter, Lothar Wurm & Ferdinand Regner 128

ZUSAMMENHÄNGE POLLENANALYSE UND SPURENELEMENTGEHALTE VON HONIGEN

Manfred Sager 131

GENETIC DIVERSITY OF APRICOTS USING MICROSATELLITE MARKERS

Lenka KLČOVÁ, Martina HUDCOVICOVÁ, Katarína ONDREIČKOVÁ, Marcela GUBIŠOVÁ, Jozef GUBIŠ & Erika ZETOCHOVÁ 134

STABIL-ISOTOPENANALYTIK ZUR KONTROLLE DEKLARIERTER GEOGRAPHISCHER HERKUNFT AM BEISPIEL VON ÖSTERREICHISCHEN UND SLOWAKISCHEN MARILLEN: DAS IDARPO INTERREG PROJEKT

Micha Horacek, Martina Hudcovicova, Katarina Ondreickova & Jozef Gubis 137

EINE VERGLEICHENDE STUDIE ÜBER DIE ISOTOPEN- UND MULTI-ELEMENT-SIGNATUREN VON ÖSTERREICHISCHEM UND ARGENTINISCHEM WEIN

Julieta Gribof, Micha Horacek, Daniel A. Wunderlin & Magdalena V. Monferrán 138

DISCRIMINATION OF AUSTRIAN AND SOUTH AFRICAN WINE BY STABLE ISOTOPE ANALYSIS

Micha Horacek, Helene Nieuwoudt, Kamil Kolar, Florian, F. Bauer & Angelo Joseph 139

INNOVATION FARM – INNOVATIVE TECHNOLOGIEN FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT ERLEBBAR MACHEN

Markus Gansberger, Christian Fasching, Christoph Berndl, Martin Hirt & Franz Handler 140

FELDROBOTIK – ÖKONOMIK UND AKZEPTANZ

Olivia Spykman & Markus Gandorfer 143

ERWARTUNGSHALTUNG ZU PRECISION FARMING IN DER EUROPÄISCHEN LAND-WIRTSCHAFT - AUSWERTUNG EINER BEFRAGUNG IM RAHMEN DES EU-PROJEKTS TRANSFARM

Jürgen Karner & Reinhard Streimelweger 146

FARM/IT - MEIN ENTSCHEIDUNGSHILFE-ASSISTENT FÜR DIE FRUCHTFOLGEPLANUNG

Marie-Luise Wohlmuth, Jürgen K. Friedel & Thomas Neubauer 149

ENTWICKLUNG EINER DÜNGERSTRATEGIE FÜR DIE TEILFLÄCHENSPEZIFISCHE BEWIRTSCHAFTUNG BEI GETREIDE

Philipp Kastenhofer, Peter Prankl & Michael Datzberger 152

ANWENDUNG DES SPEKTRALINDEX CCCI-CNI ZUR BESTIMMUNG DER N-VERSORGUNG VON ÖSTERREICHISCHEM WINTERWEIZEN

Marlene Palka, Ahmad M. Manschadi, Lukas Koppensteiner, Thomas Neubauer & Glenn J. Fitzgerald 155

NUTZEN UND FUNKTIONALITÄTEN VON FARMMANAGEMENT- UND INFORMATIONSSYSTEMEN

Reinhard Streimelweger 158

MYKOTOXINE - VORERNTEMONITORING BEI MAIS, ERGEBNISSE AUS DEN JAHREN 2016-2020, FÜR DEN ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZ-WARNDIENST

Vitore Shala-Mayrhofer & Klemens Mechtler 161

MÖGLICHKEITEN ZUR VERBESSERUNG DES TIERWOHLS DURCH SMART DAIRY FARMING

Elfriede Ofner-Schröck, Thomas Guggenberger, Edina Scherzer & Andreas Steinwidder 164

NEUE ENTWICKLUNGEN ZUR INDIREKTEN AUTOMATISCHEN LAHMHEITSERKENNUNG BEI MILCHKÜHEN MITTELS AUTOMATISCH ERFASSTER LEISTUNGS- UND VERHALTENSDATEN

Isabella Lorenzini, Katharina Grimm & Bernhard Haidn 167

DIGITALISIERUNG IM MILCHVIEHBEREICH UND IHR BEITRAG ZUM TIERWOHL UND ZUR FRÜHERKENNUNG VON TIERKRANKHEITEN

Johann Gasteiner & Christian Fasching 170

ARBEITSWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE TEILAUTONOMER FELDROBOTER

Franz Handler & Emil Blumauer 177

SPECTROANALYST – MANAGEMENT VON HYPERSPEKTRALDATEN FÜR DIE GRÜNLANDFORSCHUNG

Andreas Schaumberger & Manuel Adelwöhre 180

MODELLIERUNG VON GRÜNLANDERTRÄGEN MITTELS FERNERKUNDUNGS- UND WETTERDATEN

Andreas Klingler & Andreas Schaumberger 183

KAMERABASIERTE METHOEN ZUM ERFASSEN VON GRÜNLANDBESTÄNDEN

Peter Riegler-Nurscher & Johann Prankl 186

UMWELTBEWERTUNGSKONZEPT ZUR BEURTEILUNG VON UMWELTAUSWIRKUNGEN BEI DER ANWENDUNG VON DIGITALEN TECHNOLOGIEN

Markus Herndl, Christian Fritz, Andreas Bartel, Bettina Schwarzl & Andreas Baumgarten 189

ASPEKTE DER MINIMALBODENBEARBEITUNG IN NIEDERÖSTERREICH

Josef Rosner & Andreas Klik 192

EINFLUSS DER BODENBEARBEITUNGSINTENSITÄT AUF BODENKOHLENSTOFF-FRAKTIONEN UND AGGREGATSTABILITÄT

Gernot Bodner, Katharina Keiblinger, Orracha Tsae-Tun, André Kotschanderle, Pia Euteneuer & Axel Mentler 196

KARTOFFELDAMMABDECKUNG - ERTRAGSSTABILISATION UND VERMINDERUNG VON BODENEROSION SOWIE EINFLUSS AUF DIE NACHFRUCHT WINTERWEIZEN

Mathias Gamerith 199

OPTIMIERUNG DES EROSIONSSCHUTZES IM KARTOFFELANBAU

Matthias Konzett, Elmar Schmaltz, Günther Schmid, Matthias Karner & Peter Strauss 202

IN-SITU NÄHRSTOFFVERFÜGBARKEIT AUS DER SICHT EINER WURZEL

Erich Inselsbacher 205

TEATIME4APP - SENSIBILISIERUNG FÜR DIE ROLLE DES BODENS MIT DER BILDUNGAPP "TEA BAG INDEX"

Julia Miloczki, Anna Wawra, Markus Gansberger, Philipp Hummer & Taru Sandén..... 208

STICKSTOFFEFFIZIENZ IM WINTERWEIZEN BEI UNTERSCHIEDLICHER MINERALISCHER STICKSTOFFDÜNGUNG IM MARCHFELD

Gerhard Moitzi, Reinhard W. Neugschwandtner, Hans-Peter Kaul & Helmut Wagentristl..... 211

SOILBOOK - DAS DIGITALE BODENBUCH STELLT SICH VOR

Matthias Strahlhofer & Hans Unterfrauner 214

HANF – A MULTI-PURPOSE CROP!?

Josef Rathbauer 216

ENTWICKLUNG VON BROT MIT *CANNABIS SATIVA* ALS ZUSÄTZLICHE PROTEINQUELLE

Kathrin Gruber & Katrin Bach 219

MÖGLICHKEITEN DES BIO-ANBAUES SELTENER OBSTARTEN

Lothar Wurm 220

MÖGLICHKEITEN DER SUBSTRAT- UND TERMINKULTUREN BEI BEERENOBST

Maximilian Ruhdorfer 223

GENERATIVE, VEGETATIVE LEISTUNG UND KRÄUSELKRANKHEITSANFÄLLIGKEIT VON PAVIE-PFIRSICHSORTEN UNTER BIO-PRODUKTIONSBEDINGUNGEN

Lothar Wurm 226

SPÄTFROSTEMPFINDLICHKEIT NEUER UND ALTER MARILLENSORTEN

Lothar Wurm, Monika Riedle-Bauer & Manfred Kickenweiz 229

INNERE FRUCHTQUALITÄT UND VERMARKTUNGSEIGNUNG NEUER MARILLENSORTEN

Michael Lukas, Martina Staples & Lothar Wurm 232

UNTERSUCHUNGEN ZUR FRUCHTQUALITÄT UND VERARBEITUNGSEIGNUNG TRADITIONELLER MARILLENSORTEN

Michael Lukas, Martina Staple & Lothar Wurm 235

BIO-KRIECHERLANBAU: ERFAHRUNGEN MIT SCHÜTTEL- UND HANDERNTE

Michael Lukas, Martina Staples & Lothar Wurm 238

EINSATZ VON ETHYLEN ZUR REIFEBESCHLEUNIGUNG IN DER OBSTVERARBEITUNG

Manfred Gössinger, Andrea Denk, Theresa Herzinger, Maximilian Preiss & Cordula Klaffner 241

EINFLUSS DER VERSTÄRKUNG UNTER VAKUUM BEI DER HERSTELLUNG VON ERDBEERBRÄNDEN

Manfred Gössinger, Peter Neussl, Clemens Sperk, Walter Brandes, Reinhard Baumann & Henry Jäger 244

DIE LEITFÄHIGKEIT ALS MESSGRÖßE IN DER QUALITÄTSKONTROLLE VON OBSTBRÄNDEN

Manfred Gössinger, Andreas Liebminger, Christiane Donabaum, Cordula Klaffner & Monika Graf 247

EINFLUSS DES MAISCHEMANAGEMENTS AUF DIE SENSORIK VON DESTILLATEN

Cordula Klaffner* & Manfred Gössinger 250

EINFLUSS VON KALIUMPOLYASPARTAT AUF DIE WEINSTEINSTABILITÄT BEI TRAUBENSAFT

Cordula Klaffner, Susanne Schneider, Mario Strauß & Manfred Gössinger 253

EINSATZ VON PROTEASE ZUR VERBESSERUNG DER FILTRATION UND STABILITÄT DES ÖSTERREICHISCHEN WEINES

Karin Mandl, Jasmina Suljic, Michael Winkler & Harald Scheiblhofer 256

ERMITTLUNG DER SPÄTFROSTWIDERSTANDSFÄHIGKEIT NEUER SÜßKIRSCHENSORTEN UNTER LABORBEDINGUNGEN

Maximilian Ruhdorfer, Monika Riedle-Bauer & Lothar Wurm 259

DER KAMPF UM DIE ÄHRE – KONKURRIERENDE MIKROORGANISMEN AUF WEIZEN

Annika Hoffmann, Matthias Koch, Peter Lentzsch, Gunnar Lischeid,
Marina E. H. Müller & Carmen Büttner 259

RÜBENDERBRÜSSLER (*ASPROPARTHENIS PUNCTIVENTRIS*) – SCHÄDLING IN DEN ZUCKERRÜBENBESTÄNDEN IN PANNONISCHEN TROCKENGEBIETEN

Martina Mayrhofer 263

GANZHEITLICHER EINSATZ DES ENTOMOPATHOGENEN PILZES *METARHIZIUM BRUNNEUM* BIPESCO 5 ZUR BIOLOGISCHEN KONTROLLE DES RÜBENDERBRÜSSLER (*ASPROPARTHENIS PUNCTIVENTRIS*)

Maria Zottele, David Remesperger, Martina Mayrhofer, Herbert Eigner & Hermann Strasser 266

BEST-PRACTICE-LÖSUNGEN FÜR HOHE RÜCKLAUFQUOTEN BEI DER HEDONISCHEN ANALYSE IN KRISENZEITEN

Roswitha Enzelberger, Kathrin Heim, Robert Fina, Thomas Poscher & Alexander Höftberger 269

ABBAU VON KONSUMBARRIEREN FÜR NACHHALTIGE LEBENSMITTEL: DIE RELEVANZ VON MAßNAHMEN ZUR FÖRDERUNG INDIVIDUELLER SINNESBILDER

Thomas Poscher, Roswitha Enzelberger, Kathrin Heim, Robert Fina & Elisabeth Steiner 272

EINE FORSCHUNGSARBEIT ZUR ERMITTLUNG DER OPTIMALEN STICHPROBENGRÖßE FÜR NAPPINGSTUDIEN MIT UNGESCHULTEN PROBAND*INNEN

Kathrin Heim, Roswitha Enzelberger Robert Fina, Thomas Poscher & Elisabeth Steiner[1] 275

VERGLEICH VON METHODEN ZUR ERZEUGUNG SENSORISCHEN VOKABULARS ZUR WEITEREN VERWENDUNG IN CATA-STUDIEN MIT KONSUMENT*INNEN

Robert A. Fina, Kathrin Heim, Roswitha Enzelberger[1] Thomas Poscher & Elisabeth Steiner 278

ÜBERLEGUNGEN ZUR SUGOPRODUKTION IN BÄUERLICHEN KLEINBETRIEBEN

Cordula Klaffner & Manfred Gössinger 281

BEITRAG ZUR STEIGERUNG DER NACHHALTIGKEIT VON KÜRBIS IM ZUGE DER PRODUKTION ..... VON STEIRISCHEM KÜRBISKERNÖL

CONTRIBUTION TO RAISE SUSTAINABILITY OF PUMPKIN DURING THE PRODUCTION OF STEIRISCHEM KÜRBISKERNÖL

Manfred Gössinger & Cordula Klaffner 284

„ESL-MILCH“ ELIMINIERT FRISCHMILCH VOM ÖSTERREICHISCHEN MARKT – EIN LETZTES PLÄDOYER FÜR DIE PASTEURISIERTE FRISCHMILCH

Helmut K. Mayer & Sabrina P. Van den Oever 287

BEITRAG ZUR STEIGERUNG DER NACHHALTIGKEIT VON KÜRBIS IM ZUGE DER PRODUKTION VON STEIRISCHEM KÜRBISKERNÖL

Manfred Gössinger & Cordula Klaffner 290

„ESL-MILCH“ ELIMINIERT FRISCHMILCH VOM ÖSTERREICHISCHEN MARKT – EIN LETZTES PLÄDOYER FÜR DIE PASTEURISIERTE FRISCHMILCH

Helmut K. Mayer & Sabrina P. Van den Oever 293

SPURENELEMENTE IN PFLANZLICHER NAHRUNG

M. Sager 296

PROJEKT POPMON – RISIKOBASIERTES MONITORING VON PERSISTENTEN ORGANISCHEN SCHADSTOFFEN IN VERSCHIEDENEN UMWELTMATRICES, FUTTER- UND LEBENSMITTELN AN POTENTIELL BELASTETEN STANDORTEN IN ÖSTERREICH

Elke Rauscher-Gabernig, Ingrid Hauzenberger, Veronika Plichta & Johann Steinwider 300

FÖRDERUNG DER PFLANZLICHEN BIODIVERSITÄT IM ARTENARMEN GRÜNLAND

Lukas Gaier, Bernhard Krautzer, Wilhelm Graiss & Johannes Weber 304

DIE PFLANZENBAULICHE ENTWICKLUNG DER ANDENLUPINE ANHAND VON BIOMASSEERTRÄGEN

Anna Mayrhofer & Waltraud Hein 307

OPTIMIERUNG DER SOJAAUFBEREITUNG ANHAND GENOTYPISCHER MERKMALE

Matthias Trimmel & Karl Schedle 310

BEHANDLUNG ZWEIER SOJABOHNENSORTEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN HITZEINTENSITÄTEN – EINFLUSS AUF MAST- UND SCHLACHTLEISTUNG VON BROILER

Florian Hemetsberger, Wolfgang Kneifel, Konrad Domig & Karl Schedle 313

DER EINSATZ VON SOJAKUCHEN IM AUSTAUSCH GEGEN SOJAEXTRAKTIONSSCHROT IN DER FERKELAUFZUCHT: EINFLUSS DER VERMAHLUNG AUF DIE ZOOTECHNISCHEN LEISTUNGEN

Julia Slama, Wolfgang Wetscherek, Matthias Trimmel & Reinhard Puntigam 316

EINFLUSS UNTERSCHIEDLICHER ENERGIEGEHALTE UND FASERQUELLEN AUF DAS FRESSVERHALTEN BEI MASTSCHWEINEN

Josef Pichler, Martin Gierus & Karl Schedle 320

EINSATZ VON IPUSAGRO F IN DER SCHWEINEMAST

Wolfgang Wetscherek, Walter Somitsch & Julia Slama 323

ERTRAG UND FUTTERQUALITÄT VON GRÜNSCHNITTROGGEN IN ABHÄNGIGKEIT VON SORTE UND ERNTEZEITPUNKT

Reinhard Resch & Michael Oberforster 326

QUALITÄT VON FERMENTIERTEN LARVEN DER SCHWARZEN SOLDATENFLIEGE

Reinhard Resch& Kristina Kube 329

WIRKUNG DER ZÜCHTUNG AUF WUCHSHÖHE UND LAGERNEIGUNG VON GETREIDESORTEN DER LETZTEN JAHRZEHNTE IN ÖSTERREICH

Michael Oberforster..... 332

ANWENDBARKEIT VON ERGEBNISSEN KONVENTIONELLER ROGGEN- UND TRITICALEVERSUCHE FÜR DEN BIOLANDBAU

Clemens Flamm, Franz Wieser & Waltraud Hein 335

KLIMAFITTE SORTEN ZUR ERHÖHUNG DER ERTRAGSSICHERHEIT IM TROCKENGEBIET

Philipp von Gehren, Svenja Bomers, Klemens Mechtler, Kerstin Mottl & Alexandra Ribarits..... 338

PFLANZEN-PHENOTYPING AN DER BOKU

Pablo Rischbeck, Gernot Bodner, Michaela Griesser, Jose Carlos Herrera, Hans Vollmann, Peter Roth, Thomas Neubauer, Lukas Koppensteiner & Hans-Peter Kaul..... 341

POSTER

ENTWICKLUNG VON BROT MIT *CANNABIS SATIVA* ALS ZUSÄTZLICHE PROTEINQUELLE

Kathrin Gruber& Katrin Bach 344

ENTWICKLUNG EINER UHPLC-METHODE ZUR BESTIMMUNG VON FURANEN IN KAFFEEBOHNEN

Franz Karpf, Anatol Schmidt & Helmut K. Mayer 345

EINFLUSS EINER MULCHAUFLAGE AUF ERTRAG UND QUALITÄT VON ZWEI UNTERSCHIEDLICHEN KARTOFFELSORTEN

Waltraud Hein & Hermann Waschl..... 346

HERAUSFORDERUNG UND MÖGLICHKEITEN VON SILOMAIS IM BIOLANDBAU IM BERGGEBIET

Waltraud Hein & Hermann Waschl..... 349

VERGLEICH VON ANDENLUPINEN UND SÜßLUPINEN IM HINBLICK AUF PFLANZENENTWICKLUNG UND ERTRAG IM BIOLOGISCHEN ANBAU

Waltraud Hein, Hermann Waschl & Daniela Ablinger..... 352

ANBAU VON SALAT (*LACTUCA SATIVA* L.) IN GESCHLOSSENEN SYSTEMEN AM BEISPIEL VON AQUA- UND HYDROPONIK

Anna Jadwiga Keutgen, Benedikt Berger & Norbert Keutgen..... 355

JUNGPFLANZENENTWICKLUNG VON TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) IN ABHÄNGIGKEIT DER SORTE (DETERMINIERTE UND INDETERMINIERTE)

Anna J. Keutgen, Fabian Maurer, Florian Sadler & Norbert Keutgen 357

INVITE - INNOVATIONEN IN DER EUROPÄISCHEN SORTENPRÜFUNG

Clemens Flamm, Klemens Mechtler & François Laurens..... 359

ÖKOLOGISCHE JUNGPFLANZENPRODUKTION FÜR FREILANDSCHNITTBLUMEN

Johannes Balas, Ines Schöfecker, Natalie Weber 362

GÄRTNERISCHE KULTUREN IM VERTIKALEN VERSUS HORIZONTALEN SYSTEM

Johannes Balas & Reinhard Jank 367

QUALITÄTSERSTELLUNG VON KOPFSALAT IM FREILANDANBAU

Johannes Balas, Sebastian Bernreiter & Martin Schwabl 372

JUNGPFLANZENPRODUKTION BEI BASILIKUM (*OCIMUM BASILICUM* L.) DER SORTE "HOHES GRÜNES SUPERBO" (TYP GENOVESE) UND "FOGLIA DI LATTUGA" (NEAPOLITANISCHER TYP)

Anna J. Keutgen, Fabian Maurer, Florian Sadler & Norbert Keutgen 377

CHARAKTERISIERUNG VON DREI BÄRLAUCHPOPULATIONEN MITTELS BLATTMORPHOLOGIE UND CHLOROPHYLLFLUORESZENZ

Phillip Unterpirker, Norbert Keutgen & Anna Jadwiga Keutgen 379

WIRKSAMKEIT VON SAATGUTBEIZEN MIT UND OHNE NEONICOTINOIDE

Friedrich Kempl & Katharina Wechselberger[2] 382

ÖKOLOGISCHE PFLANZENSCHUTZKONZEPTE IM ZIERPFLANZEN- UND KRÄUTERANBAU

Anna Pollak, Dominik Linhard & Thomas Durstberger 385

ANTHRAKNOSE AN LUPINEN – WIE ANFÄLLIG SIND UNTERSCHIEDLICHE LUPINENARTEN?

Anna Mayrhofer & Waltraud Hein 388

VERGLEICH VON THERMALEN KENNWERTEN VON FREILAND- UND LABORTIEREN DES SCHWAMMSPINNERS, *LYMANTRIA DISPAR*

Selina Stattler Matthias Grünfelder* & Christa Schafellner 391

BIOASSAY ZUM NACHWEIS DES ENTOMOPATHOGENEN PILZES *ENTOMOPHAGA MAIMAIGA*

Simon Gunz, Jakob Pendl & Christa Schafellner 394

VERGLEICHE ZUR NAHRUNGSEIGNUNG VERSCHIEDENER WIRTSPFLANZEN FÜR DEN RÜBENDERBRÜSSLER *ASPROPARTHENIS PUNCTIVENTRIS*

Lena Dittmann & Elisabeth Helene Koschier 397

BEWERTUNG VON ENTSCHÄDIGUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR BETRIEBE BEIM AUFTRETEN VON QUARANTÄNESCHADORGANISMEN

Jens Ehlers, Anna Filiptseva, Sarah Kretzschmer, Günther Filler, Martin Odening, Martina Bandte & Carmen Büttner 400

EUROPEAN MOUNTAIN ASH RINGSPOT-ASSOCIATED VIRUS (EMARAV) IN *SORBUS AUCUPARIA*: STUDIEN ÜBER RÄUMLICHE VERTEILUNG, GENETISCHE VIELFALT UND VIRUSINDUZIERTEN SYMPTOME IN ZWEI MODELLBÄUMEN

Hector Fernandez, Susanne von Bargen & Carmen Büttner 403

OUT OF THE DARK: EINFLUSS VON SICHTBAREM LICHT AUF WACHSTUM, SPORENPRODUKTION UND VIRULENZ VON METARHIZIUM BRUNNEUM

Maria Zottele, Mathias Larcher, Pamela Vrabl & Hermann Strasser 404

BEKÄMPFUNG DES MAIKÄFERS IM STEILGELÄNDE DURCH INJEKTION VON MELOCONTTM-FLÜSSIGFORMULIERUNGEN MIT DER MMEXIT APPLIKATIONSTECHNIK

Hannah Embleton, Maria Zottele & Hermann Strasser 407

UNTERSUCHUNGEN ZUR VERTEILUNG DES ASH SHOESTRING-ASSOCIATED VIRUS (ASAV) IN BLUMENESCHEN (*FRAXINUS ORNUS*)

Ines Günther, Susanne von Bargen, Malgorzata Rybak, Martina Bandte & Carmen Büttner 410

INVESTIGATIONS OF MAPLE MOTTLE-ASSOCIATED VIRUS (MAMAV) A NOVEL EMARAVIRUS AFFECTING SYCAMORE MAPLE (*ACER PSEUDOPLATANUS*)

Doina Cerescu, Susanne von Bargen & Carmen Büttner 412

INCIDENCE OF VIRAL INFECTION IN A BETULA PENDULA VAR. CARELICA PLANTATION IN SIPERIA, FINLAND

Serghei Iancev, Maria Landgraf, Susanne von Bargen, Martina Bandte & Carmen Büttner 413

BEKANNTE UND NEUE KRANKHEITEN AN JOHANNISKRAUT IN ÖSTERREICH

Astrid Plenk 415

NÜTZLINGSBLÜHSTREIFEN UND UNTERSAATEN REGULIEREN BLATTLÄUSE IN LEGUMINOSEN

Christine Judt, Thomas Durstberger, Sibylle Egger, Anna Pollak, Ingmar Prohaska, Thomas Drapela, Marion Gerstl, Simon Kriegner-Schramml, Anna Moyses, Sabine Grausgruber-Gröger[4]& Bernhard Krautzer 418

SILIEREIGENSCHAFTEN VON GEMUSTER KÖRNERHIRSE IN LABORSILOS

Wolfgang Wetscherek, Rudolf Schmied & Gabriela Wetscherek-Seipelt 421

EINFLUSS UNTERSCHIEDLICHER FUTTERSUBSTRATE AUF DIE NÄHRSTOFFZUSAMMENSETZUNG VON LARVEN DER SCHWARZEN SOLDATENFLIEGE *HERMETIA ILLUCENS* (L.) SOWIE DES RESTSUBSTRATES

Marion Bonell, Eva Erhart, Manfred Sager, Dieter Haas, Sarah Scheiblmair, Stefan Wiesinger & Wilfried Hartl 424

DIE ABSCHÄTZUNG DER VERARBEITUNGSQUALITÄT VON SOJABOHNEN MITTELS NIRS-ANALYTIK SOWIE EFFEKTE ANSTEIGENDER MENGEN AN SOJAKUCHEN AUF DIE LEISTUNGEN VON FERKEL

Reinhard Puntigam, Matthias Trimmel, Wolfgang Wetscherek & Julia Slama 428

SILIEREIGENSCHAFTEN VON GANZKORNHIRSE IN LABORSILOS

Wolfgang Wetscherek, Rudolf Schmied & Gabriela Wetscherek-Seipelt 433

HIRSEVERMAHLUNG FÜR SCHWEINE UNVERZICHTBAR

Wolfgang Wetscherek, Julia Slama & Gabriela Wetscherek-Seipelt 436

DER EINSATZ VON SOJAKUCHEN IM AUSTAUSCH GEGEN SOJAEXTRAKTIONSSCHROT IN DER FERKELAUFZUCHT: EINFLUSS DER VERMAHLUNG AUF DIE ZOOTECHNISCHEN LEISTUNGEN

Julia Slama, Wolfgang Wetscherek, Matthias Trimmel & Reinhard Puntigam 439

KONSUMVERHALTEN ÖSTERREICHISCHER STUDIERENDER IN BEZUG AUF BIO-LEBENSMITTEL

Anna Jadwiga Keutgen & Lisa-Maria Eder 443

NUTZUNG DER KAPUZINERKRESSE (*TROPAEOLUM* SP.) ALS MICROGREEN

Anna J. Keutgen, Lisa Jestl, Lukas Wöber & Norbert Keutgen 446

WACHSTUM UND QUALITÄT VON STIEFMÜTTERCHEN (*VIOLA* X *WITTROCKIANA*) UND HORNVEILCHEN (*VIOLA CORNUTA*) ALS NAHRUNGSMITTEL

Anna Jadwiga Keutgen, Susanne Riedel & Margot Österreicher 449

MOBILITÄTSÄNDERUNGEN VON PHOSPHOR UND ANDEREN IONEN IN BÖDEN DURCH ZUSÄTZE

Manfred Sager, Marion Bonell, Dieter Haas & Eva Erhart 452

KEIN ERKENNBARER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN EXTRAHIERBAREM STICKSTOFFGEHALT UND STICKSTOFFVERFÜGBARKEIT DURCH DIFFUSION IN SITU

Erich Inselsbacher, Hans Unterfrauner & Robert Peticzka 456

EINFLUSS DES BODENWASSERGEHALTS AUF DIE FUNKTIONSFÄHIGKEIT VON MIKRODIALYSE IN BÖDEN

Erich Inselsbacher, Raphael Müller & Robert Peticzka 459

BODENSCHUTZANLAGEN IM LANDSCHAFTSWASSERHAUSHALT – QUANTIFIZIEREN EINER ÖKOSYSTEMLEISTUNG

Thomas Weninger, Simon Scheper, Alexandra Dürr, Karl Gartner, Barbara Kitzler, Erwin Szlezak, Peter Strauß & Kerstin Michel 462

ERGEBNISSE EINER STAKEHOLDERBEFRAGUNG ZUR ENTWICKLUNG AGRARMETEOROLOGISCHER PROGNOSEN ALS MAßNAHMENUNTERSTÜTZUNG IM ÖSTERREICHISCHEN ACKERBAU

Marlene Palka, Ahmad M. Manschadi & Josef Eitzinger 467

VERWENDUNG DES STRAHLUNGSTRANSFERMODELLS PROSAIL ZUR BESTIMMUNG VON BESTANDESPARAMETERN IN WEIZEN

Lukas Koppensteiner, Reinhard Neugschwandtner, Sebastian Raubitzek, Philipp Weihs, Thomas Neubauer, Helmut Wagentristl, Andreas Gronauer & Hans-Peter Kaul 470

PFLANZENSCHUTZ-WARNDIENST, PROGNOSEMODELLE UND MONITORINGS FÜR AUSGEWÄHLTE KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE IM ACKER-, GEMÜSE-, OBST- UND WEINBAU SOWIE IN DER IMKEREI, IN ÖSTERREICH

Vitore Shala-Mayrhofer 473

ALVA-
FORSCHUNGSPREIS

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-, VETERINÄR- UND AGRARWESEN

Der erweiterte Vorstand der
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen
hat in seiner Sitzung vom 2. März 2020 beschlossen

Herrn Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. Hannes. PUNTSCHER

den

ALVA-Forschungspreis 2020

zu verleihen.

Der Vorstand der ALVA bekundet Ihnen hiermit, sehr geehrter Herr Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. Hannes Puntscher, eine hervorragende Dissertation abgefasst zu haben, die jene Fachgebiete betrifft, die von der ALVA vertreten und bearbeitet werden und daher für die weitere wissenschaftliche Arbeit innerhalb der ALVA von großer Bedeutung ist.

Wieselburg, am 4. Oktober 2021

Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN
Präsident

Mag. Astrid PLENK
Vizepräsidentin

Dipl.-Ing. Martin ROGENHOFER
Geschäftsführer

Der Nachweis und Metabolismus von Alternaria Mykotoxinen

Analytics and metabolism of Alternaria mycotoxins

Hannes Puntscher*, Doris Marko & Benedikt Warth

Einleitung

Mykotoxine sind sekundäre Metabolite von Schimmelpilzen, die schädliche Wirkungen auf Menschen und Tiere haben. Die häufige Kontamination landwirtschaftlicher Produkte stellt ein erhebliches Gesundheitsrisiko für Konsumenten weltweit dar. Entsprechende gesetzliche Bestimmungen zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit (z.B. durch die Europäische Union) basieren auf detaillierten Risikobewertungen, wofür Studien zum Vorkommen und dem toxikologischen Potential der Substanzen herangezogen werden.

Für die von der Schimmelpilzgattung *Alternaria* produzierten *Alternaria*-Toxine gelten bislang keine gesetzlichen Richtlinien. Sie zählen zu den sogenannten „emerging mycotoxins", da sie noch nicht hinreichend erforscht sind [EFSA 2011, 2016]. Allerdings verursachen *Alternaria* Schimmelpilze, weltweit verbreitete Pflanzenpathogene, erhebliche ökonomische Schäden bei verschiedensten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen (z.B. Getreide, Obst und Gemüse). Mehrere dieser Toxine zeigten bereits ernstzunehmende Zytotoxizität, Genotoxizität, Mutagenität und östrogene Effekte *in vitro*.

Material und Methoden

In dieser Arbeit wurden innovative LC-MS/MS Methoden an einem Hochleistungsflüssigkeitschromatographie- (HPLC UlitMate3000) und Triple-Quadrupol-Massen-spektrometer- (TSQ Vantage) System mit Elektroionisationsinterface (ESI) entwickelt (Thermo Scientific). Gemäß international anerkannten Richtlinien erfolgten Methodenvalidierungen mittels umfangreicher Spiking-Experimente von Blank-Matrixproben mit Referenzstandards der Toxine. Letztere wurden käuflich erworben, aus Pilzkulturen isoliert (institutsintern, Hannes Puntscher) oder synthetisch hergestellt (Zusammenarbeit mit internationalen Forschungsgruppen).

Die analysierten Lebensmittelproben wurden von unterschiedlichen Quellen (Geschäfte, online, verschiedene Länder) gekauft. Die in Zusammenarbeit mit der Medizinischen Universität Wien durchgeführte *in vivo* Studie lieferte biologische Proben wie Blutplasma, Urin und Faeces von Ratten.

Ergebnisse und Diskussion

Methodenentwicklung und die Analyse von europäischen Lebensmitteln

Eine aufwändige Optimierung des chromatographischen Trennverfahrens, sowie individuelles Tuning der massenspektrometrischen Parameter der Analyten in den jeweiligen Probenmatrices ermöglichte den simultanen Nachweis von 12 freien und weiteren 5 modifizierten (Sulfate und Glukoside von Dibenzopyronen) *Alternaria*-Toxinen in den Lebensmitteln Tomatensauce, Sonnenblumenöl und Weizenmehl. (Puntscher, Kütt et al. 2018)

Die Analyse von über 200 kommerziell erhältlichen, europäischen Lebensmittelproben gab einen Einblick in aktuelle *Alternaria*-Toxin-Vorkommen. Bis zu neun Toxine wurden in Tomatensauce, Sonnenblumenöl und Weizenmehl gefunden. Neben Alternariol (AOH), dessen Monomethylether (AME) und der Tenuazonsäure (TeA) wurden auch die Perylenchinone Altertoxin I (ATX-I) und Alterperylenol (ALP), sowie Glukoside und Sulfate von AOH und AME nachgewiesen. Diese kaum untersuchten Substanzen scheinen demnach einen bisher wenig bekannten und unterschätzten Beitrag zur Gesamtexposition in Europa zu leisten. Die gefundenen Kontaminationsmuster in Lebensmittel unterschieden sich je nach Lebensmittelart, Herkunft, Verarbeitung, landwirtschaftlicher Erzeugung (biologisch/konventionell) und Vermarktung (Supermarktketten/online-Verkauf). (Puntscher, Cobankovic et al. 2019)

Altertoxin II in Tomaten-Matrix

Die entwickelte Methode wurde eingesetzt, um die chemische Stabilität des hoch genotoxischen Altertoxin II (ATX-II) zu untersuchen, welches in Pilzkulturen in äußerst hohen Konzentrationen, bislang aber nicht in natürlich kontaminierten Lebensmittelproben gefunden wurde. Dafür wurden Tomatenproben mit dem Toxin versetzt und der Konzentrationsverlauf unter verschiedenen Bedingungen bestimmt. Eine signifikante Abnahme von ATX-II in Tomatenpüree, insbesondere bei höheren Temperaturen, ließ auf matrix-bedingte Reaktivität schließen. Außerdem wurde nachgewiesen, dass das Toxin in intaktem Tomatengewebe durch enzymatische De-Epoxidierung zu ATX-I metabolisiert wurde. (Puntscher, Marko et al. 2019)

In vivo Studie

Für tiefergehende Erkenntnisse zum tierischen Metabolismus von *Alternaria*-Toxinen *in vivo* wurden Testsubstanzen mittels Schlundsonde an Ratten verabreicht, um daraufhin die Bioverfügbarkeit, die xenobiotische Metabolisierung und Ausscheidungsraten durch LC-MS/MS Analysen von Plasma, Urin und Faeces zu untersuchen. Die dafür entwickelte Methode ermöglichte den simultanen Nachweis von 20 *Alternaria*-Toxinen in diesen komplexen Matrices. Es wurde festgestellt, dass AOH und AME (>89% über Faeces) und TeA (>85% über Urin) effizienter ausgeschieden wurden als die Perylenchinone ATX-I und ALP (<5% in Faces). ATX-II und Stemphyltoxin III, die jeweils eine Epoxidgruppe tragen, konnten in keiner Matrix wiedergefunden werden, was auf eine entsprechend hohe Reaktivität schließen lässt. Es wurde bestätigt, dass ATX-II auch im tierischen Metabolismus durch enzymatische De-Epoxidierung zu ATX-I metabolisiert wurde. AOH-3-Sulfat und AME-3-Sulfat wurden als tierische Phase-II-Metaboliten und 4-Hydroxy-AOH als tierischer Phase-I-Metabolit in Urine/Faeces identifiziert. (Puntscher, Aichinger et al. 2019, Puntscher, Hankele et al. 2019)

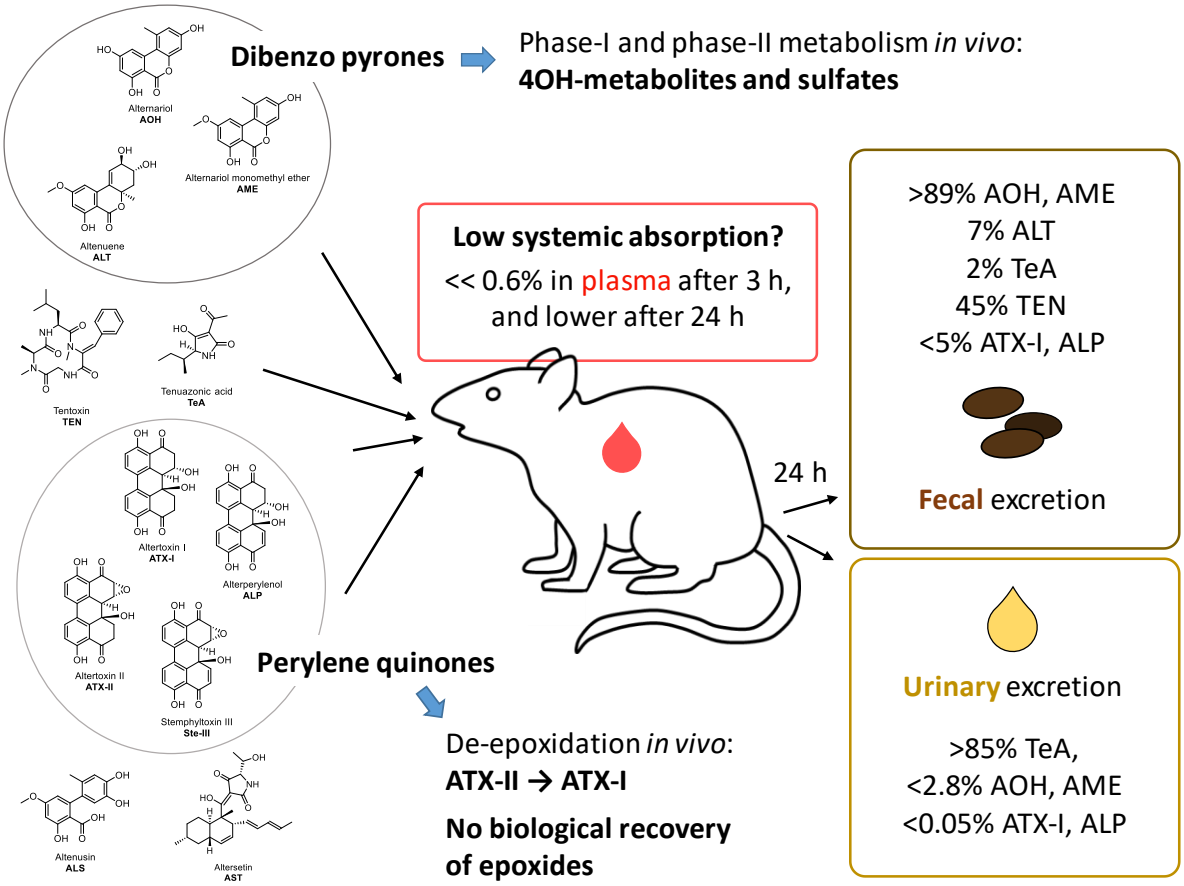


Abbildung 1 ***In vivo* Studie zur Bioverfügbarkeit, der xenobiotischen Metabolisierung und der Ausscheidungsraten von *Alternaria* Toxinen in Ratten (Puntscher, Aichinger et al. 2019)**

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden auf LC-MS/MS basierende, innovative Multi-Analyt-Methoden entwickelt, um das Vorkommen von *Alternaria*-Toxinen in europäischen Lebensmitteln zu erheben und den tierischen und pflanzlichen Metabolismus dieser „emerging" Schimmelpilzgifte zu erforschen. Die gewonnenen Erkenntnisse leisten wertvolle Beiträge für zukünftige Risikoevaluierungen und ermöglichen damit ein besseres Verständnis der Bedeutung von *Alternaria* Toxinen für die weltweite Lebensmittelsicherheit.

Abstract

In the present work, innovative LC-MS/MS based multi-analyte-methods were developed for the determination of *Alternaria* toxin occurrence in European food commodities, as well as for investigations of animal and plant metabolism of these emerging mycotoxins. The obtained results are valuable insights for more comprehensive risk assessments, and ultimately, for a better understanding of the factual impact of *Alternaria* toxins on global food safety.

Danksagung

Diese Arbeit wurde von der Universität Wien finanziert. Ich danke Hannes Mikula, Philipp Skrinjar und Johannes Fröhlich (TU Wien), sowie Joachim Podlech (KIT, Deutschland) und Michael Rychlik (TUM, Deutschland) für die großzügige Unterstützung und der Beschaffung von *Alternaria*-Toxin-Referenzsubstanzen. Des Weiteren möchte ich allen danken, die an diesen Projekten mitgewirkt haben: Darunter meine Kollegen unserer Arbeitsgruppe am Institut für Lebensmittelchemie und Toxikologie, das Team des MassSpecCenters der Uni Wien, unsere Partner an der Medizinischen Universität Wien, sowie meine Freunde an der TU Wien.

Literatur

EFSA, 2011, Panel on contaminants in the food chain: Scientific opinion on the risks for animal and public health related to the presence of *Alternaria* toxins in feed and food. EFSA Journal, 9, 2407.
EFSA, 2016, Dietary exposure assessment to *Alternaria* toxins in the European population. EFSA Journal, 14(12), e04654-n/a.
PUNTSCHER H, AICHINGER G, GRABHER S, ATTAKPAH E, KUEGER F, TILLMANN K, MOTSCHNIG T, HOHENBICHLER J, BRAUN D, PLASENZOTTI R, PAHLKE G, HOEGER H, MARKO D, WARTH B, 2019, "Bioavailability, metabolism, and excretion of a complex Alternaria culture extract versus altertoxin II: a comparative study in rats." Archives of toxicology 93(11): 3153.
PUNTSCHER H, COBANKOVIC I, MARKO D, WARTH B, 2019, "Quantitation of free and modified Alternaria mycotoxins in European food products by LC-MS/MS." Food Control 102: 157-165.
PUNTSCHER H, HANKELE S, TILLMANN K, ATTAKPAH E, BRAUN D, KUETT M L, DEL FAVERO G, AICHINGER G, PAHLKE G, HOEGER H, MARKO D, WARTH B, 2019, "First insights into Alternaria multi-toxin in vivo metabolism." Toxicology Letters 301: 168-178.
PUNTSCHER H, KUETT M L, SKRINJAR P, MIKULA H, POLDLECH J, FROEHLICH J, MARKO D, WARTH B, 2018, "Tracking emerging mycotoxins in food: development of an LC-MS/MS method for free and modified Alternaria toxins." Analytical and Bioanalytical Chemistry 410(18): 4481-4494.
PUNTSCHER H, MARKO D, WARTH B, 2019, "The fate of altertoxin II during tomato processing steps at a laboratory scale." Frontiers in Nutrition 6: 92.

Adressen der Autoren

Universität Wien, Fakultät für Chemie, Institut für Lebensmittelchemie und Toxikologie,
Währinger Str. 38, 1090 Wien, Österreich.

*Ansprechpartner: Dr. Hannes Puntscher, hannes.puntscher@univie.ac.at

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-, VETERINÄR- UND AGRARWESEN

Der erweiterte Vorstand der
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen
hat in seiner Sitzung vom 10. März 2021 beschlossen

Frau Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. tech. Lisa-Maria CALL

den

ALVA-Forschungspreis 2021

zu verleihen.

Der Vorstand der ALVA bekundet Ihnen hiermit, sehr geehrte Frau Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. tech. Lisa-Maria Call, eine hervorragende Dissertation abgefasst zu haben, die jene Fachgebiete betrifft, die von der ALVA vertreten und bearbeitet werden und daher für die weitere wissenschaftliche Arbeit innerhalb der ALVA von großer Bedeutung ist.

Wieselburg, am 4. Oktober 2021

Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN
Präsident

Mag. Astrid PLENK
Vizepräsidentin

Dipl.-Ing. Martin ROGENHOFER
Geschäftsführer

Verträglichkeit von Weizen – was sind die Einflussfaktoren und wie kann sie verbessert werden?

Tolerability of wheat – what are the influencing factors and how can it be improved?

Lisa Call[1*], Stefano D'Amico[2], Heinrich Grausgruber[1],
Elisabeth Reiter[2] & Regine Schönlechner[3]

Einleitung

Weizen (*Triticum*) gilt als wesentlicher Grundpfeiler der menschlichen Ernährung. Aufgrund des vermeintlichen Anstiegs von Weizenunverträglichkeiten in den vergangenen Jahren, ist das Korn, das seit Jahrtausenden unser Grundnahrungsmittel darstellt, jedoch stark in Verruf geraten. Weizen gilt als Auslöser von Zöliakie und Weizenallergie – Krankheiten, von denen etwa 1-2% der Bevölkerung betroffen sind. Im Gegensatz dazu zeigen andere weizenbedingte Hypersensitivitäten, wie die Nicht-Zöliakie-Weizensensitivität und das Reizdarmsyndrom, deutlich höhere Prävalenzen von bis zu 12%. Gluten, eine Mischung verschiedener Speicherproteine im Weizen, enthält zahlreiche immunogene Proteine (z.B. α- und γ-Gliadine) und gilt somit als Hauptauslöser von Weizenunverträglichkeiten. Zusätzlich wurden in den vergangenen Jahren auch Nicht-Gluten-Proteine als Krankheitsauslöser identifiziert, insbesondere die sogenannten Amylase-Trypsin-Inhibitoren (ATIs). Neben diesen Proteinklassen scheinen auch bestimmte Kohlenhydratverbindungen (KH) namens Fruktane, die zur Gruppe der FODMAPs (fermentierbare Oligo-, Di-, Monosaccharide und Polyole) zählen, eine Rolle zu spielen (KISSING KUCEK et al. 2015, WIESER et al. 2020). Verglichen mit Glutenproteinen ist allerdings noch wenig über diese potentiellen Krankheitsauslöser bekannt.

Material und Methoden

Charakterisierung von ATIs und FODMAPs: Essentiell für die Charakterisierung von ATIs und FODMAPs im Weizen war die Entwicklung geeigneter analytischer Methoden. Neben Methoden zur quantitativen Bestimmung konnten im Zuge des Forschungsprojektes auch Methoden zur qualitativen Charakterisierung von ATIs und FODMAPs etabliert werden, mit deren Hilfe Parameter wie die Kettenlänge der FODMAPs und die biologische Aktivität der ATIs bestimmt werden konnten.
Weizensortiment: Um potentielle Einflussfaktoren auf den ATI-, Gluten-, und FODMAP-Gehalt und damit auf die Immunoreaktivität bzw. „Verträglichkeit" des Weizens zu identifizieren, wurde ein großes Probensortiment bestehend aus unterschiedlichen Weizenarten (Brotweizen, Hartweizen, Dinkel, Emmer und Einkorn) und -sorten untersucht. Zusätzlich wurden Proben von unterschiedlichen Standorten und Sorten aus unterschiedlichen Züchtungsperioden (1850-2016) gesammelt und analysiert.
Sauerteigfermentation zur Reduktion von ATIs und FODMAPs in Weizengebäck: Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde eine Vielzahl an Hefe- und Milchsäurebakterienstämmen (MSB), die traditionell im Sauerteig zu finden sind, in Modellversuchen sowie in semi-industriellen Backversuchen auf ihre Fähigkeit, ATIs und Fruktane abzubauen, untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss des Genotyps: Basierend auf der Proteinzusammensetzung konnte keine der untersuchten Weizenarten (Brotweizen, Hartweizen, Dinkel, Emmer und Einkorn) *per se* als „besser verträglich" identifiziert werden. Allerdings konnte im ATI- und Glutengehalt sowie in der ATI-Aktivität eine große Variabilität der Weizensorten innerhalb einer Art festgestellt werden, wodurch die Möglichkeit entsteht, einzelne Sorten zu selektieren, um die Exposition mit immunoreaktiven Proteinen speziell für Personen mit Weizenunverträglichkeit zu reduzieren (CALL et al. 2020a).
Einfluss der Standort- bzw. Erntebedingungen: In Feldversuchen innerhalb Österreichs konnten Klimabedingungen (Temperatur, Niederschlag) als Einflussfaktoren der biologischen Aktivität von ATIs identifiziert werden, während die ATI-Konzentration vorwiegend vom Ausmaß der Düngung abhing (CALL et al. 2020b). Der Erntezeitpunkt kann ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die Verträglichkeit des Weizens haben – während Fruktane vermehrt im unreifen Korn vorlagen und im Zuge der

Kornreife abgebaut wurden, stieg die ATI-Konzentration mit zunehmendem Reifegrad an (CALL et al. 2021).
Einfluss der Weizenzüchtung: Die Analysenergebnisse der Brotweizensorten zeigten deutlich, dass die Weizenzüchtung der letzten 150 Jahre eine Verbesserung der Proteinqualität erzielen konnte. Ein Anstieg immunoreaktiver Proteine (v.a. ATIs und Gliadine) in modernen Sorten konnte nicht festgestellt werden. Stattdessen zeichneten sich neuere Sorten durch ein optimiertes Proteinprofil aus, wodurch eine bessere Backqualität gewährleistet werden kann (CALL et al. 2020a).
Abbau von ATIs und FODMAPs im Teig: In Modellversuchen konnten Hefestämme identifiziert werden, die ein großes Potential zum Fruktanabbau aufweisen – darunter die bekannte Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae*. In einem ähnlichen Versuch konnte die Protease-Aktivität von Milchsäurebakterien dazu genutzt werden, Proteine wie ATIs und Glutenproteine in einer Mehlsuspension abzubauen. In semi-industriellen Backversuchen konnten die beschriebenen Effekte aus den Modellversuchen bestätigt werden (ATI-Abbau bis zu 80%, FODMAP-Abbau bis zu 90%). Auf Grundlage des Hefe- und MSB-Screenings könnten zukünftig spezielle Starterkulturen für die Produktion von Weizengebäck mit reduzierten Gluten- und ATI-Gehalten selektiert werden.

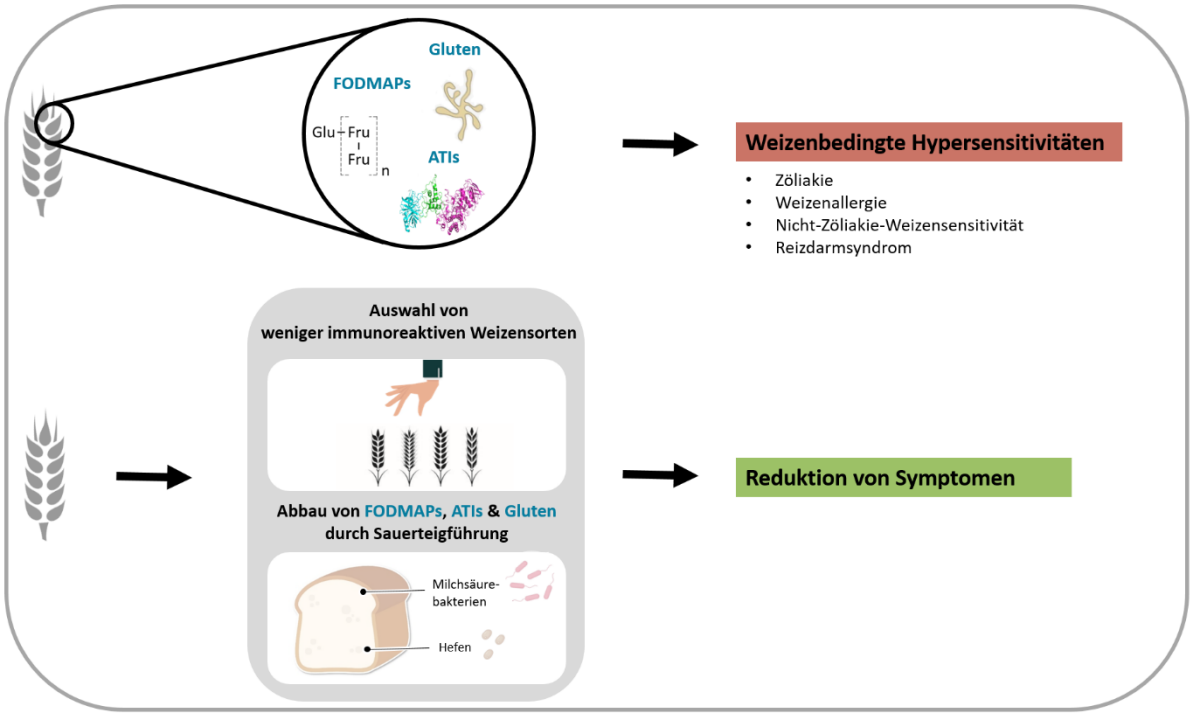


Abbildung 1: **Problemstellung und Strategie des ID WHEAT Projektes**

Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt ID WHEAT befasste sich mit der Charakterisierung von Weizeninhaltsstoffen, die bei Verzehr gesundheitliche Beschwerden bei prädisponierten Personen auslösen können. Fokus lag hierbei auf ATIs und FODMAPs, da im Gegensatz zu Glutenproteinen wenig über diese potentiell krankheitsauslösenden Komponenten bekannt ist. Verschiedene Einflussfaktoren auf ihren Gehalt im Weizen, darunter Genetik, Umweltbedingungen und Lebensmittelverarbeitung, konnten identifiziert werden. Die Arbeit stellt zusätzlich einen Ansatz vor, um den Gehalt an ATIs und FODMAPs im Weizengebäck durch eine Kombination aus Rohstoffselektion und Prozessoptimierung zu reduzieren (Abbildung 1). Die Auswahl geeigneter Sauerteigkulturen (Hefen und MSB) sowie die Optimierung von Prozessparametern wird dabei unterstützt durch die Auswahl geeigneter Weizensorten – das heißt Sorten mit natürlich geringeren Gehalten an potentiellen Krankheitsauslösern. Die Frage, ob diese Reduktion ausreichend ist, um auch die Symptomatik weizensensitiver Patienten zu verbessern, muss allerdings in Humanstudien evaluiert werden.

Abstract

The ID WHEAT research project aimed to characterize wheat components that, when consumed, can trigger adverse reactions in predisposed individuals. The work focused on ATIs and FODMAPs, since, in contrast to gluten proteins, little is known about these potential disease triggers. Various factors influencing their content in wheat, including genetics, environmental conditions, and food processing, were identified. This work additionally presents an approach to reduce the content of ATIs and FODMAPs in wheat baked products through a combination of raw material selection and process optimization (Abbildung 1). The selection of suitable sourdough cultures (yeasts and lactic acid bacteria) and the optimization of process parameters are supported by the selection of qualified wheat varieties – i.e. varieties with lower contents of potential disease triggers. However, the question of whether this reduction is sufficient to also improve the symptoms of wheat-sensitive patients has to be evaluated in clinical studies.

Danksagung

Die Forschungsarbeit wurde im Rahmen des Projektes ID WHEAT (Projekt-Nr. 858540) durchgeführt, das finanziell von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) unterstützt wurde.

Literatur

CALL L, et al. 2020a: Effects of species and breeding on wheat protein composition. Journal of Cereal Science 93, 102974.

CALL L, et al. 2020b: Impact of environmental conditions on the occurrence of ATIs in bread wheat. In: Bericht 70. Tagung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 25.-27. Nov., BAL Gumpenstein, Irdning, 31-32.

CALL L, et al. 2021: Synthesis and accumulation of amylase-trypsin inhibitors and changes in carbohydrate profile during grain development of bread wheat (*Triticum aestivum*). BMC Plant Biology 21, 113.

KISSING KUCEK L, et al. 2015. A grounded guide to gluten: How modern genotypes and processing impact wheat sensitivity. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 14, 285-302.

WIESER H, et al. 2020: The two faces of wheat. Frontiers in Nutrition 7, 517313.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenzüchtung, Konrad Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln

[2] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[3] Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Lebensmitteltechnologie, Muthgasse 18, A-1190 Wien

[*] Ansprechpartner: Dr. Lisa Call, lisa.call@boku.ac.at

ALVA-FÖRDERPREIS

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-, VETERINÄR- UND AGRARWESEN

Der erweiterte Vorstand der
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen
hat in seiner Sitzung vom 2. März 2020 beschlossen

Frau MSc in Eng. Kathrin GRUBER

den

ALVA-Förderpreis 2020

zu verleihen.

Der Vorstand der ALVA bekundet Ihnen hiermit, sehr geehrte
Frau MSc in Eng. Kathrin Gruber,
eine hervorragende Masterarbeit abgefasst zu haben, die jene
Fachgebiete betrifft, die von der ALVA vertreten und bearbeitet
werden und daher für die weitere wissenschaftliche Arbeit
innerhalb der ALVA von großer Bedeutung ist.

Wieselburg, am 4. Oktober 2021

Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN
Präsident

Mag. Astrid PLENK
Vizepräsidentin

Dipl.-Ing. Martin ROGENHOFER
Geschäftsführer

Entwicklung von Brot mit *Cannabis sativa* als zusätzliche Proteinquelle

The development of bread with Cannabis sativa as an additional source of protein

Kathrin Gruber[1*]& Katrin Bach[2]

Einleitung

Durch die steigende Nachfrage nach funktionellen Lebensmitteln steigt das Angebot ernährungsphysiologisch vorteilhafter Backwaren (RAIKOS et al. 2014). Darunter sind vor allem die Proteinanreicherung und die Reduktion FODMAPs-reicher Getreidesorten, wie Roggen oder Weizen, durch Rohstoffe mit niedrigerem Gehalt von zentraler Bedeutung (POJIC et al. 2014, LOPONEN und GÄNZLE 2018). Ein potenzieller Rohstoff dafür ist *Cannabis sativa*.
Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine technologische Charakterisierung, zur Bewertung der Eignung von *Cannabis Sativa* als Rohstoff zur Proteinanreicherung für die Auslobung der Claims „Proteinquelle" und „Proteinreich", von Weizenbrot durchgeführt und geprüft ob die Brote arm an FODMAPs sind (VARNEY et al. 2017).

Material und Methoden

Die Charakterisierung ausgewählter backtechnologischer und sensorischer Eigenschaften sowie die Bestimmung des Gehaltes an Protein und FODMAPs erfolgte mit Hanfprotein, Hanfmehl, Hanfsamenpulver, Hanfsamenschrot, Weizen- und Weizenvollkornmehl. Vier Teige und Brote mit Zusatz von je 1% der Hanfrohstoffe für den Claim „Proteinreich" und drei Teige und Brote mit Hanfzusatz für einen Proteingehalt über 20% für den Claim „Proteinreich" sowie je eine Referenz ohne Hanfzusatz wurden hergestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass das Teigvolumen mit erhöhtem Hanfzusatz signifikant sinkt ($p<0,01$). Die Farbe der Hanfteige und -brote zeigt signifikante Unterschiede zu den Referenzen ($p<0,05$). Je mehr Hanf zugesetzt wird, desto geringer ist die Helligkeit (64,7-43,6) und desto größer ist die Farbdifferenz zur Referenz (1,5-23,5). Mit steigendem Hanfanteil nehmen die Festigkeit und Kaufähigkeit vom Hanfmehl und Hanfsamenpulver signifikant zu, die Elastizität und Kohäsion hingegen ab ($p<0,05$). Die geringsten sensorischen Veränderungen treten durch den Zusatz von Hanfprotein auf. Das Hanfprotein, Hanfmehl und der Hanfsamenschrot zeigen einen geringeren FODMAPs Gehalt als die Weizenmehlmischung. Der Anteil an FODMAPs in den Broten steigt durch höheren Hanfzusatz. Den höchsten Anstieg zeigen die Oligosaccharide (340-365mg/49g Brot), die den Schwellenwert nach Varney et al. (2017) überschreiten und FODMAPs-reich sind (VARNEY et al. 2017). Die FODMAPs nehmen in den Endprodukten im Vergleich zu den Rohstoffen ab.

Zusammenfassung

Durch Zusatz von 1% der Hanfrohstoffe kann der notwendige Proteingehalt für den Claim „Proteinquelle" erreicht werden und die Brote weisen zudem einen niedrigen FODMAPs Gehalt auf. Der erhöhte Hanfzusatz für den Claim „Proteinreich" führt zu einem erhöhtem FODMAPs Gehalt. Die Auslobung als „ballaststoffreich" wäre jedoch möglich. Für FODMAPs-arme und proteinreiche Brote mit Hanf müssten die beiden Weizenmehle durch ein Mehl mit einem niedrigerem FODMAPs Anteil ersetzt werden. Potenzielle Mengenrohstoffe in Kombination mit Hanf sind Dinkel, Hafer, Hirse oder Pseudocerealien. Das Brot mit 10% Hanfprotein zeigt ähnliche sensorische Eigenschaften wie das Referenzbrot und hat somit das höchste Potential. Die Abnahme der FODMAPs in den Broten verdeutlicht die Bedeutung der Fermentation. In der weiteren Forschung wird daher der Fokus auf die Beeinflussung der FODMAPs in Brot durch Starterkulturen und die Dauer der Fermentation gelegt.

Abstract

The aim of the present work was the development of bread with use of Cannabis sativa. The characterisation of chosen technological and sensorial properties, as well as the evaluation of the protein and FODMAPs content was carried out with hemp protein, hemp flour, hemp seed powder, shredded hemp seeds, wheat flour and whole wheat flour. Four different doughs and breads with addition of 1% of the hemp raw materials for the claim "source of protein" were produced. Additionally, three doughs and breads with the required hemp addition for the claim "high protein" were made. The references were without hemp. The results of the present work were that the claim "source of protein" and a low FODMAPs content can be achieved through an addition of 1% hemp. The higher hemp addition for the claim "high protein" resulted conversely in an exceeded FODMAPs content. But these breads could be claimed as high in fiber. The bread with 10% hemp protein has a high potential because it shows similar sensorial properties as the reference. The decrease in FODMAPs within the breads is probably due to the fermentation. That is why further research focuses on the influence of FODMAPs in bread through starter cultures and fermentation.

Literatur

LOPONEN J, GÄNZLE M 2018: Use of Sourdough in Low FODMAP Baking. In: Foods (Basel, Switzerland) 2018, 7 (7).
POJIC M et al.: Bread Supplementation with Hemp Seed Cake, In: J Food Qual 2015, 38 (6), 431.
RAIKOS V, NEACSU M, RUSELL W, DUTHIE G: Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, fava bean, hemp, and buckwheat flours as affected by pH. In: Food science & nutrition 2014, 2 (6), 802.
VARNEY J et al.: FODMAPs: food composition, defining cutoff values and international application. In: Journal of gastroenterology and hepatology 2017, 32 Suppl 1, 53.

Adressen der Autoren

[1] Dietz Consulting e.U., Werndlgasse 1b, 4523 Sierning-Neuzeug

[2] Management Center Innsbruck, Universitätsstraße 15, 6020 Innsbruck

[*] Ansprechpartnerin: Kathrin Gruber M.Sc., k.gruber@dietz-consulting.at

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-, VETERINÄR- UND AGRARWESEN

Der erweiterte Vorstand der
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen
hat in seiner Sitzung vom 10. März 2021 beschlossen

Herrn Dipl.-Ing. Franz KARPF

den

ALVA-Förderpreis 2021

zu verleihen.

Der Vorstand der ALVA bekundet Ihnen hiermit, sehr geehrter
Herr Dipl.-Ing. Franz Karpf,
eine hervorragende Masterarbeit abgefasst zu haben, die jene
Fachgebiete betrifft, die von der ALVA vertreten und bearbeitet
werden und daher für die weitere wissenschaftliche Arbeit
innerhalb der ALVA von großer Bedeutung ist.

Wieselburg, am 4. Oktober 2021

Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN
Präsident

Mag. Astrid PLENK
Vizepräsidentin

Dipl.-Ing. Martin ROGENHOFER
Geschäftsführer

Entwicklung einer UHPLC-Methode zur Bestimmung von Furanen in Kaffeebohnen

Development of a UHPLC method for the determination of furans in coffee beans

Franz Karpf, Anatol Schmidt & Helmut K. Mayer*

Einleitung

Das Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung einer schnelleren UHPLC-Methode zum Nachweis von *Maillard*-Reaktionsprodukten in Kaffeebohnen. Als Analyten wurden 5-Hydroxymethyl-2-furfural (HMF) und seine Metaboliten 2-Furfural (F), 5-Hydroymethyl-2-furansäure (HMFA), 2-Furansäure (FA), 2-Furylmethylketon, (FMC), 5-Methylfurfural (MF) und 5-Chloromethylfurfural (CMF) in Betracht gezogen. Mit der entwickelten Methode sollte dann das Verhalten dieser Stoffe in den Kaffeebohnen anhand von Proben unterschiedlicher Röstzeit dargestellt werden.

Material und Methoden

Probenaufbereitung: 125mg gemahlenen Kaffeebohnen wurden 1,25 mL 0,2 % HCOOH-Lösung und jeweils Carrez I- und II-Lösung hinzugefügt. Durch folgende Zentrifugation wurde anschließend der Überstand in ein neues Gefäß pipettiert. Der feste Rückstand wurde dann zwei weitere Male in 0,5 mL der 0,2 % HOCCH-Lösung extrahiert, und die Überstände jeweils gepoolt. 40 µL dieses Überstandes wurden vor der Injektion in das chromatographische System mit einem RC 4 0,2 µm Filter gereinigt.
Chromatographisches System: Die chromatographische Trennung wurde mit einer *Waters Acquity*™ Ultra-performance LC (UPLC™) System (Waters, Milford, MA, USA) und mit einer *Waters Acquity*™ Ultra-performance LC BEH C_{18} Säule (1,7 µm, 201*50 mm) durchgeführt. Detektiert wurde anschließend mit einem *Waters Acquity*™ Ultra-performance LC TUV-Detektor.
Chromatographische Bedingungen: Die Trennung erfolgte über eine Gradienten-Elution zwischen 0,2 % HCOOH in Wasser und 100 % Methanol bei einer Flussrate von 0,4 mL/min. Die Detektion für HMF, F, FMC, MF/CMF wurde bei einer Wellenlänge von 280 nm, und für HMFA und FA bei 255 nm durchgeführt.
Validierung: Die Kalibrationsgerade wurde im Bereich 0,1 µM erstellt. Die Linearität wurde mittels R^2 ausgedrückt. Die Nachweis- und Bestimmungsgrenze wurde aus 10 Ergebnissen von 0,1 µM Standardlösungen gebildet und berechnet. Die Präzision wurde mittels Wiederholpräzision (n=6, d=1) und Vergleichspräzision (n=3, d=4) bestimmt. Die Wiederfindung (Bias) wurde mit dem Ansatz von gespikten Proben festgestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Die finalisierte Trennmethode ermöglichte die Analyse von HMF, HMFA, F, FA, FMC und MF/CMF in Kaffeebohnen, wobei MF und CMF nicht voneinander getrennt werden konnten und gemeinsam eluieren (siehe Abbildung 1). Zusätzlich zu den Furanen kann auch Chlorogensäure (3-CQA) und Koffein (CAF) bestimmt werden. Es wurde auch versucht, 5-Sulfooxymethylfurfural (SMF) zu bestimmen, jedoch eluiert der Analyt zu früh aus dem System.

Die ermittelten Validierungsdaten sind in Tabelle 1 ersichtlich. Die Wiederhol- und Vergleichspräzision der erstellten Methode befindet sich bei fast allen Analyten unter 5 % relativer Standardabweichung. Der Ansatz von WU et al. (2009) zur Bestimmung von HMF ergab im Vergleich eine relative Standardabweichung für die Wiederholpräzision von 3,2 – 7,7 % (n=5), und 4,2 – 8,4 % als Vergleichspräzision (n=5). Diese Werte sind, im Vergleich zu den ermittelten Werten aller Analyten dieser Arbeit, mit 1,86 bis 8,52 % für die Wiederholpräzision und 1,96 bis 9,36 % für die Vergleichspräzision sehr ähnlich. Bei der Bestimmung der Wiederfindung haben die *Maillard*-Analyten einen Wert von mehr als 100 %. Dies könnte aus einem proportionalen systematischen Fehler in der Aufarbeitung oder chromatographischen Trennung resultiert sein. Jedoch zeigt auch WU et al. (2009) in seinem HMF-Bestimmungsansatz eine Wiederfindung von 93,8 bis 110,8 % für HMF in Kaffee. Die ermittelten Werte für

Nachweis- und Bestimmungsgrenze von HMF dieser Arbeit sind vergleichbar zu den Ergebnissen von MURKOVIC und PICHLER (2006), welche sich bei 7 ng/mL für LOD bzw. 23 ng/mL LOQ befinden.

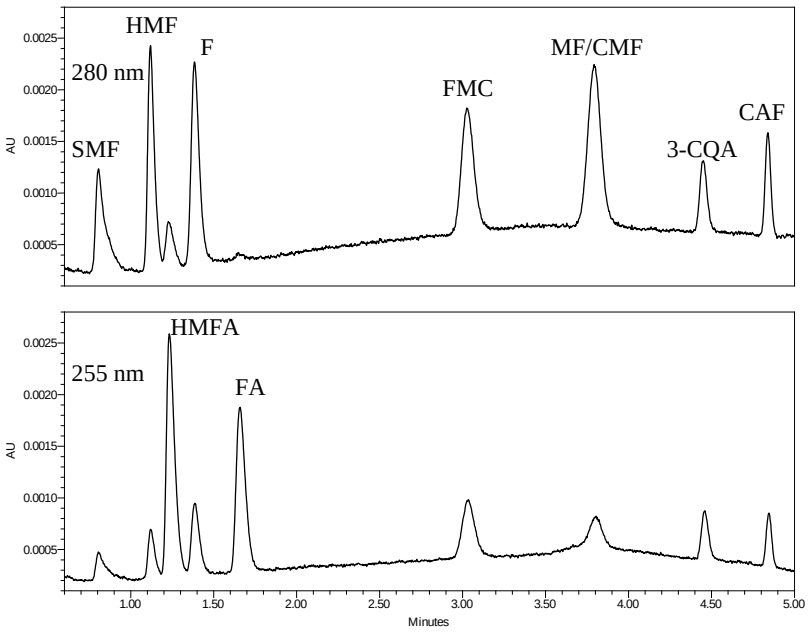


Abbildung 1: **Analyten-Trennung des finalisierten Trennsystems**

Tabelle 1: **Zusammenfassung der Validierungsergebnisse (k‘ – Retentionsfaktor, R – Wiederholpräzision, IP – Vergleichspräzision, R^2 – Linearität, Range – Kalibrationsbereich, LOD – Nachweißgrenze, LOQ – Bestimmungsgrenze, Spike – Aufstock-Konzentration, Recovery – Wiederfindung)**

	HMF	F	FMC	MF[(1)]/CMF[(2)]	HMFA	FA
k´	2,342	3,134	8,024	10,301	2,682	3,949
R [%]	1,86	3,51	8,52	3,98	2,63	3,27
IP [%]	1,96	3,68	9,36	4,28	7,05	3,52
R^2	0,9996	0,9964	0,9986	0,9992	0,9584	0,9951
Range [µM]	0,10 – 7,00	0,10 – 6,99	0,10 – 2,24	0,20 – 4,52	0,10 – 4,95	0,10 – 4,82
Range [mg/kg]	0,20 – 14,12	0,15 – 10,75	0,18 – 3,95	0,35 – 7,95[(1)] 0,46 – 10,44[(2)]	0,23 – 11,26	0,18 – 8,64
LOD [µM]	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,01
LOQ [µM]	0,02	0,03	0,09	0,12	0,08	0,03
LOD [ng/mL]	0,69	0,92	2,83	4,50	3,05	1,37
LOQ [ng/mL]	2,29	3,06	9,44	15,01	10,17	4,56
Spike Lvl 1 [µM]	+52,12	+52,46	+52,37	+91,29	+52,48	+51,43
Recovery Lvl 1 [%]	110,61 ± 4,89	105,11 ± 5,44	110,93 ± 6,20	103,86 ± 5,76	116,12 ± 5,60	106,66 ± 5,47
Spike Lvl 2 [µM]	+78,17	+78,69	+78,56	+136,94	+78,72	+77,15
Recovery Lvl 2 [%]	114,01 ± 3,87	104,43 ± 4,38	111,40 ± 5,92	105,12 ± 3,42	117,49 ± 4,14	107,89 ± 2,85

Abbildung 2 zeigt, dass HMF über den Verlauf der Röstung gebildet und wieder abgebaut wird, und somit keine stabilen Konzentrationen erreicht werden. Die anderen *Maillard*-Analyten bilden sich erst später und schwächer als HMF, und zersetzen sich bei längerer oder stärkerer Behandlung mit Hitze wieder. Man müsste die Röstdauer verlängern, um das genaue Verhalten der anderen Analyten zu bestimmen. MURKOVIC und BORNIK (2007) zeigte in seinem Laborversuch, dass sich HMFA auch wieder bis zu sehr niedrigen Konzentrationen während der Röstung zersetzen kann. Die Kaffeesorte hat dabei wesentlichen Einfluss auf die gebildete Konzentration der Analyten. Daher lassen sich jedenfalls im Nachhinein nur schwer genaue Aussagen über die Art der Röstung anhand der gebildeten *Maillard*-Reaktionsprodukte in gerösteten Kaffeebohnen treffen.

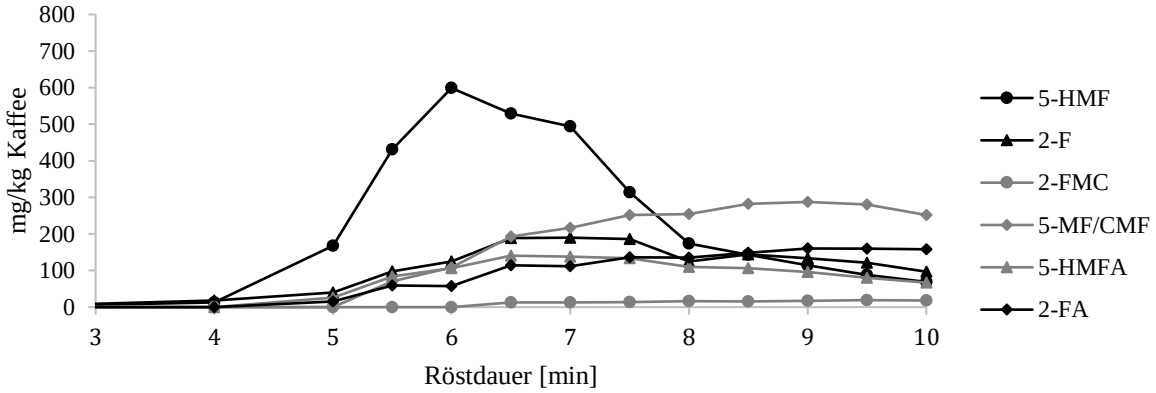


Abbildung 2: **Konzentrationsverlauf von Furanen über den Verlauf der Röstung**

Zusammenfassung

Die finalisierte Trennmethode ermöglicht die Analyse von HMF, HMFA, F, FA, FMC und MF/CMF in Kaffeebohnen. Zusätzlich können auch 3-CQA und CAF mitbestimmt werden. Die Nachweisgrenze der Analyten befindet sich im Bereich von 0,69 bis 4,50 ng/mL, die Bestimmungsgrenze bei 2,29 bis 15,01 ng/mL. Die Ergebnisse der Präzision befinden sich unter 5 % relativer Standardabweichung (Ausnahme HMFA und FMC). Die Wiederfindung von den Furanen liegt bei 104 bis 117 %. Die Analyse von Proben aus Röstserien zeigte, dass die Furane erst im Verlauf der Röstung gebildet werden und über den Verlauf eine maximale Konzentration erreichen. Die Konzentration der gebildeten Furane nimmt jedoch wieder über den weiteren Verlauf ab. Die jeweilige Kaffeesorte hat dabei großen Einfluss auf die gebildete Konzentration der Furane und somit auch über die Endkonzentration nach der Röstung. *Arabica*-Sorten wiesen eine höhere Konzentration an HMF als *Robusta*-Sorten auf, welche auf den Gehalt der Vorläufersubstanzen zurückzuführen sein könnte.

Abstract

The finalized separation method enables the analysis of HMF, HMFA, F, FA, FMC and MF/CMF in coffee beans. Additionally, 3-CQA and CAF can also be determined. The LOD of the analytes range from 0,69 to 4,50 ng/mL, the LOQ at 2,29 to 15,01 ng/mL. The precision results are below 5% relative standard deviation (exception: HMFA and FMC). The recovery of the furans is between 104 and 117%. The analysis of samples from roasting series showed that the furans are formed during the roasting process, and that they reach a maximum concentration. However, the concentration of the furans formed decreases again over the further course. The respective type of coffee has a great influence on the concentration of furans formed, and thus also on the final concentration after roasting. *Arabica* varieties had a higher concentration of HMF than *Robusta* varieties, which could be due to the content of the relevant precursors.

Literatur

MURKOVIC M, BORNIK MA 2007: Formation of 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) and 5-hydroxymethyl-2-furoic acid during roasting of coffee, Molecular Nutrition and Food Research, 51, 390-394.

MURKOVIC M, PICHLER N, 2006: Analysis of 5-hydroxymethylfurfual in coffee, dried fruits and urine, Molecular Nutrition and Food Research, 50, 842-846.

WU JY, SHI ZG, FENG ZG, 2009: Determination of 5-hydroxymethylfurfural using derivatization combined with polymer monolith microextraction by high-performance liquid chromatography, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57, 3981-3988.

Adressen der Autoren

[1] Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, *Arbeitsgruppe Lebensmittelchemie und -authentizität*, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, A-1190 Wien

[*] Ansprechpartner: Ao.Univ.Prof. Dr. Helmut MAYER, helmut.mayer@boku.ac.at

PLENARVORTRÄGE

Digitalisierung in der Landwirtschaft – die Lösung aller Probleme?

Digitalisation of agriculture

Heinrich Prankl

Einleitung

Das gesamte berufliche, private und soziale Leben wurde durch die Möglichkeiten der digitalen Kommunikation massiv verändert. Ein permanenter Zugriff auf Informationen über das Internet, Nachrichten in Echtzeit und die Abwicklung von Vorgängen via Webinar ist Bestandteil unseres Lebens geworden. Dazu kommt eine unglaubliche Flut an Daten, die sowohl durch Menschen, als auch durch Sensoren und Computer (Stichwort „Internet of Things“) produziert werden. Viele Strukturen, beispielsweise in der Verwaltung, in der Ausbildung, aber auch in der Landwirtschaft folgen diesen Veränderungen nur langsam. Eine zu ehrgeizige und dynamische Umstellung eingefahrener Strukturen führt auch zu zusätzlichen Problemen und hilft nur bedingt, die bestehenden Herausforderungen zu lösen. Ist die Digitalisierung nun die Lösung aller Probleme, ist sie die große Chance, ist sie Fluch oder ist sie Segen?

Die Herausforderungen in der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft steht vor vielen Herausforderungen, die von den Rahmenbedingungen getrieben sind. Die oftmals als Megatrends bezeichneten großen Trends charakterisieren gleichsam den Treiber der Entwicklung. Der Klimawandel ist in den Köpfen der Gesellschaft angekommen. Andauernde Trockenheit auf der einen Seite, Starkregenfälle, Hagel, Überflutungen und damit massive Ernteausfälle auf der anderen Seite sind Wetterereignisse, die nicht kalkuliert, geschweige denn beeinflusst werden können. Bodenversiegelung und CO_2-Eintrag in die Atmosphäre sind global das große Problem, spielen aber auf einzelbetrieblicher Ebene nur wenig Rolle. Umso wichtiger ist es daher, das Augenmerk auf einen nachhaltigen Boden-Wasserhaushalt zu richten und auch die Erosionsgefahr soweit als möglich hintanzuhalten.

Die umweltrelevanten Ziele der Europäischen Kommission, allgemein als Green-Deal-Ziele bekannt, beschreiben einen generellen Trend zu einer ökologischen, umweltgerechten Wirtschaftsweise in der Landwirtschaft. In der Farm2Fork-Strategie hat die Europäische Kommission ambitionierte Ziele festgelegt: Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmittel um 50% sowie des Düngereinsatzes um 20% bis 2030. Dies erfordert jedoch ein Bündel an Maßnahmen, die umgesetzt und auch finanziert werden müssen. Die Änderung der Ernährungsgewohnheiten hin zu weniger Fleischkonsum und höheren Anteil an pflanzlichen Produkten sowie das stärkere Bewusstsein regionaler Produkte wird die Urproduktion ebenfalls verändern. Dabei spielt natürlich die Preisgestaltung im Supermarktregal und das Marketing eine wichtige Rolle. Die Digitalisierung des Produktionsprozesses verschafft eine bessere Übersicht aber auch eine höhere Transparenz. Was für den Konsumenten grundsätzlich von Vorteil und zu begrüßen ist, erhöht aber auch den Druck auf die Landwirtschaft als Urproduzent.

Damit Produktionskosten nicht explodieren, muss jede Neuinvestition in Maschinen oder Gebäude sehr sorgfältig überlegt werden. Vor allem aus Kostengründen ist für eine gute Auslastung von Maschinen zu sorgen, was oftmals einen überbetrieblichen Einsatz erfordert. Die Inanspruchnahme von Servicedienstleistungen (Maschinenring, Lohnunternehmer, usw.) ist deshalb vielfach sinnvoll, erfordert aber eine gute Abstimmung erhöht die gegenseitige Abhängigkeit.

Insbesondere bei Intensivkulturen hat sich der Mangel an qualifizierten Arbeitskräften stark bemerkbar gemacht. Bleiben die Erntehelfer aus, kann besteht die Gefahr, die Ernte nicht rechtzeitig einfahren zu können. Auch die Überalterung der landwirtschaftlichen Bevölkerung ist ein zunehmendes Problem. Etwa 1/3 der Landwirtinnen und Landwirte sind in Europa über 65 Jahre alt (EUROSTAT 2018). Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden von der Preis- und Förderpolitik der Agrarmärkte sowie von den Kosten der Betriebsmittel, Gebäude, Maschinen, usw. bestimmt. Insbesondere bei kostenintensiven Investitionen gilt es die richtigen Entscheidungen zu treffen und die Finanzierung auch langfristig zu gewährleisten.

Was hat dies nun mit Digitalisierung zu tun und welchen Beitrag kann sie bei den großen Herausforderungen leisten?

Die neuen digitalen Möglichkeiten

Die Digitalisierung ist natürlich kein Selbstzweck, sondern lediglich ein Hilfsmittel, um z.B. die Produktivität zu optimieren, die Effizienz zu verbessern oder ökologischer zu wirtschaften. Die Möglichkeiten der Elektronik und Datenkommunikation sind deswegen so vielfältig geworden, weil in fast jedem neuen Gerät oder in jeder neuen Maschine eine mehr oder weniger leistungsfähige Elektronik eingebaut ist. Umfangreiche Sensortechnik und kostengünstige Netzanbindung produzieren Daten in großem Stil. Moderne Traktoren und Geräte verfügen über eine Vielzahl an Sensoren, die für die Überwachung des Betriebszustandes sowie für die Fahrzeugsicherheit notwendig sind. Die Messwerte der Sensoren können aufgezeichnet und ausgewertet werden. Ist ein GNSS-Empfänger (global navigation satellite system) vorhanden, so können die Messwerte auch georeferenziert werden. Auch sind verfahrenstechnische Auswertungen, z.B. die Arbeits- bzw. Flächenleistung, Fahr- und Wendezeiten u.a.m., möglich. Damit lässt sich die Arbeit nicht nur genau dokumentieren, sondern auch Abrechnungen automatisieren.

Eine durchgängige, ortsunabhängige Anbindung an das Internet wird immer wichtiger. Je nach geforderter Bandbreite und Latenzzeit stehen verschiedene Technologien zur Verfügung. In Innenbereichen, am Hof und zunehmend auch in verbautem Gebiet sind W-LAN-Netzwerke verfügbar. Ansonsten wird meist auf ein Cellular-Netzwerk (GSM, LTE und zukünftig 5G) zurückgegriffen. Wird nur eine geringe Datenrate benötigt, wie z.B. bei stationären Sensoren oder lokalen Wetterstationen, dann sind Funknetzwerke (Low Power Wide Area Network, wie LoRaWAN, NB-IoT, SigFox,..) sinnvoll.

Die Anbindung von Sensoren bzw. Elektronik auf Maschinen an das Internet ermöglicht die breite Sammlung und Aufzeichnung von Daten. Diese sollten dann natürlich auch ausgewertet und zu Informationen weiterverarbeitet werden. Eine intelligente Auswertung von Betriebsdaten bildet den eigentlichen Wert der Digitalisierung. Dazu sind zwei wesentliche Voraussetzungen notwendig: einerseits eine automatisierte Zugriffsmöglichkeit auf Datenbanken, andererseits eine an die betrieblichen Bedürfnisse angepasste Auswertesoftware.

In der Landwirtschaft haben sich mittlerweile umfangreiche Software- bzw. App-Bibliotheken gebildet. Programme für das betriebliche Management werden unter dem Begriff Farmmanagementsysteme (FMS) bzw. Farmmanagement- und Informationssysteme (FMIS) zusammengefasst. Zentrale Funktion eines FMS für Feldbewirtschaftung ist die Ackerschlagkartei. Dabei können die zu bearbeitenden Ackerflächen angelegt und mit entsprechenden Maßnahmen bedacht werden. Diese grundlegende Funktion erlaubt die Planung, die manuelle oder automatische Dokumentation der ausgeführten Maßnahmen und nachfolgenden Auswertungen.

Die Bibliotheken von landwirtschaftlichen Anwendungen in App-Stores sind fast unüberschaubar. Der Nachteil der meisten Anwendungen besteht jedoch darin, dass sie Insellösungen sind. Eine fehlende Vernetzungsmöglichkeit mit einer automatischen Anbindung an Datenbanken über sogen. APIs (= Application Programming Interface) macht eine effiziente Nutzung von großen Datenmengen unmöglich. Deshalb haben sich am Markt verschiedene Lösungen entwickelt, die eine Vernetzung verschiedener Systeme unterstützen ([AGRIROUTER], [DATACONNECT], u.a.m.). Auch der Ruf nach einer zentralen Datenplattform für die Verwaltung landwirtschaftlicher Daten wird immer lauter. Auf europäischer Ebene ist im „Digital Europe Programme“ die Entwicklung von gemeinsamen Datenräumen geplant [Common European Data Spaces]. In Deutschland wurde von Fraunhofer IESE eine Machbarkeitsstudie zum Aufbau einer staatlichen Datenplattform in der Landwirtschaft durchgeführt [BARTELS 2020].

Basierend auf den verfügbaren technologischen Möglichkeiten haben sich bereits eine Reihe von Anwendungen etabliert. Ziel des sogenannten „Precision Farming“ ist eine standortgerechte, kleinräumige Bewirtschaftung der Kulturen. Teilflächenspezifische Anwendungen, z.B. im Bereich der Düngung, sind mittlerweile weit verbreitet.

Viele Technologien werden heute bereits verwendet. Gemäß einer aktuellen Umfrage erreichen dabei digitale Lösungen zur Dokumentation, Messenger Dienste, Pflanzenschutz-Warndienst und Wetterdienste die höchsten Nutzungsraten (MAYR 2021). Welche Technologie bzw. welche Softwarelösung auf einem Betrieb sinnvoll ist, kann nicht pauschal beantwortet werden, sondern hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Im Folgenden wird eine vernünftige Herangehensweise an die Digitalisierung beschrieben, die dabei helfen soll, die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Der Einstieg in die Digitalisierung

Die wesentliche Fragestellung aus der Sicht eines Betriebsleiters ist, ab wann, wie und in welchem Umfang digitale Lösungen genutzt werden sollen, damit ein möglichst großer Nutzen erzielt werden kann und sich der Aufwand in den Einstieg auch lohnt. Die folgenden fünf Thesen sollen bei der Entscheidung helfen.

These 1: Digitalisierung muss einen Nutzen stiften: Die Methoden der Digitalisierung sind ein Werkzeug für einen bestimmten Zweck und müssen daher mittelfristig einen Vorteil bzw. Nutzen bringen. Wenn ein Farmmanagementsystem angeschafft werden soll, um Feldarbeiten besser planen zu können, müssen die neuen Funktionen einen betrieblichen Bedarf ansprechen. Dies kann z.B. die Erfüllung von Dokumentationspflichten, der schnelle und mobile Zugriff auf betriebliche Informationen oder gezielte Auswertung als Grundlage faktenbasierter Entscheidungen sein.

These 2: Digitalisierung erfordert umfassendes landwirtschaftliches Wissen: So wie sich die Hersteller von Landmaschinen mit den Anforderungen z.B. des Bodens oder der Pflanze auseinandersetzen müssen, um gute Maschinen zu bauen, so sind auch die Softwarehersteller gefordert, die landwirtschaftlichen Prozesse genau zu analysieren und die Anforderungen zu verstehen, um eine nutzbringende Anwendung zu programmieren. Bei manchen Applikationen fällt auf, dass dieses Hintergrundwissen fehlt und dementsprechend der Nutzen gering ist.

These 3: Digitalisierung heißt Vernetzung: Der größte Vorteil der Digitalisierung ist die Vernetzung. Daten sollen grundsätzlich nur ein einziges Mal von einem System erfasst oder in einen Computer eingegeben werden. Danach können sie beliebig weiterverarbeitet werden. Durch Kombination verschiedener Daten (z.B. Satellitendaten, Wetterdaten, Bodendaten) entstehen hochwertige Funktionen und damit ein Mehrwert der Digitalisierung.

These 4: Digitalisierung muss einfach anwendbar sein: Ein großes Hindernis bei neuen Anwendungen ist oftmals die Bedienbarkeit. Manche Funktionen verstecken sich in Untermenüs und sind schwer zu finden. Für eine optimale Einstellung sind oftmals viele Bedienschritte notwendig. Je professioneller und umfangreicher eine Anwendung ist, desto höher ist auch der Einschulungsaufwand. Dies wiederum reduziert aber die Anzahl der interessierten Anwender. Ist eine Software kompliziert und wird nur selten benutzt, ist eine neue Einarbeitung notwendig.

These 5: Digitalisierung muss auch für kleinere Betriebe leistbar sein: Die Einführung von Precision Farming-Technologien, wie Applikationskarten, Sensortechnik, oder Farm- bzw. Herdenmanagementsysteme ist meistens kostspielig und daher nur für größere Betriebe rentabel. Digitale Anwendungen können aber besser skaliert und daher an die Betriebsgröße angepasst werden, als z.B. Maschinen. Das Ziel muss daher sein, dass auch kleine Betriebe in den Genuss von innovativen Anwendungen kommen.

Der Vorteil einer zunehmenden Digitalisierung ist unumstritten. Eine gute Dokumentation der betrieblichen Abläufe erleichtert die Beratung. Der Vergleich des Betriebserfolges mit ähnlichen Betrieben oder mit dem Durchschnitt (benchmarking) hilft beim Auffinden von Schwächen, verbessert faktenbasierte Entscheidungen und ermöglicht somit Optimierungsschritte.

Risiken der Digitalisierung

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass mit der zunehmenden Digitalisierung auch Risiken verbunden sind. Bei der Umstellung oder Einführung eines neuen, digitalen Systems ist meist mit einem mehr oder weniger großen Einschulungsaufwand zu rechnen. Dabei besteht die Gefahr, dass der Aufwand den (zumindest kurzfristigen) Nutzen übersteigt. Der Umstellungsaufwand darf jedenfalls nicht unterschätzt

werden. Etwaige Inkompatibilitäten sowie das Fehlen entsprechender Schnittstellen verringern den Anwendernutzen weiter. Wenn durch Anbieter Daten gesammelt und ausgewertet werden, so entsteht automatisch eine Abhängigkeit zwischen Anbieter und Kunden. Ein Wechsel des Anbieters ist dann oft schwierig bzw. ohne Datenverlust manchmal unmöglich. Die Anbindung elektronischer Systeme an Datenspeicher bzw. an die Cloud erhöht auch das Ausfallsrisiko. Verbindungsprobleme dürfen jedenfalls nicht zu einem Ausfall des Systems, sondern höchstens zu einer Einschränkung von Funktionalitäten führen. Durch die permanente Anbindung an das Internet ist auch ein potenzielles Risiko gegen Hackerangriffe gegeben. Auch wenn die Hersteller mittlerweile erkannt haben, dass sowohl Maschinen, als auch Datenbanken durch Authentifizierung und Kryptografie zuverlässig gegen Angriffe geschützt werden müssen, ist eine Zunahme des Risikos und auch von derart bedingten Problemen zu erwarten. Ein allfälliger Datenverlust durch fehlende Sicherungsmaßnahmen ist bei cloudbasierten Lösungen kaum ein Problem. Es ist allerdings auch eine Tatsache, dass die zunehmende Digitalisierung von Produktionsprozessen generell die Transparenz erhöht. Die Anforderungen bedingt durch Rückverfolgbarkeit, Dokumentationspflichten oder Qualitätskontrollen erhöhen die Möglichkeiten, den landwirtschaftlichen Produktionsprozess genau zu durchleuchten und damit besser steuerbar zu machen.

Zusammenfassung

Es steht außerfrage, dass die Digitalisierung in der Landwirtschaft, wie in allen anderen Lebensbereichen auch, mehr und mehr Bedeutung erlangt. Arbeiten und Tätigkeiten werden durch die Digitalisierung dokumentiert, eine permanente Verbindung zum Internet gehört zum Standard. Dabei fällt eine Unmenge an Daten an, die auch gezielt ausgewertet und genutzt werden müssen. Nur dadurch wird der eigentliche Nutzen der Digitalisierung erreicht. Eine zunehmende Nutzung von digitalen Möglichkeiten bedeutet nicht selbstverständlich, dass damit auch der Betrieb optimiert wird. Viele Probleme im Detail, Inkompatibilitäten oder mangelnde Vernetzung können dazu führen, dass der Aufwand lediglich erhöht, ein zusätzlicher Nutzen aber nur sehr beschränkt ist. Auf eine einseitige Abhängigkeit zu einem bestimmten Anbieter muss ebenfalls geachtet werden. Deswegen muss immer sehr sorgfältig abgewogen werden, welche neue Technologie genutzt wird bzw. wann sich ein Umstieg lohnt.
Trotz aller Risiken und Einschränkungen steht es außer Frage, dass digitale Tools und Servicedienstleistungen zunehmend Anwendung finden. Der Landwirtin bzw. dem Landwirt sollen mehr Informationen zur Verfügung stehen und sie sollen dabei unterstützt werden, bessere Entscheidungen zu treffen.

Abstract

There is no question that digitization in agriculture, as in all other areas of life, is becoming more and more important. Agricultural work is documented by digitization, a permanent connection to the Internet is standard. This results in a huge amount of data. Data have to be evaluated and used in a targeted manner. This is the only way to achieve the real benefits of digitization. An increasing use of digitization does not necessarily mean that farm management is optimized. Many problems in detail, incompatibilities or a lack of cross linking can lead to the fact that the effort is increased but an additional benefit is only very limited. Attention must also be paid to a one-sided dependency on a specific provider. That is why it must always be carefully weighed up which new technology is used and when it is worth making the switch.
Despite all the risks and limitations, there is no question that digital tools and services are increasingly being used. The farmer should have more information available and they should be supported in making better decisions.

Literatur

EUROSTAT 2018: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20180719-1, abgerufen am 19.08.20213
https://my-agrirouter.com/
DATACONNECT: https://www.claas-group.com/press-corporate-communications/press-releases/cnh-industrial-joins-dataconnect-/2106282
Common European Data Space: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data

BARTELS, N., et.al.: Machbarkeitsstudie zu staatlichen digitalen Datenplattformen für die Landwirtschaft; IESE-Report Nr. 022.20/D Version 1.1 – final, 21. Dezember 2020
MAYR, J. (2021): Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung in der österreichischen Landwirtschaft, Pressekonferenz vom 29. Juli 2021, KeyQUEST Umfrage.

Adresse des Autors

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Francisco Josephinum, Rottenhauser Straße 1, 3250 Wieselburg

Rahmenbedingungen und Perspektiven im zukünftigen Pflanzenschutz

Framework and perspectives of future plant protection

Jens Karl Wegener

Einleitung

Aus technischer Sicht bestand die Aufgabe bei der Applikation von chemischen Pflanzenschutzmitteln jahrzehntelang in einer möglichst gleichmäßigen Verteilung des Wirkstoffs im gesamten Pflanzenbestand bei gleichzeitiger Minimierung von Verlusten auf Nicht-Zielflächen. Die heutige Applikationstechnik erreicht diese Zielsetzung mit größtmöglicher Präzision. Ein Blick auf moderne Feldspritzgeräte enthüllt eine Vielzahl verschiedener Systeme, Bauteile und Informationsquellen (Abbildung 1), die Komfort und Sicherheit erhöhen, Bedienfehler unterbinden und neben der Präzision auch die Effizienz steigern (WEGENER 2014, 2016 & 2018). Dadurch können auch die Risiken für Anwender, Nebenstehende, Anwohner, Konsumenten und den Naturhaushalt auf ein Minimum gesenkt werden.

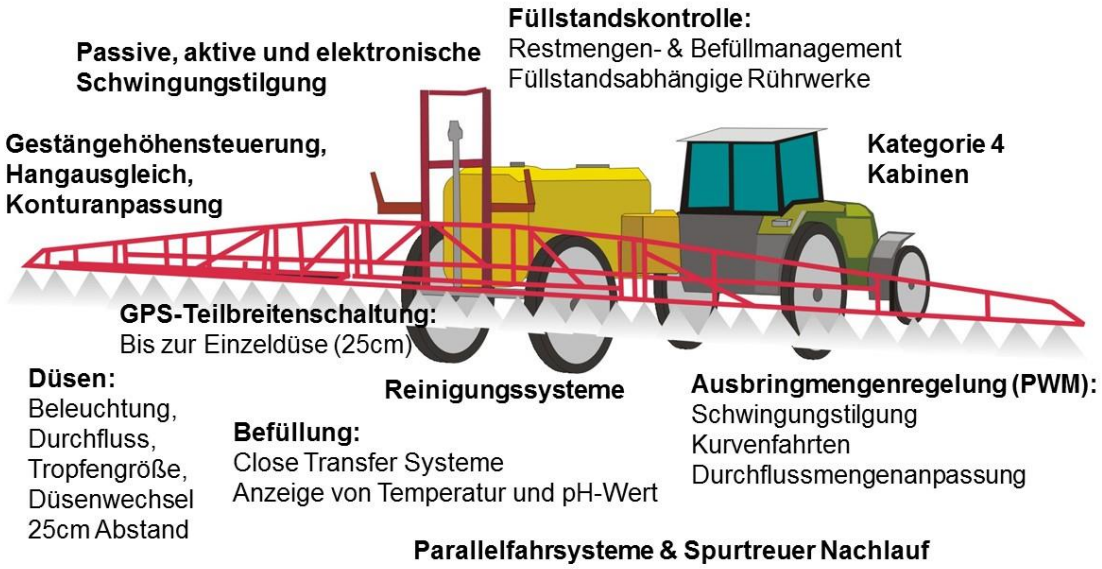


Abbildung 1: **Ausstattungsmöglichkeiten moderner Feldspritzgeräte.**

Vor mehr als 30 Jahren wurde mit der Idee der teilflächenspezifischen Applikation ein neues Ziel definiert: es sollen nur noch dort spezifische Pflanzenschutzmittel appliziert werden, wo auch tatsächlich (unterschiedliche) Schadereignisse drohen. Diese neue Strategie erfordert zwei zusätzliche Komponenten: Spezifische Informationen über das Auftreten und die Verbreitung unterschiedlicher Schadorganismen, um auf dieser Grundlage Applikationskarten zu erstellen sowie ein Spritzgerät, das unterschiedliche Pflanzenschutzmittel unabhängig voneinander applizieren kann, um die Applikationskarten abzuarbeiten.

Auf der Agritechnica 2017 wurde ein Gerät zur Direkteinspeisung vorgestellt (Abbildung 2), mit dem unterschiedliche Pflanzenschutzmittel getrennt voneinander ausgebracht werden können. Bei diesem System konnten zuvor bekannte Probleme solcher Direkteinspeisungssysteme wie z.B. zu große Verzögerungszeiten, mangelnde Dosiergenauigkeit oder Probleme bei der Geräteinnenreinigung praxistauglich gelöst werden (WEGENER et al. 2016). Der Bereich der Sensorik zur Schaderregererfassung und –verbreitung hat die Praxistauglichkeit jedoch noch nicht erreichen können. Neue Untersuchungen zeigen jedoch auf, dass ein teilflächenspezifischer Pflanzenschutz zumindest prinzipiell technisch umsetzbar ist (POHL et al. 2019).

Abbildung 2: **Mehrkammer Feldspritzgerät zur Direkteinspeisung von bis zu fünf verschiedenen Pflanzenschutzmitteln.**

Ein weiterer Ansatz für mehr Sicherheit, Präzision und Effizienz stellt das Management des Gesamtprozesses dar. In dem Projekt Assistenzsystem[1] wird derzeit ein digitales Werkzeug erarbeitet, mit dem der Anwender durch die Planung, Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation des Pflanzenschutzprozesses begleitet wird. Es unterstützt den Anwender z.B. bei der Einhaltung der mittelspezifischen Anwendungsbestimmungen zum Anwender- und Umweltschutz, bindet Prognosetools ein, zeigt Applikationskosten auf, nutzt Realdaten zur Hilfestellung bei der Umsetzung der guten fachlichen Praxis und ist in der Lage, die gesamte Applikation vollautomatisch zu dokumentieren (POHL et al. 2020a & 2020b).

Trotz all dieser Fortschritte stellt sich die Frage, wie zukunftsfähig die bekannten Strategien der Landwirtschaft weiterhin sein werden. Die technische Strategie des „schneller, größer, weiter" stößt mittlerweile an viele Grenzen; Grenzen z.B. der Straßenverkehrsordnung, des Bodenschutzes oder der gesellschaftlichen Akzeptanz. Die Möglichkeiten chemischer Pflanzenschutzstrategien sind vor dem Hintergrund der aktuellen Zulassungssituation, der Resistenzproblematik sowie der mangelnden Aussicht auf neue Wirkstoffe ebenfalls zu hinterfragen. Alternative Verfahren können sich derzeit nur in Ausnahmefällen am Markt erfolgreich etablieren (z.B. Ausbringung von Trichogramma mit UAV) oder erleben derzeit durch technologische Weiterentwicklung der Sensortechnik eine Renaissance wie die mechanische Unkrautbekämpfung (RUEDA-AYALA et al. 2010 & 2015, SABER et al. 2013, KUNZ et al. 2016, PERUZZI et al. 2017, STEWARD et al. 2019). Entwicklungen wie das Elektroherbizid (DIPROSE & BENSON 1984, VIGNEAULT & BENOIT 2001, BOND et al. 2003) müssen sich dagegen erst noch am Markt etablieren und ihre Vorteile unter Beweis stellen.

Vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Forderungen nach einer umweltschonenderen Agrarproduktion sowie einer gleichzeitig wachsenden Weltbevölkerung, wird die Umsetzung einer nachhaltigen Produktivitätssteigerung zukünftig unumgänglich sein. Fraglich bleibt, ob die dafür notwendigen Produktionssysteme der Zukunft durch einfaches Fortschreiben der bisherigen Strategie „schneller, größer, weiter" erreicht werden können. Ökonomische Vorteile lassen sich durch technische Entwicklungen wie z.B. die elektronische Deichsel (ZHANG et al. 2010) oder durch autonom agierende Großtraktoren (BOCHTIS

[1] Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

et al. 2019) weiter generieren. Ob dies auch für ökologische und soziale Aspekte gilt, sei dahingestellt. Dafür sind aus Sicht des Autors andere als die bisherigen Strategien notwendig. Nachhaltige Produktivitätssteigerung bedeutet zum einen mit weniger Ressourcen (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Saatgut, Energie, Arbeitskraft etc.) mehr Ertrag zu erzeugen. Zum anderen soll diese nachhaltige Produktivitätssteigerung aus gesellschaftlicher Sicht gleichzeitig mit Zielen wie z.B. mehr Biodiversität, Vernetzung von Habitaten, Trinkwasser- und Umweltschutz in den Agrarlandschaften einhergehen.
Diese hohen Anforderungen sind eigentlich nur dann realistisch umsetzbar, wenn bei der Pflanzenproduktion neue Wege beschritten werden: Die Hypothese lautet, dass bislang vorwiegend die Technik die Gestaltung der Pflanzenbausysteme bestimmt hat. Nachhaltige Produktivitätssteigerung unter den genannten gesellschaftlichen Nebenbedingungen wird dagegen nur möglich sein, wenn stattdessen die Nutzpflanzen in den Mittelpunkt der Produktionssysteme gerückt werden und vier wesentliche Eckpfeiler Beachtung finden:

1. Verbesserte Zuordnung von Kulturpflanzen zu Standorten
2. Optimierte räumliche und zeitliche Nutzung von Ressourcen
3. Effizienterer Gebrauch von Agrarchemikalien
4. Stärkung funktionaler Elemente auf Landschaftsebene

Verbesserte Zuordnung von Kulturpflanzen zu Standorten – das Prinzip „Spot Farming“

Höhere Erträge und Qualitäten sowie ein effizienter Ressourceneinsatz lassen sich dort erzielen, wo die jeweiligen Kulturpflanzen bestmöglich zum Standort passen. Kulturen wie beispielsweise Wein, Kartoffel oder Zuckerrüben werden i.d.R. nur auf solchen Standorten angebaut, die für diese Kulturen entsprechend günstige Eignungen aufweisen. Dieses Prinzip gilt aber eigentlich ausnahmslos für alle Kulturpflanzen und wird oftmals missachtet – Pflanzenschutz, Düngung und Bewässerung machen es möglich.
Landwirtschaftlich genutzte Flächen sind in ihren Eigenschaften z.B. hinsichtlich Bodenart, Ertrag, Wasserversorgung, Höhenprofil, geografische Ausrichtung, Erosionspotenzial etc. oftmals heterogen. Trotzdem erfolgt die Bewirtschaftung innerhalb der Schlaggrenzen weitgehend einheitlich. Viele Informationen über Schlageigenschaften liegen heute bereits (in unterschiedlichen Qualitäten, Zugänglichkeiten und Formaten) in digitaler Form vor, so dass kleinräumige Unterschiede durch Informationsüberlagerung berücksichtigt werden können. Auf diese Art werden innerhalb eines heterogenen Schlags „Spots“ definiert, die weitestgehend homogene Eigenschaften haben (Abbildung 3). In einem ersten Schritt könnte diese Information zur teilflächenspezifischen Bestandsführung genutzt werden. Denkbar wäre jedoch auch eine unabhängige Bewirtschaftung einzelner Spots mit jeweils angepassten Fruchtfolgen (WEGENER et al. 2017).

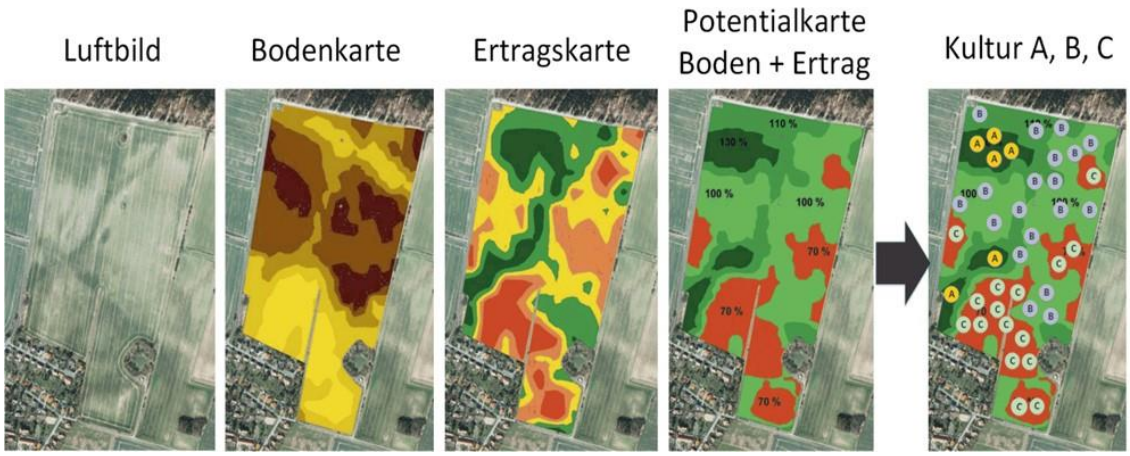


Abbildung 3: **Definition von Spots durch Informationsüberlagerung an einem einfachen Beispiel mit Informationen über Bodenarten und Erträge.**

Optimierte räumliche und zeitliche Nutzung von Ressourcen

Die Gleichstandsaat ist eine Methode, um den Konkurrenzdruck zwischen den Kulturpflanzen zu minimieren. Sie maximiert den ober- und unterirdischen Standraum der Einzelpflanze und sorgt dafür, dass diese so viel wie möglich Zugriff auf die Ressourcen Licht, Wasser und Nährstoffe erhalten. Aufgrund der räumlichen Verteilung können die erforderlichen Saatgutmengen deutlich reduziert werden. Dadurch wird auch wesentlich weniger Beizmittel benötigt, so dass die Gleichstandsaat zum Ziel der Ressourceneinsparung beiträgt. Zudem erlaubt die Matrix der Gleichstandsaat prinzipiell die Bearbeitung in verschiedenen Richtungen des Bestands (Abbildung 4), so dass auch Unkräuter innerhalb der Reihen (Intra-Reihenbereich) ohne großen technischen Aufwand mechanisch entfernt werden könnten. Dies erfordert Technik zur präzisen Ablage von Saatgut sowohl im Verband (2D) als auch in der Tiefe (3D).

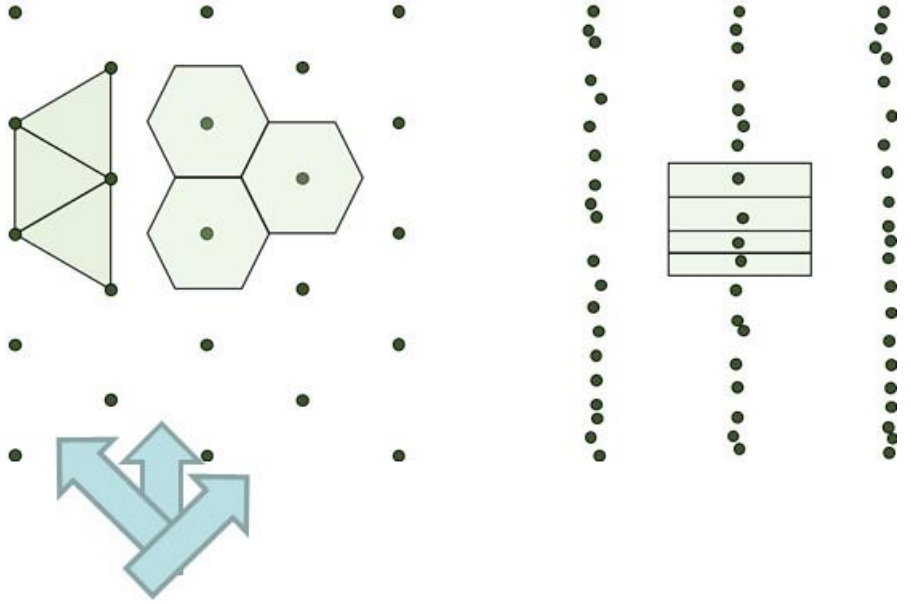


Abbildung 4: **Prinzipieller Vergleich zwischen Gleichstandsaat (links) und Drillsaat (rechts).**

Zweijährige Parzellenversuche am Julius Kühn-Institut konnten leider nicht belegen, dass eine Reduzierung der Aussaatstärke im Winterweizen von 350 (konventionelle Drillsaat) auf 150 (Gleichstandsaat) Körner pro Quadratmeter zu statistisch signifikanten Mehrerträgen führen (KOTTMANN et al. 2019). Dass die eigentlich erwarteten positiven Ertragseffekte (vgl. Ohe et al. 2016, Kristensen et al. 2006) ausblieben, wird zum Teil auch darauf zurückgeführt, dass es derzeit noch keine Sorten gibt, die speziell für die Bedürfnisse der Gleichstandsaat gezüchtet wurden. Weder sind die Eigenschaften der geeigneten Sorten für Gleichstandsaat bekannt noch die optimale Aussaatmenge pro Quadratmeter. Beides versucht das Julius Kühn-Institut in weiteren Feldversuchen zunächst für Getreide, später auch für andere Kulturen, herauszufinden. Des Weiteren haben diese ersten Tastversuche jedoch bestätigt, dass die Gleichstandsaat tendenziell zu weiteren positiven Effekten führen kann:

- Homogenere Bestandsentwicklung und -abreife
- Besseres Unkrautunterdrückungsvermögen
- Besseres Bestandsklima
- Weniger Lager durch stärkere Einzelpflanzen

Diese Beobachtungen gilt es in weiteren Feldversuchen statistisch zu untermauern. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass eine präzise mechanisierte Gleichstandsaat nur durch langsame Überfahrten <1,5 km/h erreicht werden kann.

Effizienterer Gebrauch von Agrarchemikalien

Das heutige Ziel bei der Düngung und im Pflanzenschutz liegt in der teilflächenspezifischen Anwendung. In einem zukunftsfähigen Pflanzenbausystem sollte die ausgebrachte Menge aus Gründen der Effizienz sowie dem Schutz des Naturhaushalts auf das absolut notwendigste reduziert werden. Dies

wird nur möglich, wenn sich die Düngung über den gesamten Vegetationsverlauf zeit- und mengenmäßig am lokalen Wettergeschehen und an den Bedürfnissen der Einzelpflanzen orientiert. Dabei sollten die Düngemittel lokal so ausgebracht werden, dass diese möglichst vollständig von den Pflanzen aufgenommen werden, ohne dass es zu Verlusten durch Auswaschung oder Oberflächenabfluss kommt. Dies gilt auch für die Applikation von Pflanzenschutzmitteln, die sich ausschließlich nach dem Schadschwellenprinzip orientieren sollte. Dazu ist ein permanentes Monitoring der Bestände vonnöten. Des Weiteren erfordert dies Techniken zur kleinräumigen Applikation von Pflanzenschutzmitteln sowie zur präzisen Ablage von Düngemitteln auf (oder besser wurzelnah in) den Boden.

Stärkung funktionaler Elemente auf Landschaftsebene

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Rekultivierung und Stärkung funktionaler Elemente in der Landschaft: Gräben, Hecken, Blühstreifen o.ä. stellen nicht ausschließlich Hindernisse bei der Arbeit mit großer, moderner Agrartechnik dar! Sie fördern Biodiversität und tragen zur Vernetzung von Habitaten in der Kulturlandschaft bei. Sie drainieren die Flächen und Schützen diese (bei ausreichender Dichte) vor den Auswüchsen von Wind- und Wassererosion. Diese Schutzfunktionen erhalten unter den Vorzeichen zukünftiger Extremwetterereignisse ganz neuen Stellenwert und können zur stärkeren Resilienz von Pflanzenbausystemen beitragen.

Technische Umsetzung

Heutige Verfahrenstechnik wird nicht in der Lage sein, die amorphen Strukturen des Spot-Farming mit all ihren Herausforderungen zu meistern. Dies wird voraussichtlich nur durch kleine, autonome Maschinen möglich, die in Schwärmen arbeiten und sich eigenständig koordinieren. Ihre vermeintliche Schwäche – klein und langsam – wird zum Vorteil, denn nur sie können die erforderliche Präzision für ein Einzelpflanzenmanagement oder die Aussaat im Gleichstand erreichen. Ihre mangelnde Schlagkraft wird durch permanente Einsatzbereitschaft, größere Feldarbeitszeitfenster für kleine, leichte Maschinen und durch die mit dem Spot-Farming einhergehende kleinräumig, optimierte Wirtschaftsweise kompensiert. Aufgaben heutiger Großmaschinen wie z.B. dem Mähdrescher, die durch die Kombination verschiedener Verfahren (schneiden, sammeln, dreschen, trennen, häckseln) in einer großen Maschine entstanden sind, können durch Verfahrensauflösung auch durch mehrere kleinere Maschinen erledigt werden. Die kleine autonome Maschine könnte letztlich alle Prozesse durchführen, die vor der Mechanisierung mit der Hand getätigt wurden und die Arbeitskräfte in der Landwirtschaft ersetzen, die zunehmend schwerer zu finden sind.
Im Rahmen des Projektes „Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Pflanzenbausystemen“ (BÖLN 2017) wurde ein Szenario zur Produktion von Winterweizen auf 150ha Fläche mit kleinen autonomen Landmaschinen simuliert. Dazu wurden verschiedene autonome Roboter am Computer konstruiert, die in der Lage sind, die komplette Produktionskette Winterweizen nach der Vorfrucht Mais durchzuführen. Für dieses Technikszenario wurden verschieden Anforderungen formuliert, welche die Roboter erfüllen sollten (Abbildung 5). Im Anschluss wurden die virtuellen Maschinenkonzepte ökonomisch bewertet und mit den Arbeitserledigungkosten pro Hektar heutiger Landmaschinen verglichen.

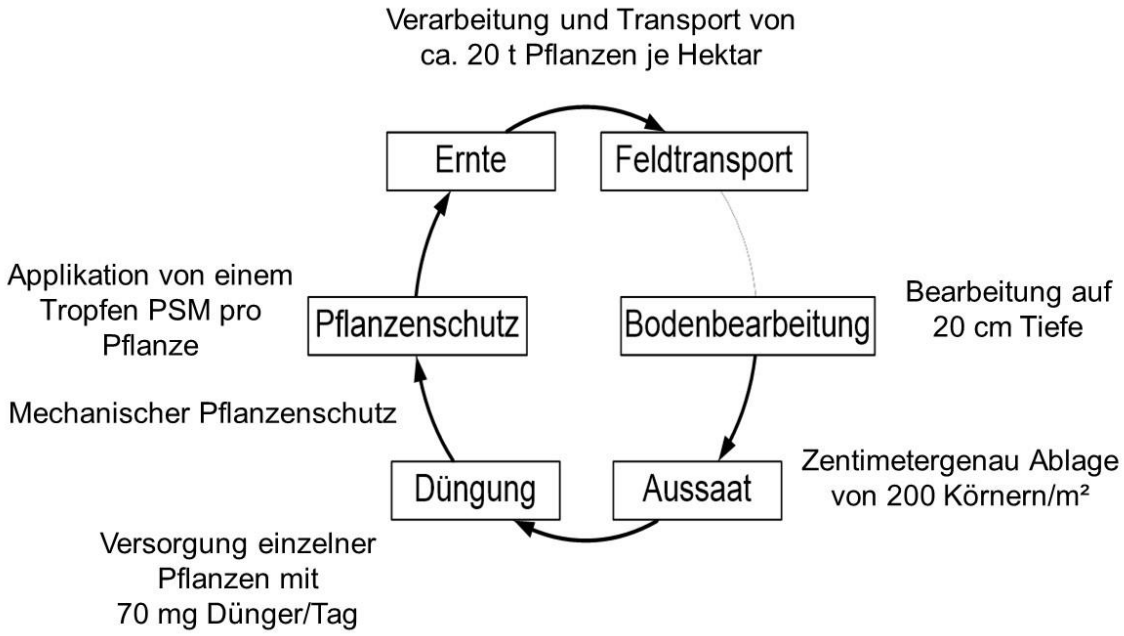


Abbildung 5: **Anforderung an die Produktionskette Winterweizen mit autonomen Robotern.**

Das Ergebnis dieser theoretischen Betrachtung (Abbildung 6) zeigt auf, dass ein solches Szenario mit autonomen Landmaschinen grundsätzlich technisch machbar und ökonomisch darstellbar ist. Die pflanzenbaulichen Vorteile durch die Möglichkeit zur Realisierung neuer Pflanzenbaukonzepte liegen auf der Hand. Das ausführliche Gesamtkonzept mit pflanzenbaulicher, technischer und ökonomischer Bewertung findet sich in WEGENER et al. 2019.

Abbildung 6: **Vergleich der Arbeitserledigungskosten pro Hektar zwischen autonomen Landmaschinenkonzepten und heutiger Landtechnik nach Zahlen des KTBL.**

Zusammenfassung

Obwohl sich die heutigen Pflanzenschutzgeräte auf einem hohen technischen Niveau befinden und aufgrund einer Vielzahl technischer Komponenten und Assistenzsysteme die Risiken für Fahrer, Nebenstehende, Anwohner, Verbraucher und die Umwelt auf ein Minimum reduziert wurden, befindet sich die gesellschaftliche Akzeptanz für den chemischen Pflanzenschutz auf einem Tiefpunkt. Vor diesem Hintergrund müssen neue Strategien – nicht nur für den Pflanzenschutz – sondern für die gesamte Pflanzenproduktion entwickelt werden.
Ein Weg für ein neues Anbausystem ist „Spot Farming“. Bei diesem Ansatz werden alle verfügbaren Daten genutzt, um Pflanzen auf optimierte Weise den Umweltbedingungen zuzuordnen, um die Res-

sourcennutzung auf höchste Effizienz zu bringen und dadurch die Ziele einer nachhaltigen Intensivierung der Pflanzenproduktion zu erreichen. Dieser Ansatz ist jedoch mit den heutigen Maschinen aufgrund viel kleinerer Feldgrößen, amorpher Strukturen und größerer Pflanzenvielfalt nicht realisierbar. Darüber hinaus umfasst dieser Ansatz eine Einzelpflanzenbehandlung, was bedeutet, dass bei landwirtschaftlichen Prozessen viel mehr Präzision erforderlich ist, als wir heute vorfinden. Neue Aussaatmuster wie die Gleichstandsaat erfordern andere Sorteneigenschaften und bieten die Chance, Ertrag und Gesundheit auf den Feldern zu steigern. Methoden aus der Digitalisierung der Landwirtschaft sowie autonome Robotersysteme könnten die technischen Grundlagen für dieses neue Anbausystem bilden. Im Rahmen des Projekts „Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Anbausystemen“ wurde die Machbarkeit des auf diversen Roboterkonzepten basierenden „Spot Farming“ -Ansatzes unter pflanzenbaulichen, technischen und ökonomischen Gesichtspunkten bewertet. Spot Farming hat ein großes Potenzial, zu einer nachhaltigen Intensivierung der Pflanzenproduktion beizutragen und könnte gleichzeitig viele aktuell diskutierte Probleme in der Landwirtschaft lösen.

Abstract

Although today's pesticide application equipment has evolved to a very sophisticated level, being able to minimize risks for operators, bystanders, residents, consumers and the environment due to a wide range of technical components and assistant systems, public acceptance hits the bottom. Against this background, new strategies – not only focussing on plant protection – have to be developed for plant production as a whole.
One way for a new cropping system is what we call „spot farming“. Within this approach all data being available is used to allocate crops to environmental conditions in an optimized way and to adapt the utilization of resources to highest efficiency in order to meet the goals of sustainable intensification of plant production. This approach however, cannot be realized with today's machinery due to much smaller field sizes, amorphous structures and higher diversity of crops. Furthermore, this approach includes single plant specific treatments, which implies the need for much more precision in agricultural processes as we can find today. New seeding patterns require other properties of cultivars opening new possibilities for breeding to increase yield and health on the fields. With the help of new methods from digitalization of agriculture and autonomous robot systems, a disruptive technical approach could be the basis for these new cropping systems. Within our project „With autonomous robots towards new cropping systems“ we assessed the feasibility of the „spot farming“ approach based on divers robot concepts under technical, agricultural and economical views. The feasibility study comes to the result that spot farming has a big potential to contribute to sustainable intensification of crop production, is able to solve a lot of actual problems and that the implementation of different robot concepts for their cultivation is technically feasible and competitive in economical means.

Literatur

BÖLN, 2017: Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Pflanzenbausystemen – Schlussbericht (2017). In: https://orgprints.org/32438/1/32437_14NA004_011_012_thuenen_institut_de_Witte_Land maschinen_Pflanzenbau.pdf, 16.12.19.

BOCHTIS D, SØRENSEN C A G, KATERIS D, 2019: Advances and Future Trends in Agricultural Machinery and Management. In: D. Bochtis, C. A. G. Sørensen and D. Kateris eds. Operations Management in Agriculture, S. 197-208.

BOND W, TURNER R J, GRUNDY A C, 2003: A review of non-chemical weed management. In: https://pdfs.semanticscholar.org/b2a7/c575cfbe4539f4e6fd23e35e944dbee6f96c.pdf.

DIPROSE M F, BENSON F A, 1984: Electrical methods of killing plants. Journal of Agricultural Engineering Research 30, S. 197-209.

KOTTMANN L, HEGEWALD H, FEIKE T, LEHNERT H, KEILWAGEN J, VON HÖRSTEN D, GREEF J M, WEGENER J K, 2019: Standraumoptimierung im Getreideanbau durch Gleichstandsaat. Journal für Kulturpflanzen 71(4), S. 90-94.

KRISTENSEN L, OLSEN J, WEINER J, GRIEPENTROG H W, NORREMARK M, 2006: Describing the spatial pattern of crop plants with special reference to crop–weed competition studies. Field Crops Research 96 (2-3) , S. 207–215.

KUNZ C, WEBER J F, GERHARDS R, 2016: Comparison of different mechanical weed control strategies in sugar beets. 27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung. Braunschweig.

OHE C VON DER, BAUMECKER M, HACHMEISTER R, PETERS J, POTTHAST A, 2016: Einzelkornsaat lohnt bisher nicht. DLZ Agrarmagazin, S. 34-37.

PERUZZI A, MARTELLONI L, FRASCONI C, FONTANELLI M, PIRCHIO M, RAFFAELLI M, 2017: Machines for non-chemical intra-row weed control in narrow and wide-row crops: a review. Journal of Agricultural Engineering 48.

POHL J P, RAUTMANN D, NORDMEYER H, VON HÖRSTEN D, 2019: Direkteinspeisung im Präzisionspflanzenschutz – Teilflächenspezifische Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Gesunde Pflanzen 71 (Suppl. 1), S. 51-55.

POHL J P, VON HÖRSTEN D, WEGENER J K, GOLLA B, KARPINSKI I, RAJMIS S, SINN C, NORDMEYER H, WELLHAUSEN C, KLEINHENZ B, HERRMANN M, DUNEKACKE H, MATTHIESEN A, VON BARGEN F, JAHNCKE D, FEISE D, RÖHRIG M, SANDER R, 2020a: Assistenzsystem für den teilflächenspezifischen Einsatz von Herbiziden. Tagungsband 29. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und – bekämpfung: 3. - 5. März 2020, Braunschweig (Julius-Kühn-Archiv 464).

POHL J P, VON HÖRSTEN D, WEGENER J K, 2020b: Digitales Assistenzsystem zur teilflächenspezifischen Applikation mit Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln. Fokus: Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier; Referate der 40. GIL-Jahrestagung 17. – 18. Februar 2020 in Freising-Weihenstephan.

RUEDA-AYALA V, RASMUSSEN J, GERHARDS R., 2010: Mechanical Weed Control. In: E.-C. Oerke, R. Gerhards, G. Menz and R. A. Sikora eds. Precision Crop Protection - the Challenge and Use of Heterogeneity. Springer Netherlands, S. 279-294.

RUEDA-AYALA V, PETEINATOS G, GERHARDS R, ANDÚJAR D, 2015: A Non-Chemical System for Online Weed Control. Sensors 15, S. 7691-7707.

SABER M N, LEE W S, BURKS T F, MACDONALD G E, SALVADOR G A, 2013: An Automated Mechanical Weed Control System for Organic Row Crop Production. Kansas City, Missouri, July 21 - July 24, 2013. Series; ASABE Paper No. 131593595.

STEWARD B L, GAI J, TANG L, 2019: The use of agricultural robots in weed management and control. Agricultural and Biosystems Engineering Publications 1048.

VIGNEAULT C, BENOIT D L, 2001: Electrical Weed Control: Theory and Applications. In: C. Vincent, B. Panneton and F. Fleurat-Lessard eds. Physical Control Methods in Plant Protection. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

WEGENER J K, 2014: Größer, schneller und präziser. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, S. 106-115.

WEGENER J K, 2016: Neues aus der Pflanzenschutztechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2015. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, S. 1-8.

WEGENER J K, KREBS M, RAUTMANN D, NORDMEYER H, 2016: Teilflächenspezifische Applikation von Pflanzenschutzmitteln – Stand der Technik und aktuelle Herausforderungen. Tagungsband der Tagung Land.Technik für Profis 2016: Pflanzenschutz, S. 33-46.

WEGENER J K, URSO L M, VON HÖRSTEN D, MINßEN T F, GAUS C C, 2017: Neue Pflanzenbausysteme entwickeln – welche innovativen Techniken werden benötigt? Landtechnik 72(2), S. 91-100.

WEGENER J K, 2018.: Neue technische Lösungen für die präzise und sichere Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2017. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, S. 1-7.

WEGENER J K, URSO L M, VON HÖRSTEN D, HEGEWALD H, MINßEN T F, SCHATTENBERG J, GAUS C C, DE WITTE T, NIEBERG H, ISERMEYER F, FRERICHS L, BACKHAUS G, 2019: Spot Farming – an alternative for future plant production. Journal für Kulturpflanzen 71 (4), S. 70-89.

ZHANG X, GEIMER M, NOACK P O, EHRL M, 2010: Elektronische Deichsel für landwirtschaftliche Arbeitsmaschine - Auf dem Weg nach autonomen Landmaschinen. LAND.TECHNIK 2010 Tagungsband. 68. Internationale Tagung. 27./28. Oktober, Braunschweig.

Adresse des Autors

Dr. Jens Karl Wegener, Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Email: jens-karl.wegener@julius-kuehn.de

Landwirtschaft 4.0 - Chance oder Bedrohung für die Landwirte?

Agriculture 4.0 - Opportunity or Threat for Farmers?

Christian Linke

Einleitung

Nach Gandorfer (GANDORFER et al. 2017) ist Landwirtschaft 4.0 angelehnt an das Positionspapier der Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0 des Leibnitz-Forschungsverbunds (N.N. 2016) "… die intelligente Vernetzung von Produktionsprozessen nicht nur auf dem landwirtschaftlichen Betrieb, sondern über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg - also auch im vor- und nachgelagerten Bereich. Die Lenkung dieser vernetzten Produktionsprozesse soll zudem vom Konsumenten- bzw. Gesellschaftsinteresse aus erfolgen."
Danach sind die Ziele von Landwirtschaft 4.0 die Steuerung der Wertschöpfungskette nach Markt-, Kunden- und Gesellschaftsinteressen sowie die Steigerung der Nachhaltigkeit der gesamten Wertschöpfungskette, vor allem die Effizienzsteigerung der Ressourcennutzung, die Verbesserung des Tierwohls und die Erhöhung der Verbraucherakzeptanz.
Kennzeichen von Landwirtschaft 4.0 sind eine datenbasierte Vorgehensweise, d.h. die Messung bzw. Quantifizierung aller relevanten Faktoren, die Vernetzung von Daten und Produktionsprozessen sowie die Optimierung hinsichtlich der Zielsetzungen. Dies bedeutet eine umfassende Digitalisierung aller Teilnehmer und Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette.
In den Medien ist Landwirtschaft 4.0 recht präsent und die Erwartungen von Politik und Öffentlichkeit sind erheblich. Dabei werden allerdings mögliche Auswirkungen und Herausforderungen auf die Landwirtschaft selbst eher weniger diskutiert. Im Folgenden soll daher versucht werden, möglichen Chancen aber auch Risiken und Bedrohungen durch Landwirtschaft 4.0 für die Landwirtschaft darzustellen.

Situation heute

Die Nutzung von digitalen Techniken in der Landwirtschaft ist nicht neu. Bereits in den frühen 1990er Jahren standen der Landwirtschaft zahlreiche digitale Produkte zur Verfügung und erste umfassende digitalisierte Systeme, beispielsweise zur Präzisionslandwirtschaft (AUERNHAMMER et al. 1991), wurden entwickelt. Schon früh gab es auch Versuche, die Wertschöpfungsketten im Agrarbereich digital zu vernetzen. So entwickelte beispielsweise bereits 2005 T-Systems für das European Egg Consortium (EEC) und die METRO Group ein zentrales System für die Warenrückverfolgung von Eiern. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Unternehmen, Organisationen und Systeme, die Daten entlang der Wertschöpfungsketten sammeln und verbinden. Dabei werden allerdings immer nur bestimmte Bereiche und Akteure zu speziellen Zwecken vernetzt. Ein umfassendes System, das eine gesamte Wertschöpfungskette abdeckt, gibt es bis heute aber nicht.

Heute stehen den Landwirten eine Vielzahl von Softwarepaketen und Apps für den Ackerbau, die Tierhaltung, die Buchhaltung und viele andere Zwecke zur Verfügung. Die überwiegende Zahl dient der Dokumentation (Schlagdateien, Buchhaltung, etc.), die Verwendung von umfassenderen Farm-Management-Systemen nimmt aber vor allem auf größeren Betrieben zu.
Funktionen von Maschinen und Geräten sind zunehmend automatisiert, z.B. Lenksysteme oder flächenspezifische Steuerung von Ausbringmengen, und die Zahl der Roboter in der Landwirtschaft, beispielsweise Melkroboter, steigt schnell. Dabei werden immer mehr Daten erfasst und per Telemetrie, Mobilfunk und Internet in zentrale Systeme übertragen.
Auch die Bedeutung von Plattformen für die Landwirtschaft nimmt stark zu. Wurden zunächst lediglich Marktinformationen, Wetterdaten oder Pflanzenschutzwarnhinweise bereitgestellt, so haben inzwischen vor allem Betriebsmittelanbieter und Maschinenhersteller ihre Plattformen zu umfassenden Farm-Management-Informationssystemen weiterentwickelt und versuchen nun, Dienstleistungskonzepte, beispielsweise im Pflanzenschutz (BASF 2021), zu integrieren. Parallel dazu gibt es verschiedene Initiativen und Ansätze, Systeme herstellerübergreifend zu vernetzen, beispielsweise DKE agrirouter, GAIA-X Agdatahub oder DataConnect.

Eine recht neue Entwicklung sind Plattformen zum Einkauf von Betriebsmitteln und Verkauf von landwirtschaftlichen Produkten (B2B). In diesen Bereich fließen z.Z. erhebliche Mittel von Großunternehmen und Investoren und die Umsätze steigen schnell. Auch hier gibt es Entwicklungen, diese Plattformen zu umfassenden Dienstleistungs- und Farm-Management-Systemen auszubauen, beispielsweise Unamera (RWZ Raiffeisen, BayWa, ATR Landhandel, Getreide AG) oder GrainBridge (ADM, Cargill).

Treiber dieser Entwicklungen sind neue Entwicklungen im IT-Bereich, vor allem Künstliche Intelligenz und Blockchain, aber auch eine veränderte Wahrnehmung von Landwirtschaft, die sich einerseits in einer oft kritischen Darstellung von Landwirtschaft äußert, andererseits aber zu einer Vielzahl von neuen Ideen und Konzepten führt, die von vielen Landwirten, aber auch einer rasch wachsenden Zahl von Startups, erprobt und umgesetzt werden (AGFUNDER 2021).

Nutzen für die Landwirte

Wichtige Treiber für die Digitalisierung in der Landwirtschaft sind Arbeitserleichterungen und -einsparungen. Ein sehr wichtiger Bereich dabei ist die bei den meisten Landwirten nicht sehr beliebte Büroarbeit. So kann durch entsprechende IT-Systeme die Mehrfacheingabe von Daten und Informationen zur Dokumentation reduziert, Unterlagen und Informationen rascher gefunden und schneller ausgewertet werden und die Kommunikation mit Dritten, beispielsweise Behörden, Lieferanten, Abnehmern oder Zertifizierern, vereinfacht werden.
Arbeitserleichterungen und -einsparungen sind auch ein entscheidender Grund für die Automatisierung von Maschinen und Geräten und den Einsatz von Robotern. Zudem kann dadurch auch die Arbeitsqualität (höhere Präzision, geringere Ermüdung) gesteigert und dadurch Kosten reduziert und Qualität und Erträge, aber auch die Arbeitszufriedenheit, verbessert werden.
Umfassendere IT-Systeme unterstützen Entscheidungen und Abläufe im Betrieb. Checklisten, Übersichten, Berichte und Warnhinweise können dazu beitragen, die Planung und Ausführung von Arbeiten zu verbessern und so Arbeit und Kosten einzusparen, Qualität und Erträge zu verbessern und gesetzliche und gesellschaftliche Anforderung einfacher und besser einzuhalten. Auch können die Systeme dazu beitragen, die Tierleistung und das Tierwohl zu verbessern, beispielsweise durch eine frühere Erkennung von Fütterungsfehlern und Erkrankungen. Bei einer umfassenden und systematischen Vorgehensweise wird es so möglich, einen Betrieb kontinuierlich zu verbessern.
Schließlich ermöglichen umfassende IT-Systeme, sehr große und komplexe Betriebe oder Betriebsverbünde effektiver zu bewirtschaften, da die Komplexität durch definierte Abläufe und Aufgabenteilung reduziert wird, benötigte Information entsprechend der Arbeitsabläufe bereitgestellt werden und Managementübersichten die Betriebsführung erleichtern.
Plattformen stellen oft kostenlos Informationen bereit, die dazu beitragen können, bessere Entscheidungen zu treffen, beispielsweise Wettervorhersagen oder Preisinformationen. Plattform-basierte Farm-Management-Systeme erfordern in der Regel geringeren technischen Aufwand beim Nutzer und sind oft kostengünstiger als lokale Lösungen. Zudem ist das Risiko von Datenverlusten geringer. B2B-Plattformen erhöhen die Markttransparenz und erleichtern die Abwicklung von Geschäften. Inwieweit dadurch auch finanzielle Vorteile für die Landwirte entstehen, muss sich noch zeigen. Schließlich ermöglichen Plattformen und eigene Webseiten eine bessere Kommunikation mit Verbrauchern, was nicht nur für Direktvermarkter von zunehmender Bedeutung ist.

Herausforderungen

Voraussetzung für eine umfassende Digitalisierung ist die ausreichende Verfügbarkeit von relevanten Daten. Sehr große Datenmengen entstehen heute auf Maschinen und Geräten. Viele dieser Daten sind aber für die landwirtschaftliche Praxis nicht direkt nutzbar und oft nur von begrenztem Nutzen, beispielsweise CANBUS-Daten. Andere Daten sind wiederum bisher nur aufwendig zu erfassen. So ist die Ermittlung des Nährstoffgehaltes von Böden durch Bodenproben oder die Ermittlung des Krankheitsbefalls von Pflanzenbeständen durch Feldbegehungen arbeitsaufwendig, oft fehlerbehaftet und die punktuelle Erhebungen oft wenig repräsentativ, so dass oft nur wenige Daten mit z.T. fraglicher Qualität vorliegen, die keine umfassenden Analysen und Auswertungen erlauben.
Durch Fernerkundung werden große Datenmengen mit z.T. hoher räumlicher Auflösung erzeugt. Oft korrelieren diese Daten aber nur begrenzt mit den gewünschten Zielgrößen (LILIENTHAL 2014). Dies gilt auch vielfach für NIR-Messungen, beispielsweise bei Messungen des Nährstoffgehalts von Gülle.

Schließlich sind Prognosedaten, beispielsweise zu Wetter oder Pflanzenkrankheiten, für die Planung von landwirtschaftlichen Aktivitäten von großer Bedeutung. Allerdings ist die Genauigkeit der Prognosen recht unterschiedlich.
Daher besteht nach wie vor erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, um relevante Daten in ausreichender Menge und Qualität zeitgerecht und zu akzeptablen Kosten für die Landwirtschaft 4.0 zu erfassen und bereitzustellen.

Damit umfassende IT-Systeme die Aktivitäten und Abläufe auf den Betrieb nutzbringend unterstützen können, müssen die Betriebsprozesse und die IT-Systeme aufeinander abgestimmt sein. Dies erfordert klare Definitionen und Festlegungen der betroffenen Betriebsabläufe und Verantwortlichkeiten. Dazu müssen zunächst die Arbeitsabläufe im Betrieb erfasst werden und dann an die Vorgaben der IT-Systeme angepasst und eindeutig festgelegt werden. Dies bedeutet fast immer, dass Arbeitsabläufe verändert werden, vor allen aber, dass spontane Vorgehensweisen stark eingeschränkt werden müssen. Eine grundlegende Anpassung der IT-Systeme an die gewohnten, flexiblen Abläufe eines einzelnen Betriebs verbietet sich aus Kostengründen.
Insgesamt ist Prozessorientierung in der Landwirtschaft bisher wenig bekannt und verbreitet. Dies gilt auch für die meisten Anbieter landwirtschaftlicher IT-Systeme. Um aber die erstrebten Vorteile der Digitalisierung bis hin zu Landwirtschaft 4.0 zu erreichen, ist Prozessorientierung unverzichtbar, wie die Erfahrungen aus anderen Industrien, beispielsweise der Automobilindustrie, zeigen. Die Landwirtschaft kann dabei aber auf vielfältige Erfahrungen und Technologien aus anderen Industrien, beispielsweise Workflow Engines, zurückgreifen.

Viele Aktivitäten und Arbeiten in der Landwirtschaft sind zeitkritisch, beispielsweise Melken, aber auch bestimmte Pflanzenschutzmaßnahmen erlauben nur wenig Aufschub. Daher ist die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von digitalen Systemen in der Landwirtschaft extrem wichtig. Auf betrieblicher Ebene bedeutet dies hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Hard- und Software, aber auch von Maschinen und Geräten. Bei Daten und Software ist ein sicheres und physikalisch getrenntes Backup unverzichtbar. Bei Maschinen und Geräte können ältere, nur wenig genutzte, aber noch voll funktionsfähige Maschinen und Geräten und ggfs. Nachbarn im Notfall aushelfen, aber Servicedienstleister mit schneller Verfügbarkeit werden bei zunehmender Digitalisierung immer wichtiger.
Mit zunehmender Digitalisierung und Vernetzung der Landwirtschaft wird die Zuverlässigkeit von Stromversorgung, Mobilfunk und Internet, aber auch die Verfügbarkeit von GNSS und RTK-Korrektursignalen, immer kritischer. Die Erfahrung zeigt, dass durchaus mit längeren Ausfällen gerechnet werden muss. Während Notstromerzeuger vielfach schon gesetzlich vorgeschrieben sind, gibt es für vernetzte Systeme, beispielsweise Farm-Management-Systeme in Cloud, bei einem Ausfall von Internet und Mobilfunk meist keine schnelle Lösungen, um arbeitsfähig zu bleiben.
Grundsätzlich muss daher bei der Einführung eines neuen Systems immer überlegt werden, welche möglichen Schäden bei einem Ausfall entstehen können und wie diese Schäden verhindert oder zumindest reduziert werden können. Dabei sollte auch überlegt werden, ob der Nutzen eines neuen Systems in einem positiven Verhältnis zu möglichen Risiken und Schäden bzw. dem Aufwand, diese zu vermeiden, steht, und ggfs. auf die Einführung des Systems verzichtet werden sollte.

Durch eine zunehmende Zahl spektakulärer Vorfälle in der jüngsten Zeit ist das Thema Cybersicherheit immer mehr präsent. Laut der Bitkom Research werden die Schäden durch Datendiebstahl, Sabotage oder Spionage in Deutschland in der Wirtschaft auf mehr als 220 Mrd € geschätzt, mehr als eine Verdopplung gegenüber 2019 (BITKOM 2021). In der Landwirtschaft und von Anbietern digitaler Systeme für die Landwirtschaft wird dieses Thema allerdings nur wenig diskutiert, obwohl auch hier erhebliche Risiken bestehen (DEMESTICHAS et al. 2020, KRISTEN et al. 2021, RAHIMI 2018). In diesem Bereich sind erhebliche Verbesserungen notwendig, wobei auch hier auf Erfahrungen und Technologien aus anderen Industrien zurückgegriffen werden kann. Entscheidend ist aber ein Bewusstseinswandel aller Beteiligten, Cybersicherheit auch in der Landwirtschaft ernst zu nehmen.

Daten sind virtuelle Güter, d.h. sie haben, abgesehen von personenbezogenen Daten nach Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), keinen Eigentümer vergleichbar mit materiellen Gütern und können daher von jedem legal genutzt und weitergegeben werden, sofern die Nutzung und Weitergaben nicht durch Patent- oder Schutzrechte oder spezielle vertragliche Vereinbarungen eingeschränkt sind.

In der Landwirtschaft wird, wie in vielen anderen Bereichen, der Umgang mit Daten überwiegend durch die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der IT-Anbieter geregelt. Sofern keine Einschränkungen in den AGBs bestehen, können die nicht-personenbezogenen Daten der Landwirte umfassend genutzt und weitergegeben werden. Regelungen, dass die Daten nur zu Marketingzwecken genutzt werden, sind dabei weitgehend wertlos. Auch eine Anonymisierung der Daten bietet in der Praxis keinen Schutz, da diese leicht überwunden werden kann (GADOTTI et al. 2019).
So bekommen Lieferanten, Abnehmer, Maschinenhersteller, Serviceanbieter, Banken und andere tiefe Einblicke in die landwirtschaftlichen Betriebe. Zudem werden Daten von Landwirten in erheblichem Umfang gehandelt und an andere Teilnehmer der Wertschöpfungskette weitergegeben. Dadurch können zwar IT-Systeme den Landwirten sehr kostengünstig oder gar kostenlos angeboten werden, insgesamt schwächt dies aber die Markt- und Verhandlungsposition der Landwirte deutlich.
Noch weitergehende Auswirkungen auf die Verhandlungsposition und Abhängigkeit der Landwirte haben Plattformen, die essentielle Aufgaben in Produktionssteuerung übernehmen, z.B. Cloud-basierte Herdenmanagementsysteme. Neben tiefen Einblicken in die Betriebe, ist es für die Landwirte unmöglich, ohne erheblichen Datenverlust und hohen Folgekosten zu anderen Anbietern zu wechseln ("Vendor-Lock-In"). Zudem kann wichtiges produktionstechnisches Wissen beim Landwirt verloren gehen, sobald wichtige Aktivitäten, beispielsweise im Pflanzenschutz, durch externe Systeme und Dienstleistungen übernommen werden.
Technische Lösungen, wie das Verschlüsseln von Daten durch den Landwirt, sind nur sehr selten möglich und hilfreich. Viel wichtiger sind hier klare vertragliche Regelungen zur Datennutzung zwischen dem Anbieter und dem Landwirt. Dabei kann es hilfreich sein, wenn mehrere Landwirte zusammenarbeiten, um ihre Marktposition gegenüber den Anbietern zu stärken. Schließlich sollte auch hier genau überlegt werden, ob der Nutzen eines neuen Systems in einem positiven Verhältnis zu möglichen Nachteilen steht.

Die Digitalisierung und Vernetzung von landwirtschaftlichen Betrieben sind Investitionen, die wie andere Investitionen zumindest langfristig wirtschaftlich sein müssen, d.h. eine entsprechende Kosten-Nutzen-Analyse sollte vor der Investition erfolgen. Die Schwierigkeit dabei ist aber, dass der konkrete Nutzen, beispielsweise Arbeitseinsparungen oder Ertragssteigerungen, aber auch die Kosten, beispielsweise Managementaufwand oder Veränderung von Betriebsabläufen, aber auch andere Auswirkungen wie die Abhängigkeit von Anbietern, oft nur schwer oder gar nicht zu quantifizieren sind. Hier sind Forschung und Beratung dringend gefordert, für die Landwirtschaft praxistaugliche Ansätze und Lösungen zu entwickeln.
Es ist allerdings davon auszugehen, dass eine enge Vernetzung der landwirtschaftlichen Betriebe mit den vor-und nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette mittelfristig Voraussetzung für den Marktzugang sein wird.

Schlussfolgerungen

Landwirtschaft 4.0 kommt, und jeder Landwirt sollte sich intensiv mit diesem Thema auseinandersetzen. Dabei sind technische Fragen und Aspekte zwar interessant und wichtig, entscheidend sind aber die Auswirkungen auf betriebliche Prozesse, Strukturen und die Verhandlungs- und Marktposition in der Wertschöpfungskette.
Grundsätzlich ist der Einsatz von digitalen Technologien von erheblichem Nutzen für die landwirtschaftlichen Betriebe. Inwieweit aber eine enge Vernetzung mit den vor-und nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette für die Landwirte vorteilhaft ist, muss sich noch zeigen. Es ist aber davon auszugehen, dass dies mittelfristig Voraussetzung für den Marktzugang wird.
Es wird erwartet, dass Landwirtschaft 4.0 den Strukturwandel weiter beschleunigt, da erhebliche Investitionen auf den Betrieben notwendig werden und digitale Systeme stark skalieren, d.h. die Stückkosten mit zunehmender Betriebsgröße stark abnehmen. Zudem ist immer mehr spezielle Expertise nötig. Es wäre daher sinnvoll, wenn ähnlich wie in Maschinenringen, Landwirte bei der Digitalisierung zusammenarbeiten, um Kosten und Wissen zu teilen und von Landwirten getragene überbetriebliche Lösungen zu entwickeln.

Zusammenfassung

Unter Landwirtschaft 4.0 wird eine umfassende Digitalisierung und Vernetzung der gesamten Wertschöpfungskette verstanden, die eine Steuerung der Wertschöpfungskette nach Markt-, Kunden- und Gesellschaftsinteressen und eine Steigerung der Nachhaltigkeit der gesamten Wertschöpfungskette ermöglicht.
Digitale Systeme bieten den Landwirten neue Möglichkeiten, Arbeit zu erleichtern und einzusparen, Kosten zu reduzieren, Erträge und Produktqualitäten zu steigern, Betriebsabläufe zu optimieren und große, komplexe Betriebe effektiver zu bewirtschaften.
Dem stehen aber eine Reihe von Herausforderungen gegenüber. So sind relevante Daten nicht immer zeitnah in ausreichender Qualität und Umfang zu akzeptablen Kosten auf den Betrieben verfügbar. Die notwendige Abstimmung von IT-Systemen mit den Betriebsabläufen kann erhebliche Umstellungen und Kosten verursachen. Die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Systeme muss hoch sein, da viele Aktivitäten in der Landwirtschaft zeitkritisch sind. Dabei werden Risiken durch Cyberangriffe in der Landwirtschaft bisher noch wenig berücksichtigt. Außerdem schwächt die (legale) Verwendung von Betriebsdaten durch vor- und nachgelagerte Unternehmen die Markt- und Verhandlungsposition der Landwirte und verstärkt Abhängigkeiten. Schließlich ist die Profitabilität von digitalen Systemen in der Landwirtschaft oft schwierig zu bewerten.
Landwirtschaft 4.0 kommt. Das hat vor allem Auswirkungen auf betriebliche Prozesse, Strukturen sowie die Position der Landwirtschaft in der Wertschöpfungskette. Inwieweit eine enge Vernetzung der Wertschöpfungskette für die Landwirte vorteilhaft ist, muss sich noch zeigen. Es ist aber davon auszugehen, dass die Vernetzung Voraussetzung für den Marktzugang wird.
Schließlich wird erwartet, dass Landwirtschaft 4.0 den Strukturwandel weiter beschleunigt, da erhebliche Investitionen erforderlich werden. Daher sollten Landwirte in der Digitalisierung zusammenarbeiten und von Landwirten getragene überbetriebliche Lösungen nutzen.

Abstract

Agriculture 4.0 means digitalization and networking along the entire value chain enabling to manage the value chain according to market, customer and societal interests and to increase the sustainability of the entire value chain.
Digital systems offer farmers new opportunities to facilitate and save labour, reduce costs, increase yields and product qualities, optimize farm operations, and manage large, complex farms more effectively. However, digitalization faces a number of challenges. Relevant data is not always available on farms in a timely manner with sufficient quality and volume at acceptable cost. The alignment of IT systems with farm processes can cause significant changes and costs. System reliability and availability must be high because many activities in agriculture are time-critical. Additionally, the risk of cyber attacks in agriculture has not yet been given much consideration. Furthermore, the (legal) use of farm data by upstream and downstream companies weakens the position of farmers and increases dependencies. Finally, the profitability of digital systems in agriculture is often difficult to determine.
Agriculture 4.0 is coming. It will primarily affect farm processes, structures and position in the value chain. It remains to be seen whether a comprehensive digital integration of farms into the value chain will be beneficial for farmers. However, it is likely that the integration will be prerequisite for market access.
Finally, Agriculture 4.0 is expected to further accelerate structural change, as significant investments will be required. Therefore, farmers should cooperate in digitization and use farmers' managed multi-farm solutions.

Literatur

AGFUNDER, 2021: 2021 European AgriFoodTech Investment Report. Herausgeber: AgFunder, San Francisco, CA.
AUERNHAMMER H, ROTTMEIER I, STANZEL H, 1991: Elektronikeinsatz in der Landtechnik zur Verringerung des Düngemitteleinsatzes und der Umweltbelastung. Institut für Landtechnik Freising-Weihenstephan, Herausgeber: Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Referat: Landmaschinenwesen und Energiewirtschaft, Heft 38.

BASF, 2021: www.xarvio.com/de/de/products/healthy-fields.html (abgerufen am 03.08.2021)
BITKOM, 2021: Angriffsziel deutsche Wirtschaft: mehr als 220 Milliarden Euro Schaden pro Jahr. Pressemitteilung vom 05.08.2021.
DEMESTICHAS K, PEPPES N, ALEXAKIS T, 2020: Survey on Security Threats in Agricultural IoT and Smart Farming. Sensors 20, 6458.
GADOTTI A, HOUSSIAU F, ROCHER L, LIVSHITS B, DE MONTJOYE YA, 2019: When the signal is in the noise: Exploiting Diffix's Sticky Noise. In: USENIX Security Conference Proceedings, arXiv:1804.06752.
GANDORFER M, SCHLEICHER S, HEUSER S, PFEIFFER J, DEMMEL M, 2017: Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen. In: Ackerbau - technische Lösungen für die Zukunft. Landtechnische Jahrestagung 2017, 21. November, Deggendorf, 9-19.
KRISTEN E, KLOIBHOFER R, DÍAZ VH, CASTILLEJO P, 2021: Security Assessment of Agriculture IoT (AIoT). Applications, Applied Science 11, 5841.
LILIENTHAL H, 2014: Optische Sensoren in der Landwirtschaft: Grundlagen und Konzepte. Journal für Kulturpflanzen 66, 2, 34–41.
N.N., 2016: Positionspapier Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0. Leibniz-Forschungsverbund "Nachhaltige Lebensmittelproduktion und gesunde Ernährung".
RAHIMI T, 2018: Sicherheit in vernetzten Systemen der Landwirtschaft am Beispiel der Milchviehhaltung. Bachelor Arbeit, Universität Kassel, Deutschland.

Adresse des Autors

Ingenieurbüro Dr. Linke, Rethwischer Weg 16, D-24211 Preetz

Ansprechpartner: Dr. Christian Linke, c.linke@ingbuero-drlinke.de

VORTRÄGE

Sickerwasser-Monitoring im Marchfeld: Begleitende N_{min}-Messungen zur Reduktion der Düngemengen und deren Auswirkung auf Ertrag und Qualität

Monitoring of N leachate in the Marchfeld region: accompanying Nmin measurements as a basis for N fertilizer reduction and its impact on yield and quality

Alexander Eder[*1], Andreas Scheidl[1] & Andrea Schmid[1,2]

Einleitung

Das Marchfeld ist durch intensive landwirtschaftliche Nutzung gekennzeichnet. Die Nitratkonzentrationen im Grundwasser liegen in der Region mehrheitlich über dem Grenzwert von 50 mg l^{-1}. Um den Einfluss der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die unzureichende Grundwasserqualität zu untersuchen, wurden im Jahr 2015 insgesamt sieben Bodenwasserhaushaltsmessstellen für ein Langzeit-Monitoring eingerichtet. Neben dem Basis-Monitoring von Wasser- und Stickstoffhaushalt werden zusätzliche Versuche zur Reduktion des Stickstoffaustrages in das Grundwasser durchgeführt.

Material und Methoden

Die Standorte sind über das Marchfeld verteilt (Aderklaa, Obersiebenbrunn, Untersiebenbrunn, Rutzendorf (2), Marchegg, Gänserndorf), wobei die Bodeneigenschaften, vornehmlich die Gründigkeit und die Textur als Basis für die Profil-Feldkapazität, sowie die Bewirtschaftung der Flächen, die Auswahl der Standorte maßgeblich bestimmte.
Basismonitoring: An jeder Messstelle werden die Bewirtschaftungsdaten wie Fruchtfolge, Anbau- und Erntezeitpunkt, Bodenbearbeitung und Düngemanagement erhoben. In 90 cm und 150 cm Tiefe wird über Saugkerzen Bodenwasser und in 150 cm zusätzlich über eine Saugplatte Sickerwasser gewonnen und auf den Nitrat- und Ammoniumgehalt analysiert. Die Erträge bzw. die Pflanzenmassenentwicklung werden sowohl von der Hauptfrucht, als auch von etwaigen Begrünungen bestimmt. Monatlich werden Beprobungen für die Bestimmung des mineralischen Stickstoffgehaltes (N_{min}) in den Tiefenstufen 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm durchgeführt.
Düngeversuche: Um eine Reduktion der Stickstoffvorräte im Boden vor allem während der winterlichen Sickerwasserperiode zu erreichen, werden auf Teilflächen rund um die jeweilige Messstelle unterschiedlich hohe Düngeniveaus angewandt und deren Auswirkungen auf Ertrag und Qualität der Ernteprodukte bestimmt. In den Jahren 2018 und 2019 wurden Düngeversuche zu Weizen basierend auf N_{min}-Messungen und Chlorophyll-Gehalt Bestimmungen (N-Tester) durchgeführt, wobei jeweils zwei unterschiedlich hohe Düngegaben zur Anwendung kamen.
Neben Weizen wurden auch bei Kartoffel unterschiedliche Stickstoffdüngerbemessungsmethoden an einem seicht- und tiefgründigen Boden verglichen und die Auswirkungen auf Ertrag und Qualität bewertet. Dazu wurden auf 11 Teilflächen nach den Düngeempfehlungen des Saatgutlieferenten (180 kg N ha^{-1}) und auf 9 Teilflächen reduziert (50 kg N ha^{-1}) gedüngt. Die Empfehlung für die reduzierte Düngevariante berücksichtigte den N_{min}-Gehalt der im Boden (0-90 cm) vorrätig war, den erwarteten Stickstoffeintrag durch die Bewässerung und den ermittelten N-Saldo der Vorfrucht.

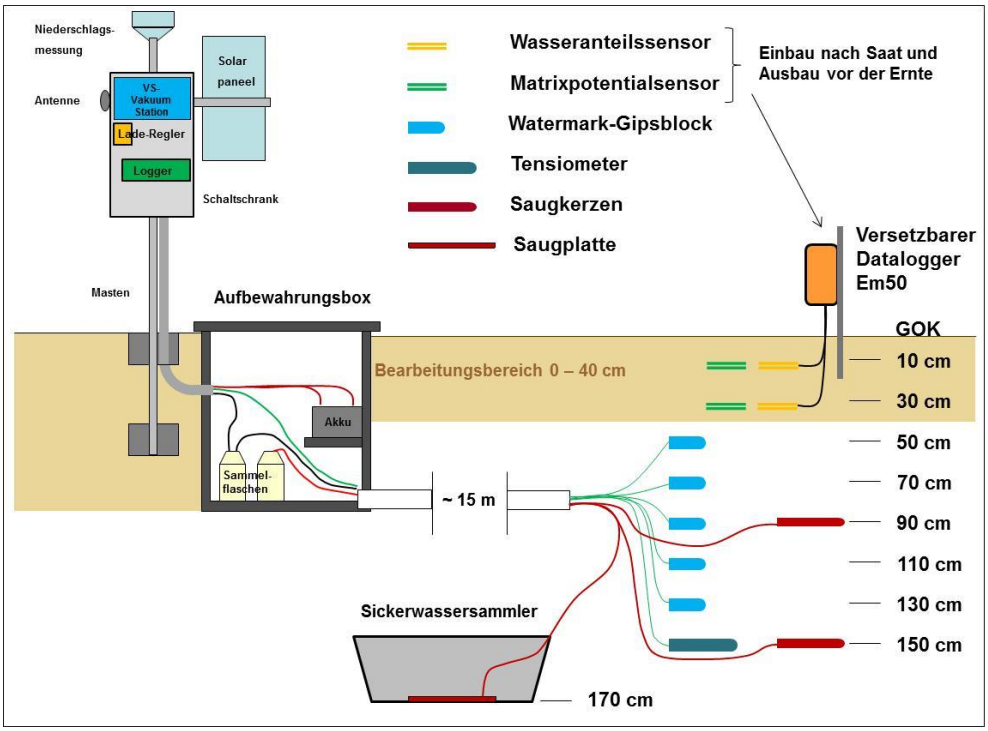


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Messstellenausstattung

Ergebnisse und Diskussion

Basismonitoring: Die bisherigen Ergebnisse des Projekts zeigen, dass das Anstreben eines ausgeglichenen N-Saldos (Input minus Entzug durch Ernte) ein entscheidender Faktor zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser ist. Dazu muss die Düngebemessung besser als mit den bisher üblichen Methoden vorgenommen werden und die Vorgeschichte des Standortes (Art und Saldo der Vorkultur, feldverbleibende Pflanzenreste) aber auch der zu erwartende N-Eintrag durch die Bewässerung stärker berücksichtigt werden.

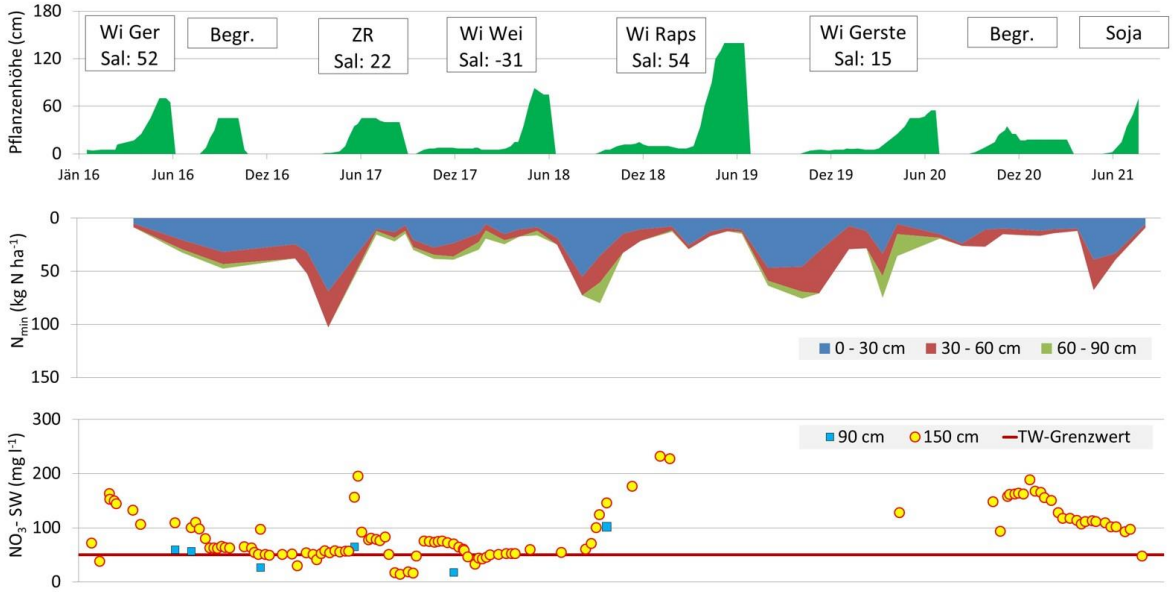


Abbildung 2: Fruchtfolge mit Pflanzenhöhen und gemessenen N-Saldo (oben), zeitlicher Verlauf der N_{min}-Gehalte unterschieden in 3 Tiefenstufen (Mitte) und der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser in 150 cm Tiefe für die Bodenwasserhaushaltsmessstelle M1 (Basismonitoring).

Weiter muss eine Bewässerung bedarfsgerecht, maximal bis zum Erreichen der Feldkapazität, erfolgen, sodass die Speicherfähigkeit des Bodens nicht überschritten wird. Die konsens- und nicht bedarfsorientierte Bewässerung der Zuckerrübe im Jahr 2017 auf der Messstelle M1 führte zu einer Reduktion des N_{min}-Gehaltes von 103 auf 15 kg N ha^{-1} und zu einem Anstieg der NO_3-Konzentration im Sickerwasser

auf über 200 mg l^{-1} (Abb. 2). Wie in den bisherigen N_{min}-Untersuchungsergebnissen festzustellen war, ist das Niveau der mineralisierten Stickstoffgehalte im Boden sehr hoch, mit Maximalwerten von über 300 kg N ha^{-1} (M3). Speziell hohe Rest-N_{min}-Gehalte sowie die Mineralisation nach der Ernte (zB. nach Raps 2019, Abb. 2) stellen ein Problem für das Grundwasser dar. Begrünungen haben das Potential einen Teil des N_{min} aufzunehmen, wobei die Wirksamkeit der Begrünungen speziell im semiariden Marchfeld sehr stark von deren Entwicklung abhängig ist.

Düngeversuche: Die Düngeversuche zu Weizen zeigten, dass basierend auf N_{min}-Messungen das Düngeniveau ohne Ertrags- oder Qualitätseinbußen reduziert werden kann. 2018 (M1) wurde trotz reduzierter Düngung (60 kg N ha^{-1} anstelle von 90 kg N ha^{-1} auf der Vergleichsfläche) ein Kornertrag von 4,6 t ha^{-1} (4,3 t ha^{-1} auf der Vergleichsfläche) bei nahezu identen Qualitätsparametern (Rohprotein, Kleber, Sedimentation) erzielt. Der Rest-N_{min} nach der Ernte wurde damit um 15% auf 34 kg N ha^{-1} reduziert. Eine noch stärkere Reduktion der Düngemengen wurde im Jahr 2019 auf einem anderen Standort (M2) durchgeführt. Anstelle der 144 kg N gemäß RLSGD wurden aufgrund der hohen N_{min}-Gehalte im Boden lediglich 80 bzw. 20 kg N gedüngt. In beiden Fällen konnte dennoch mit einem Kornertrag von 6,4 bzw. 6,8 t ha^{-1} die Ertragslage ‚hoch1' erzielt werden. Dadurch wurde ein deutlich negativer Saldo erreicht (-77 bzw. -140 kg N ha^{-1}) und die N_{min} Gehalte von anfänglich 175 kg N ha^{-1} auf 40 bzw. 35 kg N ha^{-1} gedrückt, womit die Austragsgefahr von N ins Grundwasser deutlich reduziert wurde. Beim Düngeversuch zu Kartoffel waren die Schwankungen im Ertrag enorm und reichten zwischen 28,2 und 55,9 t ha^{-1} bei der Düngevariante 50 kg N ha^{-1} und zwischen 23,2 und 68,7 t ha^{-1} bei der Düngevariante mit 180 kg N ha^{-1}. Bei einer Düngereinsparung von 130 kg N ha^{-1} (72,2 %) lag der Ertrag beim tiefgründigen Boden lediglich um 13,8 % und beim seichtgründigen Boden um 8,4 % unter dem Durchschnittsertrag der 180 kg N ha^{-1} Düngevariante.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse des Basis-Monitoring sowie der Düngeversuche zeigen, dass eine auf die N_{min}-Gehalte im Boden abgestimmte Düngereduktion ohne Ertrags- und Qualitätseinbußen möglich ist und damit die Belastung des Grundwassers reduziert werden kann. Neben der Düngereduktion auf Basis der N_{min}-Gehalte sollte auch der voraussichtliche N-Eintrag über die Bewässerung bei der Düngeplanung Berücksichtigung finden, wobei auf eine bedarfsgerechte Bewässerung zu achten ist.

Abstract

The results of the monitoring program as well as the fertilization tests show that a reduction of N fertilization based on N_{min} measurements reduces the risk of groundwater pollution without losses in yield and quality. In addition to the N_{min} based fertilizer reduction the expected N input via irrigation should also be considered when calculating fertilizer amounts, whereby the amount of irrigation rates must not exceed water storage capacity.

Adressen der Autoren

[1] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstr. 1, A-3252 Petzenkirchen

[2] Verein ‚LandschafftWasser', Pollnbergstraße 1, A-3252 Petzenkirchen

[*] Ansprechpartner: DI Dr. Alexander Eder, alexander.eder@baw.at

Identifikation von „hot-spots“ für erosionsmindernde Maßnahmen auf Ackerflächen

Identification of “hot-spots“ for erosion mitigation practices on cropland

Thomas Brunner[1,2*], Anna Zeiser[1], Andreas Klik[2] & Peter Strauss[1]

Einleitung

Bodenerosion durch Wasser stellt eine ernsthafte Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit am Ort ihres Auftretens (=“on-site“-Schäden) dar. Auf dem weiteren Weg, den der erosive Oberflächenabfluss nimmt, bis er in ein Gewässer mündet, entstehen mitunter negative Auswirkungen weitere landwirtschaftliche genutzte Schläge, bauliche Infrastruktur oder das Gewässer selbst (=“off-site“-Schäden durch Fremdwasser). Maßnahmen in der Bewirtschaftung von Ackerflächen, durch welche Bodenerosion verringert werden kann, wirken nicht auf jeder Ackerfläche gleich effektiv für die absolute Reduktion des Bodenabtrages in einem Gewässereinzugsgebiet. In der Studie wurde eine Methode untersucht, die eine Reihung und Priorisierung auf Schlagebene vorsieht. Basierend auf Modellergebnissen werden diejenigen Schläge ausgewählt, bei deren Schutz durch erosionsmindernde Maßnahmen die größte Wirkung zu erwarten ist.

Material und Methoden

Grundlage der Studie ist eine Auswertung mittels des rasterbasierten Erosionsmodells „CASE2“, einer Modifikation des „MMF“-Modells (MORGAN 2001), mit Anleihen bei (MORGAN und DUZANT 2008), (WOLKERSTORFER und STRAUSS 2004) und (SMITH und PARLANGE 1978). Als Eingangsdaten für die Modellierung wurde ein digitales Geländemodell mit 1x1m Rasterauflösung, das Berichtsgewässernetz des Umweltbundesamtes, sowie eine vereinfachte Landnutzungsklassifizierung auf Grundlage der digitalen Katastermappe, verschnitten mit Daten der österreichischen Bodenkartierung verwendet. Als Niederschlagsszenario diente ein beispielhaftes erosives Niederschlagsereignis, entsprechend etwa einem 10-jährlichen, 30-minütigen Bemessungsregen. Auf sämtlichen ackerbaulich genutzten Schlägen wurde die gleiche Landnutzung (entsprechend konventionellem Maisanbau) angenommen, da unter Berücksichtigung der aktuell angebauten Kultur eine derartige Priorisierung nicht möglich wäre. Dies bedeutet, dass die identifizierten Schläge nicht aufgrund der tatsächlichen Bewirtschaftung hohe Bodenabträge verursachen, sondern bedingt durch ihre Lage und die umgebende Topographie.
Nach Anwendung des Modells im Einzugsgebiet (EZG) des Fischabaches (ein Zubringer des Gnasbaches in SO-STMK, mit rd. 12 km² EZG-Fläche) wurden die resultierenden Bodenabträge für jeden Schlag aufsummiert, basierend auf dem INVEKOS-Datensatz 2018.
Unter Verwendung des Gewässernetzes und des DEM wurde das EZG des Fischabaches in 65 Teileinzugsgebiete (TEZG), großteils Gewässer 0-ter Ordnung, unterteilt, die Auswertung der Modellergebnisse folgte dann im Prinzip für jedes einzelne TEZG der Frage „Welche Schläge tragen in diesem TEZG am stärksten zur Summe des Bodenabtrags bei?“. Um diese zu beantworten, wurden die Schläge ungeachtet ihrer Fläche absteigend geordnet nach der absoluten Summe des modellierten Bodenabtrages pro Schlag. Wie in Abbildung 2 dargestellt, wurde dann rechnerisch ein Schlag nach dem anderen mit einer zu 100% wirksamen erosionsmindernden Maßnahme belegt. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Lage der so identifizierten „hot-spots“ im TEZG des Perlsdorfer Baches.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse unterscheiden sich stark für jedes TEZG, allerdings es ist jedoch praktisch in jedem einzelnen TEZG zu beobachten, dass durch den Schutz von wenigen „hot-spot“ - Schlägen eine unverhältnismäßig hohe Reduktion der Summe an Bodenabtrag im Einzugsgebiet erreicht werden kann. Die so identifizierten Flächen können nun priorisiert werden, um mit geringem Flächen- und Arbeitsaufwand einen großen Beitrag zur Reduktion des Bodenabtrages im jeweils betrachteten TEZG zu leisten.

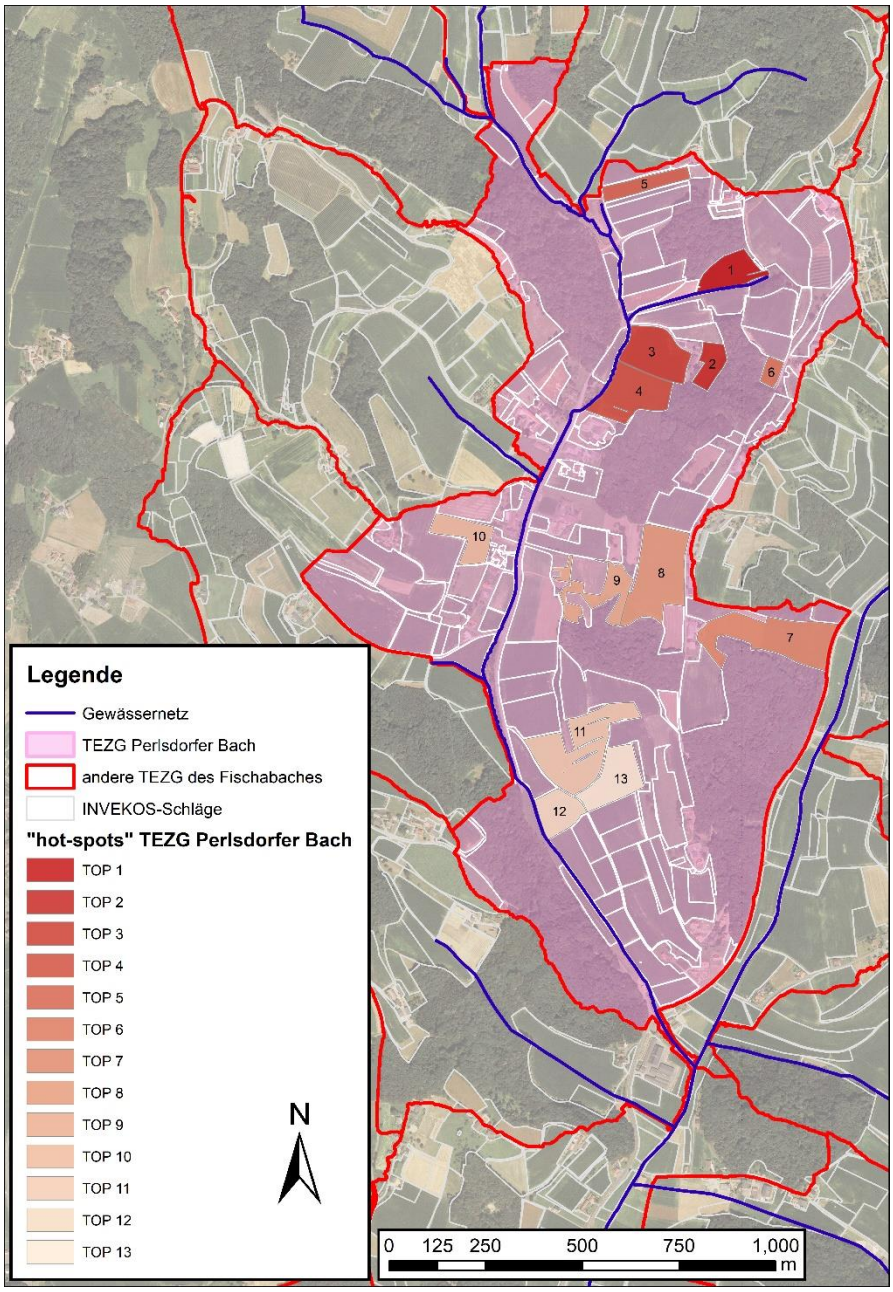


Abbildung 1: **Reihung der als "hot-spots" identifizierten Schläge und deren Lage im TEZG des Perlsdorfer Baches**

Zusammenfassung

Die in dieser Studie untersuchten Zusammenhänge sind in erster Linie von Bedeutung für die Förderpraxis bei erosionsmindernden Maßnahmen auf Ackerflächen. Während ÖPUL-Maßnahmen mit erosionsmindernder Wirkung (z.B. Mulch- und Direktsaat) im Wesentlichen Aufwandsentschädigungen mit konstanter flächenspezifischer Prämie sind, , macht es bei der Betrachtung auf einer höheren Ebene als jener des einzelnen Schlages (etwa Gewässereinzugsgebiete oder Verwaltungsgrenzen) Sinn, Prämien nach deren Wirkung auf das jeweilige Schutzgut (z.B. Gewässer) zu staffeln. Das bedeutet, dass jene Schläge, durch deren Schutz vor Bodenabtrag sich eine verhältnismäßig hohe Reduktion des Bodenabtrages im gesamten betrachteten Gebiet ergibt, priorisiert werden könnten. Eine Weiterentwicklung des hier vorgestellten Ansatzes kann dazu die Grundlage liefern. Die vorliegende Studie soll daher im Sinne einer Machbarkeitsuntersuchung verstanden werden. ein Abgleich der erhaltenen Ergebnisse anderen Modellansätzen kann in weitere Folge eine kombinierte, verlässlichere Bewertung der Schläge liefern.

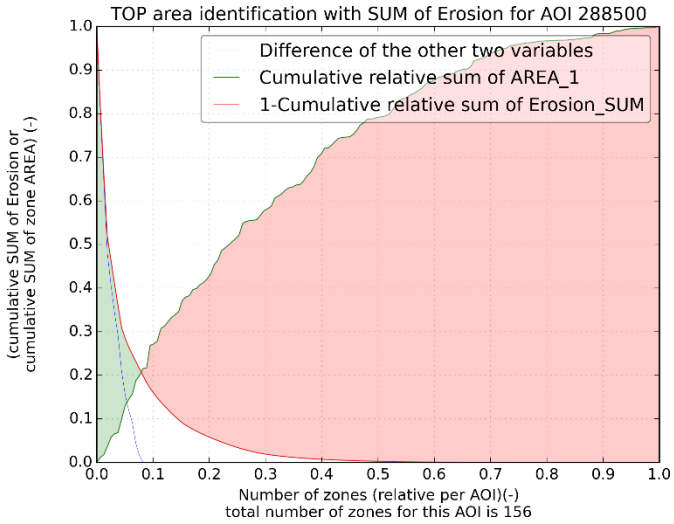


Abbildung 2: **Beispielhafte Reihung der Schläge eines TEZG (Perlsdorfer Bach) nach deren Gesamtbodenabtrag (rote Linie beginnend bei 1). Nur 8% der Schläge (= 13 Schläge) sind für 80% des gesamten Bodenabtrages in diesem TEZG verantwortlich. Werden erosionsmindernde Maßnahmen auf diese „hot-spots" konzentriert, kann mit geringem Flächenaufwand eine hohe absolute Erosionsminderung erzielt werden.**

Abstract

We present a methodology to prioritize agriculturally used fields according to their contribution to the total sediment load of a catchment. The relations shown in this study might be of relevance to the practice of agricultural subsidies for erosion mitigation. Erosion mitigation measures contained e.g. in the ÖPUL program (like mulching and direct seeding) are in general financial compensations for special expenditure. It may be sensible to rate the potential soil loss from a single field in relation to the total soil loss of a larger area (catchment or administrative borders). Compensation payments may be differentiated according to the potential impact on the subject of protection. The approach presented allows to prioritize fields, whose increased protection from erosion would contribute disproportionately to the soil loss of the whole area of interest. The proposed methodology could serve as a basis for this, even though the study is only a preliminary one. A combination with other modelling approaches for answering the same question could help to create a more robust assessment.

Literatur

MORGAN, R. P. C. 2001. "A Simple Approach to Soil Loss Prediction: A Revised Morgan-Morgan-Finney Model." Catena 44(4):305–22.

MORGAN, R. P. C. und J. H. DUZANT. 2008. "Modified MMF (Morgan–Morgan–Finney) Model for Evaluating Effects of Crops and Vegetation Cover on Soil Erosion." Earth Surface Processes and Landforms 33(1):90–106.

SMITH, R. E. and J. -Y PARLANGE. 1978. "A Parameter-efficient Hydrologic Infiltration Model." Water Resources Research 14(3):533–38.

WOLKERSTORFER, G. und P. STRAUSS. 2004. "Soil Erosion at the Mesoscale: Comparison of Two Erosion Models for a Pre-Alpine Austrian Basin." Proceedings of the International Symposium on Sediment Transfer Through the Fluvial System (288):339–44.

Adressen der Autoren

[1] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, 3252 Petzenkirchen

[2] Universität für Bodenkultur, Institut für Bodenphysik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, Muthgasse 18, 1190 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Thomas Brunner, thomas.brunner@baw.at

Die Schwammstadt als Substrat für Stadtbäume

The sponge-city concept applied in substrates for city trees

Anna Zeiser[1*], Thomas Weninger[1], Erwin Murer[1], Stefan Schmidt[2],
Rainer Weisgram[3] & Peter Strauss[1]

Einleitung

Bäumen im urbanen Raum kommt seit wenigen Jahren eine wachsende gesellschaftliche Aufmerksamkeit zu, die durch die spürbaren Auswirkungen der Klimaerhitzung verstärkt wird. In dicht verbauten städtischen Gebieten versprechen Bäume, neben vielen anderen Funktionen, durch ihre Schattenspende und Verdunstungsleistung vor allem zur Kühlung der urbanen Hitzeinseln und zu mehr Wohlbefinden beizutragen. Hierfür braucht es aber eine gesunde, langjährige und großkronige Entwicklung, die auf Grund von kompaktiertem Untergrund und daher stark begrenztem Wurzelraum nur schwer möglich ist (BLUEGREENSTREETS 2020). Das Prinzip der Schwammstadt für Stadtbäume soll hier Abhilfe schaffen und nebenbei die Einleitung von Niederschlagswasser zur Retention und Versickerung einhergehend mit einer Entlastung des Kanalsystems ermöglichen. Mit Hilfe der Schwammstadt wird dem Baum unterhalb von versiegelter Oberfläche, wie beispielsweise Parkstreifen, Geh- und Radwegen, Nebenfahrbahnen oder Aufenthaltsflächen, unverdichteter Wurzelraum zur Verfügung gestellt, der eine gute Grundlage für das Wachsen und Gedeihen im städtischen Umfeld bieten soll (BIBER 2017, SCHMIDT UND MURER 2019). Zur Optimierung und Testung von Systemvarianten und -details werden in der Stadtbaum-Versuchsanlage Jägerhausgasse Wien Experimente und Messungen durchgeführt, die das Baumwachstum und den Wasserhaushalt in den Mittelpunkt der Entwicklungsarbeit stellen.

Material und Methoden

Für die Errichtung eines Schwammstadt-Wurzelraums wird zuerst Grobschlag, in der Regel Splitt im Korngrößenspektrum 90 - 150 mm, eingebracht und verdichtet. Dieser dient zur Lastabtragung und hält gleichzeitig große Hohlräume offen. In diese vorliegenden Hohlräume wird Feinsubstrat mit Wasser und Druck „eingeschlämmt“, welches die Wurzeln mit Wasser und Nährstoffen versorgt, ohne dabei durch die oberflächliche Verkehrslast verdichtet zu werden. Ein ausreichender Gasaustausch wird durch die zahlreichen Grobporen und den Einbau von Belüftungsschächten, die die versiegelte Oberfläche durchdringen, gewährleistet. Oberflächenwasser von Verkehrsflächen kann nach einer gegebenenfalls normgemäßen Vorreinigung in die Schwammstadt eingeleitet und über Verteilungsschläuche verteilt werden. Durch eine solche Niederschlagswassereinleitung wird zum einen der Wurzelraum des Baumes auch unter versiegelten Flächen mit Wasser versorgt und andererseits kann die Schwammstadt als Retentionsraum dienen, was vor allem im Starkregenfall Entlastung für das städtische Kanalsystem bietet.

In der Außenstelle Jägerhausgasse der HBLFA Schönbrunn wurden 2019 drei Lysimeter mit Schwammstadt-System im Auftrag der Wiener Stadtgärten zur näheren Untersuchung der Funktionsweise, der Vorteile und Möglichkeiten errichtet (ZEISER et al. 2021). Jedes dieser drei Lysimeter wurde mit einer *Celtis australis*, die in Wien als zukunftsfähig erachtet wird, bepflanzt. Die drei Lysimeter unterscheiden sich in ihrer Substratzusammensetzung, wobei bei einem Lysimeter eine vorgemischte Einbauvariante ausgetestet wurde. Neben der Messung von Matrixpotenzial und volumetrischem Wassergehalt in verschiedenen Tiefen und Distanzen vom Baum werden die Sickerwassermenge und -qualität erfasst, sowie der Saftstrom am Stamm kombiniert mit einer kontinuierlichen Aufzeichnung des Stammumfangs. Diese Daten in Kombination mit einer Wetterstation liefern ein detailliertes Bild über den Bodenwasserhaushalt, die Wasserverteilung, das Durchwurzelungsausmaß und die Wasserversorgung des Baumes. Der Einbau von Plexiglasrohren ermöglicht eine endoskopische Erkundung des Wurzelbereichs und unterstützt die quantitativen Auswertungen. Baumbonitierungen, Messungen der Stomata-Leitfähigkeit (SC-1, METER) und Infrarot-Aufnahmen (FLIR C5) runden das Monitoring-Konzept ab und lassen weitere Schlüsse über das Wohlergehen und Gedeihen der Bäume im Schwammstadt-System zu.

Parallel zu den Schwammstadt-Lysimetern werden in der Jägerhausgasse noch 3 weitere Lysimeter aus dem Baujahr 2015 mit Baumsubstraten (überbaubar und nicht überbaubar) betreut und untersucht. Wäh-

rend ein direkter Vergleich dieser beiden verschiedenen Lysimetergruppen auf Grund des unterschiedlichen Herstellungszeitpunktes und Rahmenbedingungen schwierig ist, lassen sich einzelne Parameter gemeinsam auswerten und tragen dadurch zu einem besseren Verständnis des Zusammenhangs Substrat – Wurzelwachstum – Baumvitalität – Kühlung bei.

Ergebnisse und Diskussion

Im Sommer 2021 wurde mehrmals die stomatäre Leitfähigkeit der 6 Lysimeterbäume gemessen (Abbildung 1). Die Messungen erfolgten am frühen Nachmittag, an heißen Sommertagen bei blauem Himmel und verschiedenen Wasserversorgungsgraden laut Bodenwassermessungen. Es wurden Blätter herangezogen, die normal zur Sonneneinstrahlung standen und dieser unbeeinflusst ausgesetzt waren.

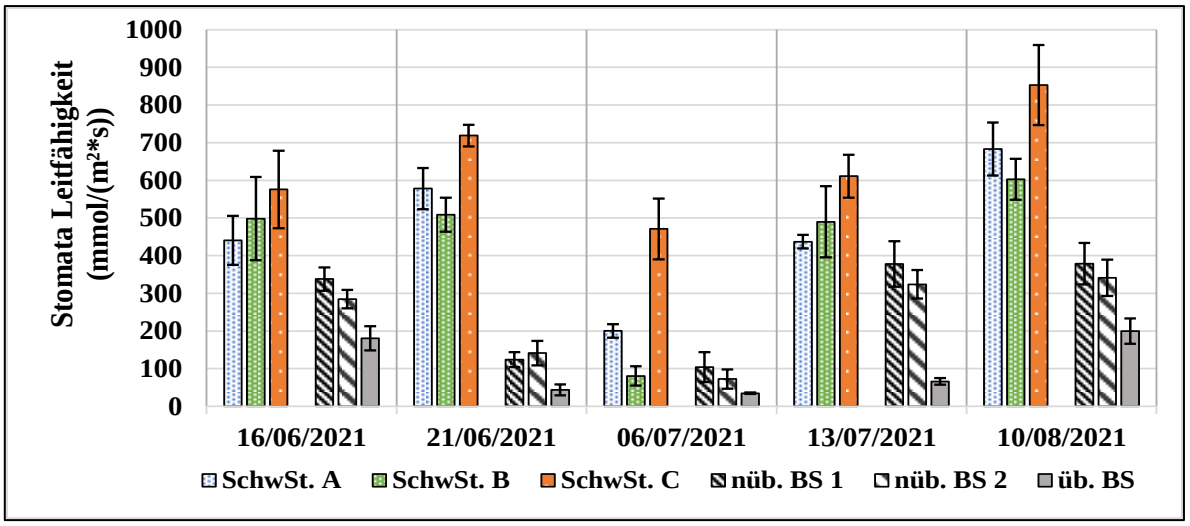


Abbildung 1: **Gemessene Stomata-Leitfähigkeit der Lysimeterbäume im Verlauf des Sommers, Messung am frühen Nachmittag an zur Sonne zugewandten, unbeschatteten Blättern (Mittelwert aus 5 Messungen)**

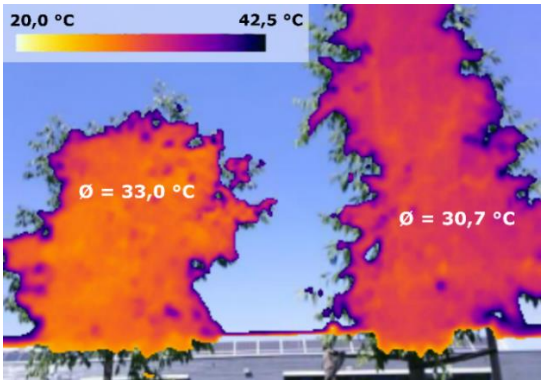


Abbildung 2: **Infrarot-Aufnahmen zweier Bäume in der Lysimeteranlage am 16.06.2021, 16 Uhr (links: überbaubares Baumsubstrat, rechts: Schwammstadt C)**

Das Säulendiagramm lässt auf Grund der vergleichsweise reduzierten stomatären Leitfähigkeit einen deutlichen Trockenstress der Schwammstadtbäume am 06. Juli 2021 vermuten. Die Bäume in den nicht überbaubaren Baumsubstraten leiden auch am 21. Juni 2021 unter Trockenstress und jener im überbaubaren Baumsubstrat zusätzlich auch sichtbar am 13. Juli 2021. Vergleicht man die drei Schwammstadt-Lysimeter untereinander, so scheint der Baum in der Schwammstadt C auf Grund des höheren Gasaustauschs über die Stomata vitaler zu sein. Während die Bäume in den Schwammstadttypen A und B am 06. Juli 2021 deutliche Einbußen in den stomatären Leitfähigkeitswerten aufweisen, ist die Reduktion beim Baum in der Schwammstadt C geringer. Da die drei Lysimeter der gleichen Gießfrequenz und gärtnerischen Pflege unterliegen, lassen diese Messungen auf eine stärkere Trockenheitsresilienz der Schwammstadtkonstruktion C schließen.

Die Abbildung 2 zeigt eine Infrarotaufnahme vom 16. Juni 2021 um 16 Uhr Nachmittag. An diesem Tag wurde auch die stomatäre Leitfähigkeit erfasst (siehe Abbildung 1). Links ist der Baum gepflanzt im überbaubaren Baumsubstrat zu sehen und rechts jener im Schwammstadtsubstrat C. Die angegebene Durchschnittstemperatur bezieht sich auf den Innenbereich der jeweiligen Baumkrone.

Die Kombination aus Infrarot-Aufnahme und Messung der stomatären Leitfähigkeit vom 16. Juni 2021 veranschaulicht die Wichtigkeit der Baumvitalität und Wasserverfügbarkeit im Wurzelraum für die Verdunstungskühlung, einer als zentral angesehenen Funktion im städtischen Raum. Der Baum im überbaubaren Baumsubstrat weist auf Grund eines geringeren stomatären Gasaustauschs, also auch einer geringeren Verdunstungsrate, eine merkbar wärmere Oberflächentemperatur der Baumkrone auf.

Zusammenfassung

Das System Schwammstadt für Stadtbäume zielt darauf ab, deren Vitalität zu verbessern, indem ein größerer und mit optimiertem Substrat verfüllter Wurzelraum zur Verfügung gestellt wird. Die Lysimeteranlage in der Jägerhausgasse bietet auf Grund der umfangreichen Messausstattung und der bekannten Rahmenbedingungen eine gute Basis für die Erforschung des Zusammenspiels zwischen Substrateigenschaften und Baumwachstum. Neben Bodenwasserobservationen wird ein umfassendes pflanzenphysiologisches Monitoringkonzept angewandt. Die Messungen der stomatären Leitfähigkeit im Sommer 2021 spiegeln Trockenperioden wieder und deuten eine unterschiedliche Trockenheitsresilienz der drei eingebauten Schwammstadtvarianten an. Die Kombination mit der Temperaturdifferenz der Oberfläche der Baumkronen verdeutlicht die Sensitivität der Substratauswahl und des damit einhergehenden Bodenwasserhaushaltes für die Baumvitalität und die Erfüllung der zugesprochenen Kühlungsfunktion.

Abstract

The sponge city concept for urban trees aims on improving their vitality by providing a larger root volume which is filled by an optimized substrate. Due to the extensive measurement equipment and the known framework conditions, the lysimeter facility in Jägerhausgasse provides a good basis for research on the interplay between system properties and urban tree vitality. Besides soil water measurements, a comprehensive monitoring concept for plant physiology is applied. Measurements of stomatal conductance in the summer of 2021 reflect dry periods and suggest differential drought resilience among the three installed sponge city constructs. The combination with the temperature difference of the canopies measured by infrared imaging illustrates the relevance of the substrate and the associated soil water balance for tree vitality and the fulfilment of the attributed cooling function.

Literatur

BIBER C, 2017: Advanced Urban Trees - How trees can be part of the solution. An advanced system of urban tree pits to be included in decentralized stormwater management. Masterarbeit, HafenCity Universität Hamburg.

BLUEGREENSTREETS (HRSG.), 2020: BlueGreenStrees als multicodierte Strategie zur Klimafolgenanpassung – Wissenstand 2020, April 2020, Hamburg. Statusbericht im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).

SCHMIDT S, MURER E, 2019: Das Schwammstadt-Prinzip bei Straßenbäumen. Galabau Journal 2/2019, Garten- und Landschaftsbauverband Österreich, Tulln, 32–35.

ZEISER A, WENINGER T, SCHMIDT S, WEISGRAM R, MURER E, 2021: Substratentwicklung anhand von Stadtbaumlysimetern mit pflanzenphysiologischem Monitoring. In: 19. Gumpensteiner Lysimetertagung 2021, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 157-162.

Adressen der Autoren

[1] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, 3252 Petzenkirchen

[2] Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Schönbrunn, Grünbergstraße 24, 1130 Wien

[3] Wiener Stadtgärten MA 42, Johannesgasse 35, 1030 Wien

[*] Ansprechpartnerin: DI Anna ZEISER, anna.zeiser@baw.at

Ergosterol Extraktion zur Quantifizierung der pilzlichen Biomasse in zwei unterschiedlichen Böden - ein Methodenvergleich

Ergosterol extraction to quantify the fungal biomass in two different soils - a method comparison

Orracha Sae-Tun, Rizki Maftukhah, Astrid Hobel, Elisabeth Kopecky, Christoph Noller, Vivian I. Remlinger, Victoria Meyer-Laker, Anders C. T. Sørensen, Dunja Sustic, Sebastian I. Socianu, Luca G. Bernardini, Axel Mentler & Katharina M. Keiblinger

Einleitung

Die Quantifizierung von Ergosterol, einem Biomarker zur Abschätzung der Pilzbiomasse, im Boden kann sich auf den Beitrag von Pilzen zum Gehalt an organischer Bodensubstanz und anschließend an organischem Kohlenstoff im Boden beziehen. Es sind verschiedene Methoden bekannt, um Ergosterol erfolgreich aus Bodenproben zu extrahieren und anschließend mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) oder Gaschromatographie (GC) zu quantifizieren (z.B. Joergensen und Wichern, 2008). Unter den Extraktionsverfahren findet vor allem das alkalische Verfahren Verwendung trotz des hohen Aufwandes und Labor Anforderungen. Im Gegensatz werden bei den nicht-alkalischen Extraktionen, organischem Lösungsmittel eingesetzt und einfachere Verfahren für den zellphysikalischen Aufschluss kommen zum Einsatz (Eash et al., 1996). Die Ergosterol-Ausbeuten von nicht-alkalischen und alkalischen Methoden können jedoch vergleichbar sein (Jörgensen und Wichern, 2008). Daher zielt diese Studie darauf ab, die Extraktionseigenschaften und Anwendbarkeit häufig verwendeter Methoden zu vergleichen.

Material und Methoden

Standorte: Vergleich eines *landwirtschaftlichen Tschernosem* Bodens, mit alkalischem pH (7,9), schluffiger Lehmtextur sowie geringer organischer Substanz (TOC 1,17 %), aus dem Marchfeld in Niederösterreich, mit einem *forstwirtschaftlich genutzter Podsol* Boden, der durch sauren pH (pH 2,5) hohe organische Substanz schluffige Lehmtextur charakterisiert ist aus, Dürrwien Niederösterreich.
Versuch: Gesiebte (<2 mm) Oberböden (0- 10 cm) wurden mittels vier Ergosterol-Extraktionsmethoden extrahiert, die i) alkalische Extraktion, ii) Extraktion mit Glasperlen, iii) Ultraschall und iv) einfaches Schütteln und ihre Variationen bei gleichem Boden-Lösungsmittel-Verhältnis umfassten 1:5 (w/v) in dreifacher Wiederholung. Die alkalische Extraktion erfolgte nach dem Verfahren von Bååth (2001). Für nicht alkalische Extraktionen und deren Variationen wurde Methanol (MeOH) als Lösungsmittel verwendet. Die Extraktion mit Glasperlen wurde von Gong et al. (2001) in 2 verschiedenen Maßstäben unter Verwendung von 2 bzw. 0,16 g Boden für normale bzw. miniaturisierte Maßstäbe durchgeführt. Für das Ultraschallverfahren wurden 2 g Boden mit drei Variationen extrahiert, einschließlich (i) Ultraschallbad, (ii) hoher (38,3 W) und (iii) niedriger (24 W) Ultraschallenergie mittels Ultraschallsonde für 15 Minuten. Zusätzlich wurde für die einfache Schüttelmethode (2 g Boden in MeOH mittels Überkopfschüttler) verglichen.
Messung: Nach der Extraktion wurde der Überstand durch Zentrifugation und anschließende Filtration mit 0,45 µm PTFE-Spritzenfilter gereinigt und in braune HPLC-Vials transferiert. Die Ergosterol Messung erfolgte nach chromatographischer Trennung mittels HPLC über C18-Umkehrphase mit einem UV-Detektor bei 282 nm (Sae-Tun et al. 2020).

Ergebnisse und Diskussion

Alle Methoden zeigten eine durchschnittlich 40-fach höhere Ergosterol-Konzentration von Podsol als von Tschernosem, und zeigt, dass saure Böden mit hohem organischem Anteil das Pilzwachstum begünstigten (Rousk und Bååth, 2011). Innerhalb desselben Bodens wiesen die verschiedenen Extraktionsmethoden signifikante Unterschiede in der Ergosterol-Konzentration auf ($p < 0,05$, Abb. 1).

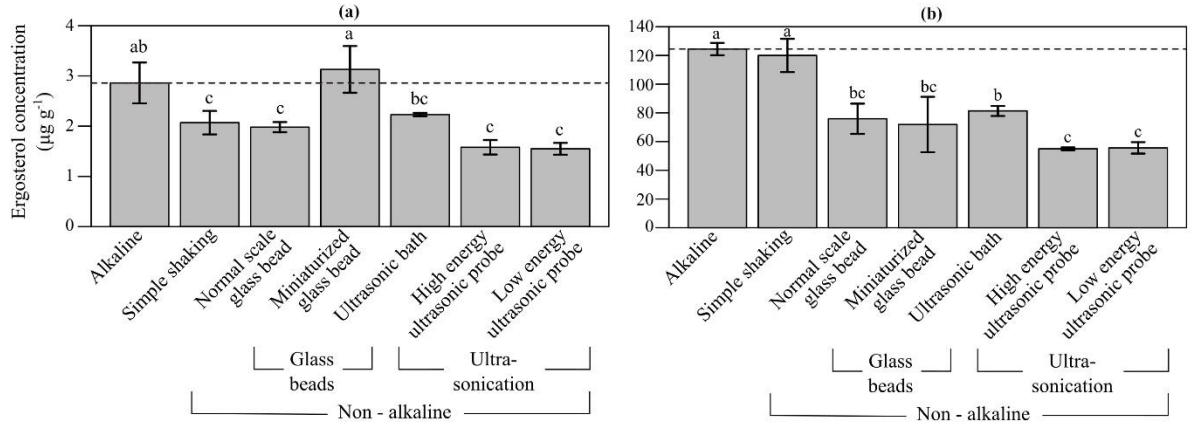


Abbildung 1: **Ergosterol-Konzentration, bei Extraktion mit verschiedenen Methoden aus (a) Tschernosem- und (b) Podsol-Boden. Balken und gestrichelte Linien repräsentieren Mittelwerte ± SD (n = 3) bzw. Mittelwerte aus der alkalischen Extraktion. Unterschiedliche Buchstaben für die Extraktionsmethoden weisen auf signifikante Unterschiede bei p < 0,05 hin**

Die alkalische Methode resultierte in der höchsten Ergosterol Konzentration, aufgrund ihrer Fähigkeit, sowohl freies als auch verestertes Ergosterol zu extrahieren, während nicht-alkalische Methoden auf freies Ergosterol beschränkt waren (Eash et al., 2006).
Unter den nicht-alkalischen Extraktionsmethoden zeigte die Extraktion mit miniaturisierten Glasperlen eine vergleichbare Ergosterol-Konzentration wie die alkalische Methode bei der Extraktion aus Tschernosem, während einfaches Schütteln für Podsol ausreichte. Die Extraktionseigenschaften des einfachen Schüttelns waren jedoch nicht eindeutig und vom Bodentyp abhängig. Es ist anzunehmen, dass der hohe Anteil an Sandpartikel im Podsol (61,5%) während des langen Schüttelns beim Zellaufschluss aktiv sein könnte. Die miniaturisierte Glasperlen Extraktion wies große Variationen in der Ergosterol-Konzentration, auf was auf die kleine Probenmenge (0,16 g) zurückzuführen ist (de Ridder-Duine et al., 2006). Die niedrigere Ergosterol-Konzentrationen aus den Ultraschallverfahren für beide Böden lassen vermuten, dass zusätzlichen Reinigungsschritte notwendig wären, um den Anteil der mitextrahierten organischen Substanzen und der Trübung zu verringern (Mentler et al., 2004). Die Extraktion mit Glasperlen und die einfache Schüttelmethode zeigten das geringste Hintergrundrauschen in Chromatogrammen ohne zusätzliche Aufreinigung und eine hohe Fähigkeit, ausschließlich Ergosterol aus beiden Böden zu extrahieren. Diese Ergebnisse bezüglich Extraktionseigenschaften gepaart mit geringerem Zeitaufwand, Bedarf an Laborgeräten sowie eine längere Lebensdauer der HPLC-Säule im Vergleich zu alkalischen und Ultraschallmethoden, unterstreichen die gute Anwendbarkeit dieser Methoden. Für den landwirtschaftlichen Boden erwies sich die miniaturisierten Glasperlen-Methode zur Ergosterol-Extraktion als praktikabel. Es werden jedoch weitere Studien empfohlen, um die Bodenabhängigkeit der Methoden unter einer breiteren Palette von Bodenbedingungen zu testen.

Zusammenfassung

Es wurden verschiedene Methoden verwendet, um Ergosterol, einen Pilzbiomarker, aus dem Boden zu extrahieren, da es auch zur Kohlenstoffbindung im Boden beiträgt. In dieser Studie wollen wir die Extraktionseingenschaften und Anwendbarkeit von häufig verwendeten Ergosterol-Extraktionsmethoden untersuchen. Ergosterol wurde aus zwei unterschiedlichen Böden einem landwirtschaftlich genutzten Tschernosem und einem Waldboden (Podsol) durch (i) alkalische Methode, (ii) Glasperlenmethode, (iii) Ultraschall und (iv) einfache Schüttelmethode extrahiert und durch Hochdruckflüssigkeitschromatographie gemessen (HPLC). Die Ergebnisse zeigten eine höhere Ergosterol-Konzentration im Podsol als im Tschernosem, unabhängig von den verwendeten Methoden. Die alkalische Methode zeigte die höchste Ergosterolkonzentration für beide Böden und vergleichbare Ergebnisse wie die miniaturisierte Glasperlenmethode für Chernozem. Glasperlenunterstützte und einfache Schüttelverfahren zeigten ihre höhere Anwendbarkeit aufgrund geringerer Co-Extraktion organischer Substanzen sowie einfache Durchführung. Die Schüttelmethode erwies sich jedoch als bodentypabhängig. Daher empfehlen wir die miniaturisierte Glasperlenmethode für landwirtschaftliche Böden mit wenig organischer Substanz für einen hohen Durchsatz.

Abstract

Various methods have been used to extract ergosterol, fungal biomarker, in soil as it subsequently contributes to soil carbon sequestration. In this study we aim to explore the extraction ability and applicability of commonly used ergosterol extraction methods. Ergosterol was extracted from two distinct soils agricultural (chernozem) and forest (podzol) soil by (i) alkaline method, (ii) glass bead method, (iii) ultrasonication, and (iv) simple shaking method and measured by high pressure liquid chromatography (HPLC). The results revealed higher ergosterol yield in podzol than in chernozem regardless methods used. Alkaline method presented the highest ergosterol concentration for both soils with comparable yield to miniaturized glass bead method for chernozem. Glass bead assisted and simple shaking methods showed their higher applicability according to less interference of co-extraction of organic substances and turbidity as well as simpleness to conduct. However, the shaking method revealed to be soil type dependent. Therefore, we recommended the miniaturized glass bead method for agricultural soils with low in organic matter for high throughput.

Literatur

BÅÅTH E, 2001. Estimation of fungal growth rates in soil using 14C-acetate incorporation into ergosterol. Soil Biology and Biochemistry 33, 2011–2018.

DE RIDDER-DUINE AS, SMANT W, VAN DER WAL A, VAN VEEN JA; DE BOER W, 2006. Evaluation of a simple, non-alkaline extraction protocol to quantify soil ergosterol. Pedobiologia 50,

EASH NS, STAHL PD, PRAKIN TB, KARLEN DL, 1996. A simplified method for extraction of ergosterol from soil. Soil Science Society of America Journal 60, 468–471.

Gong, P., Guan, X., Witter, E., 2001. A rapid method to extract ergosterol from soil by physical disruption. Applied Soil Ecology 17, 285–289.

JOERGENSEN RG, WICHERN F, 2008. Quantitative assessment of the fungal contribution to microbial tissue in soil. Soil Biology and Biochemistry 40, 2977–2991.

MENTLER A, MAYER H, STRAUSS P; BLUM WEH, 2004. Characterisation of soil aggregate stability by ultrasonic dispersion. International Agrophysics 18, 39–45.

ROUSK J, BÅÅTH E, 2011. Growth of saprotrophic fungi and bacteria in soil. FEMS Microbiology Ecology 78, 17–30.

SAE-TUN O, MAFTUKHAH R, NOLLER C, REMLINGER VI, MEYER-LAKER V, SØRENSEN ACT, SUSTIC D, SOCIANOU SI, BERNARDINI LG, MENTLER A, KEIBLINGER K, 2020. Comparison of commonly used extraction methods for ergosterol in soil samples. International Agrophysics 34, 425–432.

Adressen der Autoren

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Bodenforschung, Peter Jordan Str. 82, A-1190 Wien

* Ansprechpartnerin: Priv.-Doz. DI Dr. Katharina KEIBLINGER katharina.keiblinger@boku.ac.at

Charakterisierung von Phosphorrecyclingdüngern

Characterization of phosphorus recycling fertilizers

Olivier Duboc[1,2*], Alicia Hernandez-Mora[2,3], Walter W. Wenzel[1] & Jakob Santner[2]

Introduction

Phosphorus (P) is an essential nutrient for all life forms. Plants obtain P from the P-rich minerals present in the soil: these are apatite deposits of igneous and metamorphic origin, sedimentary phosphorites, and guano and related deposits (Holtan et al. 1988).
Once depleted, soils need P to be provided externally for crops to be able to develop. The European Union has included phosphate rock in its list of Critical Raw Materials due to its strategic importance and its geo-political supply risk (European Commission 2020). Most apatite reserves are located in Morocco, and Europe has virtually no P mines. Concurrently, there are numerous side-waste streams from which P can be recovered and used as fertilizers.
The new Regulation (EU) 2019/1009 establishes water (H_2O) and neutral ammonium citrate (NAC) extractions as compliance testing methods to determine most of P fertilizers' solubility (European Parliament 2019). However, these are somewhat arbitrary extractions that do not reflect the complex processes governing fertilizer dissolution in the soil environment, as influenced by e.g. pH, sink effects through the soil matrix, or biological processes from plant roots and microbes. "None of these chemical extractions will yield satisfactory results for a multitude of different fertilizers and growing conditions regarding the correlations between chemical solubility and behavior of test plants" (Kratz et al. 2019).
The aim of our work was to correlate EU current legal extraction methods (H_2O and NAC) and alternatives: a sink extraction using phosphate adsorption into ferrihydrite ("iron bag") and $NaHCO_3$, with plant P extractability in a pot experiment with a variety of P recycling and mineral reference fertilizers.

Material and Methods

Fertilizer P solubility characterization: 79 recycled and mineral reference P fertilizers were dried and milled prior to their extraction. A digestion with *aqua regia* was performed to account for total P. H_2O and NAC extractions were executed according to EN 15958:2011 and EN 15957:2011 respectively. For the iron bag, 250 ml vials containing 30 mg of fertilizer in 150 ml of a buffered medium adjusted to pH 7 were prepared. A ferrihydrite-filled dialysis tube was added to each vial. The vials were shaken overhead at 5 rpm. The membrane was sampled and replaced three times during the experiment, which lasted 42 days. For the $NaHCO_3$ extraction, 30 mg fertilizer were shaken in 30 mL 0.5 mol L^{-1} $NaHCO_3$ vials overhead at 15 rpm for 4 h and subsequently filtered. Afterwards, a 16-mL sample aliquot was taken and 3 mL H_2O and 1 mL 65% HNO_3 was added to remove HCO_3 and acidify the sample to 2 % HNO_3. Extractions were analysed either on a photometer using the molybdate blue method or by ICP-OES.
Pot experiment: the biomass production and P assimilation of 42 recycled and mineral reference P fertilizers were tested in rye plants (*Secale cereale* L.) using 1 kg pots containing either an acidic (pH 5,5), a slightly acidic (pH 6,2) or an alkaline (pH 7,4) soil with low P content during 6 weeks in a greenhouse under controlled conditions. The products were added at a rate of 80 mg total P kg^{-1} soil. Afterwards the plants were harvested, dried, weighed and milled for P analysis. An aliquot was digested with HNO_3 and H_2O_2 in a microwave and analysed.
Data analysis
Linear regressions were performed between the shoot P content (mg P pot^{-1}) and the amount of P extracted by each extraction method (in % of total fertilizer P). Non-linear regression (Mitscherlich model) was fitted for biomass vs. P extracted. Regressions were evaluated according to their R^2 and their root mean squared deviation (RMSD).

Results and discussion

Fertilizer P extractions: Total P concentrations of the fertilizers ranged from 8.23 to 244 mg P g^{-1}. The median of total P extracted by the four methods decreased in the order NAC (85 %) > IB (67 %) > $NaHCO_3$ (25 %) > H_2O (1 %). These solubility capacities among the different extractants are caused by their different mechanisms of extraction.

Fertilizer extractions as predictors for shoot dry matter and P content

Both regressions (plant shoot biomass vs. extractable fertilizer P and P content vs. extractable fertilizer P) pointed to $NaHCO_3$ as the method predicting P efficiency best in the alkaline and the slightly acidic soil. The Iron Bag extraction remained a reliable predictor of P availability in the slightly acidic soil (Duboc et al. 2017) but not on the alkaline soil, where it had a similar r^2 and RMSD as the NAC extraction. H_2O was the least accurate extraction method for all soil types. No extraction method could assess fertilizer plant P availability in the strongly acidic soil.

Table 1. **r^2 for the correlation of different extractants and the biomass obtained for each type of soil. In bold all values ≥0.60.**

	Extraction Method			
Soil type	H_2O	$NaHCO_3$	IB	NAC
Strongly acidic	0.00	0.07	0.10	0.08
Slightly acidic	0.26	**0.70**	**0.62**	**0.66**
Alkaline	0.24	**0.86**	0.44	0.43

Implications of this study

One of the aims of this study was to determine if the alternative extractions could improve the plant P availability prediction for the different soils.

The $NaHCO_3$ method is a good option to estimate the short-term P availability from slightly acidic to alkaline pH and would be suitable for routine fertilizer testing. For the iron bag extraction the regressions were not as good, but the method has the benefit to provide an estimate of the maximum amount of P that is soluble in water under the effect of an infinite sink. The NAC extraction method extracts too much P from fertilizers which exhibit a medium to low P efficiency. While the H_2O extraction is not suitable as a predictor of P availability, it can be combined with the result of other extraction methods to describe the potential fertilizer behaviour immediately after its application to the soil.

Zusammenfassung

Mit 79 Recycling und mineralischen Phosphordüngern wurden die aktuellen EU-Konformitätsprüfungsmethoden zur Bewertung der P-Löslichkeit (H_2O und NAC) mit zwei alternativen Methoden verglichen: 0,5 mol L^{-1} $NaHCO_3$ und eine Senkenextraktion, in der Phosphat durch Ferrihydrit gebunden wird (iron bag Methode). Wir verglichen die Fähigkeit dieser Tests, die Sprossbiomasse und den Pflanzen-P-Gehalt von Roggen vorherzusagen. Roggen wurde in einem Gewächshaus auf drei Böden mit niedrigem P-Gehalt und unterschiedlichen pH-Werten angebaut. Zweiundvierzig Düngemittel aus unserer Düngemittelsammlung wurden für diesen Versuch verwendet.

Der $NaHCO_3$-Extraktion zeigte die beste Vorhersage der Pflanzensprossbiomasse und des P-Gehalts (r^2 0,65-0,86 im leicht sauren und alkalischen Boden). Die anderen Methoden können ergänzende Informationen für eine detailliertere Charakterisierung der P-Löslichkeit im Boden liefern.

Abstract

Using 79 P recycling and mineral reference fertilizers, the current EU-compliance testing methods assessing P solubility (H_2O and NAC) were compared with two alternative methods: 0.5

mol L^{-1} $NaHCO_3$ and a sink extraction driven by phosphate adsorption onto ferrihydrite ("Iron Bag"). We compared their capacity to predict shoot biomass and plant P content of rye grown in a greenhouse on three low P content soils of different pH with a subset of 42 fertilizers.
The $NaHCO_3$ extraction performed best predicting plant shoot biomass and P content (r^2 0.65-0.86 in the slightly acidic and alkaline soil). The other methods can provide complementary information for a more detailed characterization of soil P solubility.

References

Duboc O, Santner J, Golestani Fard A, et al (2017) Predicting phosphorus availability from chemically diverse conventional and recycling fertilizers. Science of The Total Environment 599–600:1160–1170. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.054
European Commission (2020) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy
European Parliament (2019) Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003 (Text with EEA relevance)
Holtan H, Kamp-Nielsen L, Stuanes AO (1988) Phosphorus in soil, water and sediment: an overview. 19–33. https://doi.org/10.1007/978-94-009-3109-1_3
Kratz S, Vogel C, Adam C (2019) Agronomic performance of P recycling fertilizers and methods to predict it: a review. Nutr Cycl Agroecosyst 115:1–39. https://doi.org/10.1007/s10705-019-10010-7

Adressen der Autoren

[1] BOKU, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Bodenforschung, Konrad-Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln
[2] BOKU, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenbau, Konrad-Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln
[3] Agrana Research & Innovation Center GmbH (ARIC), Josef-Reither-Straße 21-23, 3430 Tulln, Austria

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Dr. Olivier Duboc. olivier.duboc@boku.ac.at

Düngewirksamkeit von Klärschlammasche, Rohphosphat, Dicalciumphosphat, Kompost und deren Mischungen für Mais im Gefäßversuch

Fertilization efficiency of sewage sludge ash, rock phosphate, dicalcium phosphate, compost and admixtures upon growing maize in a pot experiment

Manfred Sager, Marion Bonell, Eva Erhart, Dieter Haas, Sarah Scheiblmair,
Stefan Wiesinger & Wilfried Hartl

Einleitung

Die gesunde Pflanze nimmt an Nähr- und Schadstoffen auf, was sie braucht, was mobil ist, und was sie nicht aktiv ausscheidet, wobei diese 3 Effekte miteinander in Wechselwirkung stehen. Dies wird durch die Wachstumsbedingungen Licht, Wasser und Temperatur, sowie die Disposition von genetisch determinierten Rezeptoren und die Mycorrhiza beeinflusst. Der Bedarf an Nährstoffen und die Toleranz gegenüber Schadstoffen sind voneinander abhängig, sowie wegen der Elektroneutralität auch Kationen- und Anionenaufnahme. Physiologisch inaktive Ionen gelangen durch Diffusion in die Pflanze, wie z.B. Seltene Erden. Neben N, P, S und K ist auch die ausreichende Versorgung mit essentiellen Spurenelementen sowie die Vermeidung der Aufnahme zu hoher Metallkonzentrationen zu berücksichtigen.
Im allgemeinen können Stoffe durch Kompost mobilisiert, aber auch an die organische Substanz gebunden werden, wobei durch die Zufuhr an Nährstoffen die Pflanzenbiomasse steigt. Dies lässt sich auch durch verändertes Löseverhalten darstellen, wie im gegenständlichen Fall in einem Beitrag im gleichen Band dargestellt ist. Kompost kann durch Einträge von Humus und essentiellen Spurenelementen sowie erhöhter mikrobieller Aktivität den Transfer in die Pflanze stark beeinflussen, wie an einem Feldversuch mit Weizen gezeigt werden konnte (SAGER & ERHART 2016).
In einem Gefäßversuch wurde die Wirkung von Kompost im Gemisch mit anorganischen Düngern auf die Aufnahme verschiedener Ionen in grüne Maispflanzen untersucht. Zusatz von Klärschlammasche, Kompost, Rohphosphat oder Dicalciumphosphat sowie deren Gemischen als K- und P-Quelle zu einem nährstoffarmen Boden sollte das Wachstum steigern. Neben den Hauptnährstoffen hat Mais einen hohen Bedarf an Zn, und einen mittleren an B, Cu und Mn. (BERGMANN 1993, WISSEMEIER & OLFS 2019).
Chemische Untersuchungen der Zusammensetzung der Testpflanzen, getrennt nach Wurzel und Spross, sollen die Wirkung der Zugaben demonstrieren und Mangel- bzw. Überschussversorgung aufzeigen.

Material und Methodik

Als Nullvariante fungierte ein schwach saurer nährstoffarmer Boden, ein sandiger Lehm mit einem Phosphorgehalt von 1,52 mg P/kg im CAL Extrakt. Nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau wird dieser Boden in die Gehaltsklasse A: sehr niedrig eingestuft (BMLFUW, 2017). Der Boden pH-Wert lag im wässrigen Extrakt bei 6,3 sowie im $CaCl_2$ Extrakt bei 5,7. Alle Zusätze enthielten höhere Konzentrationen an säurelöslichen Na, K, Ca, Mg, Sr und Fe als der Boden.
Im Gefäßversuch mit Mais wurden folgende Düngungsvarianten verglichen: Klärschlammasche (KSA), weicherdiges Rohphosphat (Hyp; Hyperkorn, Timac Agro), Dicalciumphosphat (DCP; Ash2®Phos, Easy Mining), Kompost1, Kompost2, Kompost1+KSA, Kompost2+KSA, Kompost1+Hyp, Kompost2+Hyp, sowie eine ungedüngte Nullvariante. Die Zugabemengen von KSA, Rohphosphat und DCP entsprachen jeweils 65 mg P/kg Boden, bezogen auf den Königswasserextrakt. In der Variante Kompost1+KSA betrug die gesamte P-Zufuhr durch Kompost und KSA ebenfalls insgesamt 65 mg P/kg Boden. Durch den Bezug auf den Nährstoff Phosphat variierte der Eintrag der Spurenelemente, sowie von Stickstoffverbindungen. Der verwendete Kompost stammte aus getrennt gesammelten pflanzlichen Abfällen und wies Qualitätsklasse A+ auf. Die Zugabemengen des Kompostes entsprachen 20 t Kompost TM/ha (Kompost1) bzw. 40 t TM/ha (Kompost2). Mit Königswasser wurde die Gesamtkonzentration des P in Kompost mit 0,19 %, in der Klärschlammasche mit 9,22 %, im Rohphosphat mit 11,66 % und in DCP mit 22,2 % (entsprechend 0,435%, 21,1%, 26,7%, und 50,9% P_2O_5) bestimmt. Der Gefäßversuch wurde im Glashaus in 5-facher Wiederholung mit je 5,5 kg TM Substrat und Mais (Sorte: KWS-STABIL) angelegt.

Während das verwendete Dicalciumphosphat (DCP) niedrigere Konzentrationen an Cu, Zn and Mn als ein Boden aufwies, lagen Cu and Mn im Kompost im Bereich des Bodens, und Zn darüber. Das Dicalciumphosphat enthielt die höchsten Phosphatkonzentrationen, und mehr Ca, hingegen weniger Li, Ba und Zn als der verwendete sowie die meisten Böden. Im Vergleich zum Versuchsboden lagen die Konzentrationen im verwendeten Rohphosphat höher bei Ca, Cd, Mn und Sr, jedoch tiefer bei Li. Die Klärschlammasche wies höhere Werte an Cu und Zn, aber auch an Ba, Cd, Fe, Mo, Pb und Sr als der verwendete Boden auf. Der Kompost bringt neben P vor allem K, Ca, Mg und Zn in den Testboden ein.
Nach 8 Wochen wurde die oberirdische und unterirdische Biomasse beprobt. Phosphor, Kalium und Spurenelemente wurden nach Aufschluss durch Mikrowellenaufschlussverfahren mittels ICP-OES (Perkin Elmer, OPTIMA 3000XL) in der Aufschlusslösung bestimmt. Aus der Menge an gebildeten Sprossen und Wurzeln und aus den gemessenen Konzentrationen wurden auch die in die Pflanzen aufgenommenen jeweiligen Mengen ermittelt.

Ergebnisse

Die Konzentrationen sowie die in der Biomasse enthaltenen Gesamtmengen sämtlicher Elemente, die nach dem Wachstum unter verschiedenen Düngebedingungen erhalten wurden, wurden mit der ungedüngten Variante (Nullvariante) verglichen. Die Spurenelementwerte lagen auf dem üblichen Niveau.
Die Ergebnisse werden in Form von Boxplots dargestellt, erhalten aus 10 Einzelwerten (5-fache Wiederholung, Doppelbestimmung), woraus sich Trends und signifikante Unterschiede abschätzen lassen.
Die Effekte von Kompost und den anorganischen Zusätzen verhielten sich nicht-additiv. Das bedarf jedoch noch einer weiteren zukünftigen Auswertung.
Im **Spross** erfolgte durch die Düngung höheres Pflanzenwachstum im Vergleich zur Kontrolle. In vielen Fällen wirkten sich die zusätzlichen Einträge in den Boden nicht in Konzentrationserhöhungen aus, wie bei Ba, Cd, Cr und Fe aus Klärschlammasche, und auch Cd aus Rohphosphat. Trotz der höheren Cu-Konzentration in Klärschlammasche stieg Cu im Spross im Median nur von 0,58 auf 0,67 mg/kg. Bei Düngung mit DCP, welches weniger Zn als der Boden und auch wenig K hatte, sanken generell die Konzentrationen im Spross von Ca, K, Li, Mg, Na, Pb und Sr. Zn, sowie auch das Verhältnis Zn/Ca. Hingegen blieben die Konzentrationen von Fe, Co, Cr und Al etwa gleich.
Trotz höherer Na-Einträge, als säurelöslichen Bodenanteilen entspricht, besonders von Rohphosphat, sanken die Na-Konzentrationen im Spross. Auch im Falle von Mn war der höhere Eintrag durch das Rohphosphat nicht erkennbar, und das höhere Pb aus der Klärschlammasche ging nicht in den Spross.
Abgestufte Zugaben an Kompost zeigten, dass mit steigender Kompostmenge die Konzentrationen im Spross bei K, P, Ca, Sr, Ba und Cu stetig stiegen, auch in Gegenwart von Klärschlammasche oder Rohphosphat.
Die Verschiebung von **Verhältnissen** geochemisch ähnlicher Ionen, zeigt, ob sie auch pflanzenphysiologisch verwechselt werden, oder die Pflanze genau unterscheiden kann. Bedingt durch die relativ geringen Fe-Konzentrionen im Dicalciumphosphat sanken die Konzentrationsverhältnisse Fe/Mn und Fe/Cu, bzw stiegen sie bei Fe/Al, während sie sonst konstant blieben. Obwohl das Konzentrationsverhältnis im verwendeten Kompost geringer war, stieg Ca/Mg bei Kompostzusatz stärker.
Multipliziert man die in der Pflanze gefundene Konzentration mit der Gesamtbiomasse, so ergibt das die in die Pflanze aufgenommene Gesamtmenge. Durch die Zufuhr an K und P stieg im vorliegenden Gefäßversuch die im Versuchszeitraum gebildete Pflanzenbiomasse, ausgenommen bei Zusatz von Rohphosphat allein. Bei etwa gleichbleibenden Konzentrationen im Spross stieg daher die aufgenommene Gesamtmenge an Al, Ba, Cd, Co Cu, Fe und Mn. Nur im Falle von Cu bei Klärschlammasche und Mn bei Rohphosphat stiegen wegen der hohen Zufuhr auch die Konzentrationen in geringem Maße selbst. Steigende aufgenommene Mengen trotz sinkender Konzentrationen wurden bei Ca, K, Mg, Na, Sr und Zn beobachtet, häufig ausgenommen bei Rohphosphat. Bei P stiegen durch die Zusätze sowohl Konzentrationen als auch Mengen. Bei Pb und B hingegen bewirkte erhöhtes Wachstum sinkende Konzentrationen, was die extrahierte Menge ausglich, ebenso etwa für As und Li, deren Werte an der Nachweisgrenze lagen.
Die **Wurzel**massen waren geringer als die der Sprosse, und die Unterschiede zwischen den Varianten geringer. Auch hier können Elementgruppen gebildet werden. Infolge höheren Wurzelwachstums führten etwa gleichbleibende Konzentrationen von Al, As, Ca, Cu, Na und Pb zu erhöhter Gesamtaufnahme in die Maispflanzen. Bei Dicalciumphosphatzugabe kam es auch zu einer Konzentrationserhöhung von Al, Ca, Na und Pb, wie übrigens auch von Li. Möglicherweise führte das hohe Niveau von löslichem

Ca zu Ionenaustausch im Boden. Hingegen senkte das Dicalciumphosphat das Cu in den Wurzeln. Sinkende Konzentrationen in den Wurzeln wurden bei Zn und Cd bei etwa gleichbleibenden in den Wurzeln enthaltenen Mengen, und bei Co, Mn und Sr bei variabel enthaltenen Mengen beobachtet. Hingegen wurden bei Fe und Li sowohl Konzentrationen als auch Mengen erhöht. Hohe Werte von Cd, Cu, Fe, Pb und Zn aus Klärschlammasche, sowie Mn, Na und Sr aus dem Rohphosphat wirkten sich nicht aus.

Kalium lag im Bereich 1,5- 2,0%, was dem Bereich älterer Blätter entspricht.
Magnesium: In den Maispflanzen lag Magnesium im Bereich 3-4 g/kg TM, als Mangel gelten < 2 mg/kg. Trotz Sinken der Magnesiumkonzentrationen infolge Ca Zufuhr oder Verdünnung durch verstärktes Wachstum lag kein Mg-Mangel vor. Die Aufnahme von Mg^{2+} kann durch andere Ionen unterdrückt werden, wie K^+, NH_4^+, Ca^{2+}, Mn^{2+} und auch H^+ (MARSCHNER 1995). Magnesium soll mindestens 50-100 mal höher als Mn sein (was bei uns der Fall ist) (MARSCHNER 1995). Lösliches Al behindert das Wurzelwachstum und induziert bei Mais Mg-Mangel, bzw. erhöhte Mg-Gabe drängt die Al-Toxizität zurück. (GRIMME & LINDBAUER 2007).
Schwefel: Mais gehört zu den Pflanzen mit höherem Schwefelbedarf, im Bereich von 25-40 kg/ha (KOZLOWSKA-STRAWSKA & KACZOR 2009). Austauschbarer Schwefel, vermutlich Sulfat, lag im vorliegenden Versuch im Bereich von 30 mg/kg.
Kupfer: Kupfer im Spross lagen im Bereich 5,5-6 mg/kg. Als Cu-Mangel gelten 1-5 mg/kg. In Mais wird die Reproduktivität durch Cu, Zn oder Mn-Mangel viel stärker als das vegetative Wachstum beeinträchtigt, was sich in verringerter Größe und Anzahl von Maiskolben äußert (MARSCHNER 1995).
Mangankonzentrationen lagen im Bereich 25-35 mg/kg, die Manganversorgung war ausreichend, als Mangel gelten 10-20 mg/kg (MARSCHNER 1995)
Eisen: Kritischer Fe-Mangel in Blättern tritt im Bereich 50-150 mg/kg auf, in schnell wachsendem Gewebe schon unter 200 mg/kg, über 500 mg/kg jedoch Fe-Toxizität (MARSCHNER 1995). Demnach hätten sämtliche Sprosse Eisenmangel, ausgenommen die Varianten mit Rohphosphat aufgrund deren geringer Biomasse.
Zink in Mais von 40-60 cm Höhe sollte im Bereich 22-70 mg/kg Zn enthalten (WISSEMEIER & OLFS 2019). Nach anderen Quellen gelten 20-30 mg/kg als niedrig, und 31-80 mg/kg als normal. Im vorliegenden Versuch sinkt Zn durch die Düngung von der ausreichend versorgten Nullvariante in den Bereich von leichtem Mangel. Der **Zink**bedarf von Mais, Buschbohnen, Kartoffeln und Sonnenblumen ist um ein Vielfaches höher als der Bedarf an Cu und Mn. Mais wird häufig als Indikatorpflanze für Zn verwendet, da er schnell und zuverlässig auf ein unzureichendes Angebot reagiert. Zinkmangel ist stets mit einer Anreicherung von P in den oberirdischen Organen der Pflanze verbunden, ein hohes P/Zn Verhältnis ist somit charakteristisch für zinkmangelkranke Pflanzen. Das Verhältnis P/Zn soll 50-200 sein (THIER & BERGMANN 1974), und liegt in unserem Falle zwischen 27 (Nullprobe) und 104 (DCP Zusatz). In Mais wird das vegetative Wachstum durch Zn und auch durch Mn-Mangel weit weniger eingeschränkt als die Bildung von Pollen und Kolben (MARSCHNER 1995), welche sich aber im vorliegenden Versuch noch nicht ausbilden konnten.
Cobalt in Mais gilt als > 0,07 mg/kg als normal versorgt (POOLE et al. 1972), was gerade erreicht wurde.

Zusammenfassung

Bei grünen Maispflanzen im Gefäßversuch auf einem nährstoffarmen Boden führte der Eintrag von K und P durch Kompost, Dicalciumphosphat, Hyperkorn und Klärschlammasche und deren Mischungen zu erhöhtem Wachstum, aber kaum zu erhöhter Pflanzenaufnahme angereicherter Elemente, wie Cd, Cu, Pb und Zn aus Klärschlammasche oder Mn, Na und Sr aus Rohphosphat. Durch die Einträge aus der Klärschlammasche wurde in der oberirdischen Biomasse nur etwas Cu, nicht aber Pb und Zn erhöht. Das P/Zn Verhältnis war niedriger als der optimale Wert, ausgenommen bei der hohen Kompost- oder der Dicalciumphosphatzugabe. Hinsichtlich des Transfers vom Boden in die Pflanze bewirkte der Nährstoffzusatz eine Gruppierung der untersuchten Elemente in solche, deren Konzentration gleich bleibt und die aufgenommene Menge durch verstärktes Wachstum steigt, und in solche, deren Konzentration sinkt und die aufgenommene Menge gleich bleibt, oder solche, bei denen beide Parameter steigen. Das ist primär durch Bedarf und Verfügbarkeit erklärbar.

Abstract

Additions of compost, dicalciumphosphate, rock phosphate (Rohphosphat), or sewage sludge ash, and their admixtures as nutrient and trace element sources, resulted in increase of plant growth, but not in increased uptake of elevated levels of Cd, Cu, Pb and Zn from sewage sludge ash, resp Mn, Na, and Sr from rock phosphate. In particular, additions of sewage sludge ash increased Cu concentrations in the shoots only slightly, but not Pb and Zn. The proportion of P/Zn was lower than optimum, except fort the high compost level and the dicalciumphosphate addition. With respect to the transfer from soil to plant, nutrient addition resulted in discrimination of elements investigated in those, of which the concentration remained about constant, and the overall uptake increased, and in those, of which the concentration got lowered but the overall uptake remained the same, and in those, which both increased in concentration and uptake. This may be explained by needs and availability.

Literatur

BERGMANN W., 1993. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag JenaStuttart

BMLFUW 2017. Bundesministerium für Land-, Forst und Wasserwirtschaft - Richtlinien für die sachgerech Düngung im Ackerbau

GRIMME H., LINDBAUER M.G., 2007. The Effect of Al and Mg on the Transpiration Rate of Young Maize Plants. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde **152 (**5), 453-454

KOZLOWSKA-STRAWSKA J., KACZOR A., 2009. Sulphur as a deficient element in agriculture – its influence on yield and on the quality of plant materials. Ecol. Chem. Eng. 16(1-2), 9-19

MARSCHNER H., 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2nd edition, Academic Press

POOLE D.B.R. et al., 1972. Cobalt deficiency in Ireland, Irish Vet. J. 26, 109-117 (1972)

SAGER M., ERHART E, 2016: Spurenelemente in Getreide im Zusammenhang mit mobilen Bodenfraktionen unter konventioneller bzw. biologischer Bewirtschaftung. VDLUFA Schriftenreihe 73, 143-149

THIER K., BERGMANN W.: Zur Diagnose des Zinkmangels bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Arch. Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde Berlin 18(1), 53-63 (1974)

WISSEMEIER A., OLFS H.W., 2019. Diagnose des Ernährungszustands von Kulturpflanzen. Erling Verlag Agrimedia, D-29459 Clenze. ISBN: 978-3-86263-118-6

Adresse der Autoren

Bio Forschung Austria, Esslinger Hauptstraße 132, A-1220 Wien.

*Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Manfred Sager, m.sager@bioforschung.at

Ergebnisse des Bodenbearbeitungs- und Bewässerungsversuches an der LFS Obersiebenbrunn

Results of experiments in soil cultivation and irrigation

Arno Kastelliz[*1] & Reinhard Nolz[2]

Einleitung und Ziel

Bodenbearbeitung beeinflusst alle Bodenfaktoren welche in Summe, ohne Vollständigkeitsanspruch, alle Arten von Bodenlebewesen, Bodenstruktur, Bodendurchlüftung, Bodentemperatur, Wasseraufnahme- und Wasserspeichervermögen, Nährstoffspeicher- und Nährstoffverfügbarkeit, Durchwurzelbarkeit, Keimquote von Kultursaaten und Unkräutern umfassen. Bodenbearbeitung verursacht auch Kosten, weshalb Bodenbearbeitung auch von der ökonomischen Seite zu bedenken ist und aus ökonomischer Sicht nur gerechtfertigt ist, wenn der zusätzliche Aufwand durch höheren Produkterlös erwirtschaftet wird ohne dabei die Bodenfruchtbarkeit zu vermindern. Durch mittlerweile regelmäßig auftretende längere Trockenperioden, gewinnt wassersparende Bodenbewirtschaftung immer mehr an Bedeutung.
Natürliche Niederschläge fallen in vielen pflanzenbaulich bedeutenden Produktionsgebieten Österreichs unregelmäßig und unzureichend. Landwirte versuchen daher mit Hilfe von Bewässerung Erträge abzusichern und bestimmte Qualitätskriterien von Feldfrüchten zu erreichen.
Ziel dieser Versuche ist es Ertragsunterschiede bei verschiedenen Kombinationen von Bewässerung und Bodenbearbeitung zu erheben, den Wasserverbrauch und damit einen Wassernutzungskoeffizienten dieser Kombinationen festzustellen, Unterschiede bei bodenphysikalischen Parametern zu erheben, den Wassergehalt des Bodens mit Hilfe verschiedener Messfühler zu kennen und letztendlich eine Bewässerungsempfehlung für Landwirte aussprechen zu können. Dieser Bericht beschränkt sich auf die ersten beiden Ziele.

Material und Methoden

Seit 2005 wird an der LFS-Obersiebenbrunn im Marchfeld ein Versuch mit 4 verschieden intensiven Bodenbearbeitungsmaßnahmen durchgeführt. Die 1. Variante (konventionell, mit Pflug, Grubber und Egge), greift am stärksten in das System Boden ein. Die 2. Variante (reduzierte Bodenbearbeitung, Grubber und Egge) und die 3. Variante (minimierte Bodenbearbeitung, Egge), verringern die Eingriffe in den Boden. Die 4. Variante – Direktsaat - greift nur bei der Saat direkt in das System Boden ein, erfordert aber eine Sämaschine mit entsprechend hohem Schardruck und eine zusätzliche Herbizidapplikation.
Um die Auswirkungen verschiedener Möglichkeiten der Bewässerung mit den Bodenbearbeitungsvarianten vergleichen zu können, wurde dieser Versuch 2018 um 4 unterschiedliche Bewässerungsstrategien erweitert. Verglichen werden eine Variante ohne Zusatzberegnung mit Varianten mit Tropfschläuchen, Kreisregnern (Kleinregner, Rohrnetzanlage) und Auslegerstativ (Gießwagen).
Im Frühjahr 2018 und 2019 wurden Sojabohnen angebaut, im Herbst 2019 Winterweizen, heuer Mais.
Die jeweilige Ernte wurde mittels Parzellendrescher durchgeführt. Es wurden die Erträge (Kornmasse) sowie die aufgebrachte Wassermenge ermittelt. Um die erwartungsgemäßen Schwankungen zu vermindern und möglichst generelle Aussagen in Bezug auf Bearbeitungs- und Bewässerungsvarianten tätigen zu können, wurde die Ertragssumme aller 3 Jahre gemittelt und die Erträge der jeweiligen Varianten auf diese bezogen.

Ergebnisse und Diskussion

Der Versuchsmittelwert für die Ertragssumme der bisherigen 3 Versuchsjahre ist 11750 kg/ha. Ohne Bewässerung sind die Erträge in einem Bewässerungsgebiet wie dem Marchfeld in der Regel niedriger. In Folge unterschiedlicher Bodenbearbeitung wurden **ohne Bewässerung** bei Direktsaat 75% der mittleren Ertragssumme geerntet, bei Minimalbodenbearbeitung 77%, bei konventioneller Bodenbearbeitung 84% und bei reduzierter Bodenbearbeitung 86%. Bei **Tropfbewässerung** wurden bei Direktsaat 96%, bei konventioneller und reduzierter Bodenbearbeitung 103%, bei minimierter Bodenbearbeitung

104% geerntet. Bei **Rohrnetzberegnung** wurden bei Direktsaat 102%, bei reduzierter Bodenbearbeitung 104%, bei minimierter Bodenbearbeitung 111% und bei konventioneller Bodenbearbeitung 112% geerntet. Bei Einsatz des **Auslegerstativs** wurden bei reduzierter Bodenbearbeitung 107%, bei Direktsaat 111%, bei konventioneller Bodenbearbeitung 112% und bei minimierter Bodenbearbeitung 115% geerntet.

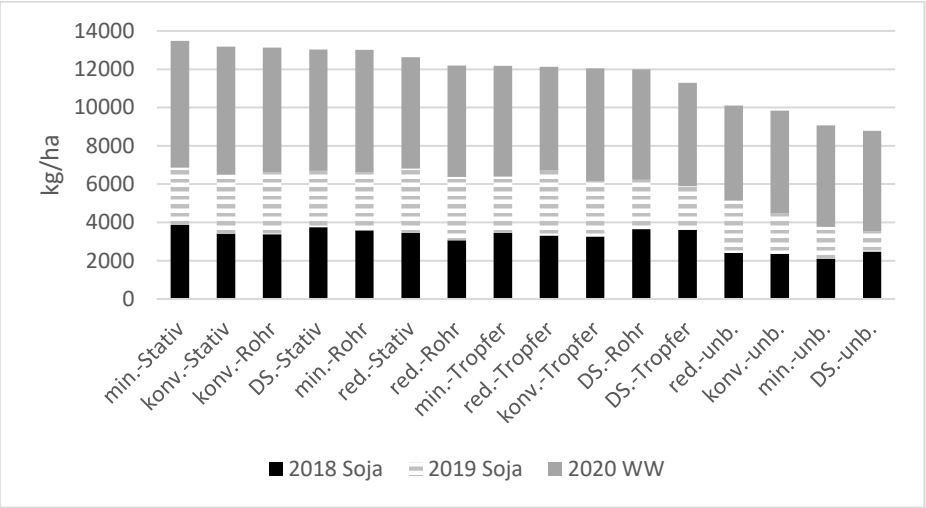


Abbildung 1: **Ertrag in kg/ha bei 4 Varianten Bodenbearbeitung (kon. = Konventionelle, red. = Reduzierte, min. = Minimierte, DS = Direktsaat) und 4 Varianten Bewässerung (Tropfer = Tropfbewässerung, unb. = keine Zusatzbewässerung, Rohr = Rohrnetzberegnung, Stativ = Bewässerung mittels Gießwagen) Versuche 2018 bis 2020 an der LFS Obersiebenbrunn**

Tabelle 1: **Kornmasse je m² in Gramm je Liter Wasser bei 4 Varianten Bodenbearbeitung und 4 Varianten Bewässerung, Versuche 2018 bis 2020 an der LFS Obersiebenbrunn**

g Korn/L	min.-Stativ	konv.-Stativ	DS.-Stativ	red.-Stativ	red.-unb.	red.-Tropfer	min.-Tropfer	konv.-unb.	konv.-Rohr	konv.-Tropfer	min.-Rohr	red.-Rohr	min.-unb.	DS.-Tropfer	DS.-Rohr	DS.-unb.
2020	1,67	1,68	1,60	1,46	1,44	1,36	1,46	1,55	1,56	1,49	1,53	1,39	1,53	1,36	1,38	1,52
2019	0,90	0,92	0,88	1,00	0,98	0,94	0,81	0,76	0,80	0,79	0,75	0,81	0,60	0,62	0,63	0,38
2018	0,85	0,75	0,82	0,76	0,73	0,72	0,75	0,71	0,65	0,71	0,69	0,59	0,64	0,79	0,71	0,75
SUMME	**3,41**	**3,35**	**3,29**	**3,22**	**3,14**	**3,02**	**3,02**	**3,02**	**3,01**	**2,99**	**2,97**	**2,80**	**2,77**	**2,78**	**2,72**	**2,65**
MW	*1,14*	*1,12*	*1,10*	*1,07*	*1,05*	*1,01*	*1,01*	*1,01*	*1,00*	*1,00*	*0,99*	*0,93*	*0,92*	*0,93*	*0,91*	*0,88*

Bei der Bewässerung über Düsen wie sie beim Auslegerstativ und bei der Rohrnetzberegnung zum Einsatz kommen, verdunstet ein Teil des ausgebrachten Wassers unproduktiv. Daher ist auch der geerntete Ertrag je Liter Wasser (natürliche Niederschläge der Vegetationsperiode plus Beregnungsmengen) zu beachten. Bei allen Bodenbearbeitungsvarianten wird über Bewässerung mittels **Auslegerstativ** die höchste Kornmasse gebildet. Minimalbodenbearbeitung führt dabei zu höherer Kornbildungsrate als konventionelle Bodenbearbeitung, Direktsaat und reduzierte Bodenbearbeitung. **Ohne Zusatzbewässerung** wird bei reduzierter Bodenbearbeitung eine höhere Kornmasse als bei konventioneller- und Minimalbodenbearbeitung sowie Direktsaat gebildet. Der Erfolg von Direktsaat hängt am entfallenden Aufwand für die Bodenbearbeitung und am Feldaufgang nach der Saat. Durch die fehlende Lockerung ist der Boden dichter. Das reduziert die unproduktive Verdunstung die durch Bodenbearbeitung gefördert wird. Bei Trockenheit vor und nach der Aussaat ist der Feldaufgang ungleichmäßig was in Folge zu Mindererträgen führt. Bei Einsatz der **Rohrnetzberegnung** sind die Ertragsunterschiede in Gramm Korn pro Liter Wasser unter den Bodenbearbeitungvarianten gering. Konventionelle, minimale- und reduzierte Bodenbearbeitung führen bei Rohrnetzberegnung zu besserer Wasserausnutzung als Direktsaat. Bei Beregnung über Tropfschläuche hat die Bodenbearbeitung weniger Einfluss. Die geerntete Kornmenge je Liter Beregnungswasser unterscheidet sich, wie in Tabelle 1 ersichtlich, bei reduzierter und minimierter Bodenbearbeitung nur wenig von konventioneller Bodenbearbeitung.

Tabelle 2: **Kornmasse in Gramm je m² je Liter Bewässerungswasser bei 4 Varianten Bodenbearbeitung und 3 Varianten Bewässerung, Versuche 2018 bis 2020 an der LFS Obersiebenbrunn**

	min.-Stativ	konv.-Stativ	DS.-Stativ	red.-Stativ	min.-Tropfer	konv.-Tropfer	red.-Tropfer	DS.-Tropfer	konv.-Rohr	min.-Rohr	red.-Rohr	DS.-Rohr
2020	12,77	12,90	12,22	11,22	11,15	11,38	10,41	10,43	8,91	8,78	7,97	7,90
2019	5,47	5,61	5,35	6,12	3,52	3,43	4,06	2,71	2,56	2,39	2,61	2,03
2018	2,54	2,24	2,46	2,27	3,46	3,28	3,32	3,63	1,91	2,03	1,74	2,07
SUMME	**20,77**	**20,76**	**20,04**	**19,60**	**18,13**	**18,09**	**17,80**	**16,76**	**13,39**	**13,20**	**12,32**	**12,01**
MW	*6,92*	*6,92*	*6,68*	*6,53*	*6,04*	*6,03*	*5,93*	*5,59*	*4,46*	*4,40*	*4,11*	*4,00*

Wird nur die bewässerte Wassermenge in Beziehung zur geernteten Kornmasse gesetzt, dominieren die **unbewässerten Parzellen** in der Reihenfolge reduzierte-, konventionelle-, minimierte Bodenbearbeitung und Direktsaat. Das Bewässerungswasser wurde bei den mit dem **Auslegerstativ** bewässerten Varianten am wirkungsvollsten eingesetzt. Die Reihenfolge war minimierte-, konventionelle Bodenbearbeitung, Direktsaat und reduzierte Bodenbearbeitung. Bei **Tropfbewässerung** war die Reihenfolge der Wirksamkeit minimierte-, konventionelle-, reduzierte Bodenbearbeitung und Direktsaat, bei **Rohrnetzberegnung** konventionelle-, minimierte-, reduzierte Bodenbearbeitung und Direktsaat.

Zusammenfassung

Bewässerung sichert im pannonischen Trockengebiet die Ernteerträge. An der LFS-Obersiebenbrunn werden seit 2018 Versuche durchgeführt, bei denen die wechselseitigen Auswirkungen von Bodenbearbeitung und Bewässerung auf Ertrag und bodenphysikalische Parameter erhoben werden.
Gemessen an Kornerträgen von Sojabohnen und Winterweizen war der Einfluss der Bodenbearbeitung bei Tropfbewässerung am wenigsten ausgeprägt.
Bei Einsatz von Tropfschläuchen und Bewässerungsstativ führte minimierte Bodenbearbeitung zu den höchsten Kornerträgen, bei Einsatz der Rohrnetzberegnung die konventionelle Bodenbearbeitung. Ohne Bewässerung führte reduzierte Bodenbearbeitung zu den höchsten Erträgen.
Über das Bewässerungsstativ ausgebrachtes Wasser führte im Durchschnitt zu den höchsten Kornmassen je Liter Wasser.
Bei alleiniger Betrachtung des Effektes der Bewässerung hatte die über das Auslegerstativ ausgebrachte Wassermenge die höchste Wirkung, gefolgt vom über Tropfleitungen und die Beregnungsrohre ausgebrachten Wasser.

Abstract

Irrigation ensures stable crop yields in the dry northeastern part of Austria. Since 2018, experiments at the LFS-Obersiebenbrunn aim at investigating mutual effects of irrigation and soil cultivation on yield and soil characteristics.
Considering crop yield of soybeans and winter wheat, soil cultivation has shown minor influence when using drip irrigation.
Minimized soil cultivation led to optimal yield in combination with drip lines and a moving irrigation boom. When irrigating with a solid-state sprinkler system, conventional soil cultivation promoted yields best. On the other hand, reduced soil cultivation seemed the best choice under rainfed conditions.
Largest yield per liter water was investigated when irrigating with the boom. Considering exclusively the effect of irrigation water applied, boom irrigation was most efficient, followed by drip irrigation and sprinkler irrigation.

Adressen der Autoren

[1] Land Niederösterreich, LFS Obersiebenbrunn, Feldhofstraße 6, A-2283 Obersiebenbrunn

[2] BOKU, Institut für Bodenphysik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, Muthgasse 18/II, A-1190 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Arno KASTELLIZ, arno.kastelliz@lfs-obersiebenbrunn.ac.at

Möglichkeiten einer chemischen Beikrautregulierung unter Ausschluss von Desmedipham und Phenmedipham

Possibilities of chemical weed control without Desmedipham and Phenmedipham

Stefan Geyer*

Einleitung

Die Zuckerrübe gilt in ihrer Jugendentwicklung als besonders konkurrenzschwach. Mit dem frühzeitigen Auflaufen sowie dem raschen Wachstum vieler Unkräuter können die jungen Keimpflanzen zunächst nicht konkurrieren und signifikante Ertragsverluste können entstehen (Schweizer und Dexter, 1987). Mit der Entscheidung der Europäischen Kommission der Reregistrierung von Desmedipham nicht stattzugeben, müssen Zuckerrüben anbauende Betriebe ihre Herbizidstrategie überdenken. Eine Verschärfung der Situation könnte zudem durch eine ähnliche Bewertung von Phenmedipham durch die European Food Safety Authority (EFSA) eintreten, da dadurch auch dieser Wirkstoff vom Einsatz im Zuckerrübenanbau ausgeschlossen werden würde. Es ist davon auszugehen, dass weitere in der Beikrautregulierung in Zuckerrübe eingesetzte Wirkstoffe einer umfassenden Diskussion unterzogen werden. Um alternative Möglichkeiten der Beikrautregulierung zu definieren, wurden 2019 Exaktversuche mit zwölf Herbizidstrategien durchgeführt, um die Wirkung alternativer Tankmischungen gegen Beikräuter zu testen. Eine Neukonzeption der Beikrautregulierung stellt das System Conviso Smart dar, einer Kombination aus ALS-resistenter Sorte und einem Acetolactat-Synthase Inhibitor (ALS-Hemmer).

Material und Methoden

Im Jahr 2019 wurde jeweils ein Exaktversuch in Rust im Tullnerfeld sowie in Nitzing mit 12 Varianten (Tab 1) in vierfacher Wiederholung angelegt.

Tabelle 1

Variante		1NAK	2NAK	3NAK
		g,l,kg / ha		
1	unbehandelt	0	0	0
2	Goltix Gold	1	2	2
	Tramat	0,66	0,66	0,66
	Debut	30g	30g	30g
	Netzmittel	0,25	0,25	0,25
3	Goltix Gold	1	2	2
	Tramat	0,66	0,66	0,66
	Lontrel 600		0,1	0,1
	E11 Öl	1	1	1
4	Goltix Gold	1	2	2
	Tramat	0,33	0,33	0,33
	Debut	15g	25g	25g
	Netzmittel	0,25	0,25	0,25
5	Goltix Gold	1	2	2
	Tramat	0,66	0,66	0,66
	Debut	30g	30g	30g
	Netzmittel	0,25	0,25	0,25
	Spectrum	0,15	0,3	0,45
6	Goltix Gold	1	2	2
	Betanal Maxx Pro	1	1,25	1,25
	E11 Öl	0,5	0,5	0,5

Variante		1NAK	2NAK	3NAK
		g,l,kg / ha		
7	Kezuro	0,9	1,3	1,3
	Goltix Gold	0,5	0,5	0,5
	E11 Öl	1	1	1
	Betanal Magic Tandem	1	1,25	1,25
8	Metafol Super	2	2	2
	Goltix Gold		1	1
	Betanal Magic Tandem	1	1,25	1,25
	E11 Öl	0,5	0,5	0,5
	Netzmittel	0,25	0,25	0,25
	Debut	15g	25g	25g
9	Betanal Magic Tandem	1	1,25	1,25
	Goltix Gold	1	2	2
	E 11 Öl	1	1	1
10	Betanal Magic Tandem	1	1,25	1,25
	Debut	15g	25g	25g
	Netzmittel	0,25	0,25	0,25
	Goltix Gold	1	2	2
	E 11 Öl	0,5	0,5	0,5
11	unbehandelt	0	0	0
12	Convisio One	0,5	0	0,5
	Mero	1,5	0	1,5

Ergebnisse und Diskussion

Der Feldversuch in Rust mit geringer Beikrautdichte zeigte eine hohe Wirksamkeit der Variante 8 mit hohen Konzentrationen von Phenmedipham (700 g/ha/Jahr) und Ethofumesat (1565 g/ha/Jahr) sowie

der Variante 5 mit Dimethenamid-P anstelle von Phenmedipham (Tab. 2). Aufgrund einer massiven Beikrautdiversität und Beikrautdichte war in Nitzing die Gesamtwirksamkeit der „traditionellen“ Herbizidvarianten (Variante 2 bis 10) mit drei Behandlungen unzureichend. Einzig die Variante 12 konnte einen beikrautfreien Rübenbestand erzielen (Tab 2).

Tabelle 2

	Rust im Tullnerfeld								Nitzing							
	Wirkung gegen Gallium aparine						Zuckerertrag		Wirkung gegen Persicaria maculosa						Zuckerertrag	
	07.05.2019		05.06.2019		11.07.2019		[t/ha]		02.05.2019		05.06.2019		26.06.2019		[t/ha]	
V1	0	C	0	C	0	D	18,25	B	0	C	0	E	0	D	0	
V2	31	BC	40	BC	57	C	19,58	AB	14	C	44	CD	25	CD	5,47	A
V3	61	AB	44	B	86	ABC	18,98	AB	20	BC	20	DE	28	BCD	4,98	A
V4	37	ABC	59	AB	72	ABC	19,35	AB	23	BC	75	ABC	49	ABC	4,97	A
V5	75	AB	95	A	100	A	19,34	AB	51	A	82	AB	56	AB	6,22	A
V6	55	AB	43	B	65	BC	19,58	AB	23	BC	95	A	68	A	7,24	A
V7	37	ABC	66	AB	82	ABC	19,86	AB	20	BC	58	BC	48	ABC	6,26	A
V8	68	AB	94	A	98	A	20,69	A	63	A	95	A	74	A	6,54	A
V9	67	AB	66	AB	71	ABC	20,16	A	19	BC	81	AB	51	ABC	5,86	A
V10	80	A	69	AB	89	AB	20,19	A	45	AB	94	AB	65	A	5,73	A
V11	0		0		0		19,87		0		0		0		0	
V12	95		95		98		19,89		95		96		98		11,26	
*	0,10%		0,10%		0,10%		5%		0,10%		0,10%		0,10%		n.s.	

*Irrtumswahrscheinlichkeit

Durch die erhöhte Abdriftproblematik war eine vollständige Randomisierung der Varianten 11 und 12 nicht möglich und damit auch keine statistische Verrechnung. Unbehandelte Parzellen (Variante 1 und 11) wurden nach dem Blattschluss der Zuckerrüben händisch bereinigt (Rust), bzw. mussten aufgrund des massiven Beikrautaufkommens komplett entfernt werden (Nitzing).

Der Vergleich Rust – mit 14 festgestellten Beikrautarten (3 mit sehr starker Konkurrenzkraft nach Holzner und Glauninger, 2019) und einer Beikrautdichte von 20 Pflanzen/m^2 (zu Boniturbeginn) – zu Nitzing – mit 22 Beikrautarten (6 mit sehr starker Konkurrenzkraft) und über 100 Pflanzen/m^2 (zu Boniturbeginn) – verdeutlicht die positiven Auswirkungen einer geringen Beikrautdichte an konkurrenzstarken Arten, welche nur durch gezielte Maßnahmen über die gesamte Fruchtfolge zu erzielen ist. Weiters zeigt sich, dass eine Erhöhung der Wirkstoffmenge von Phenmedipham und Ethofumesat und der Einsatz zusätzlicher Wirkstoffe vermehrt notwendig wird, um zufriedenstellende Wirkungen gewährleisten zu können (Ergebnis Exaktversuch 2019). Letztlich führt der Verzicht von Desmedipham, wie durch Schaper-Viedt (2020) beschrieben, zu einer – in Bezug auf die Beikrautentwicklung – geringeren Flexibilität im Einsatz, wodurch eine Behandlung im Keimblattstadium verstärkt zur Pflicht wird. Vor allem eine durch den Wegfall von Desmedipham und Phenmedipham zukünftig fehlende Wirkung auf die in der Zuckerrübe dominieren Gänsefuß- bzw. Knöterich-Arten wäre laut Buhre et al. (2014) und Vasek et al. (2012) besorgniserregend und hätte, wie durch Ladewig et al. (2018) und Laufer et al. (2020) beschriebenen, gravierende Folgen für die bisher praktizierte Herbizidstrategie.

Gegenüber den besprochenen Strategien beruht die neu hinzukommende Möglichkeit auf der nunmehr verfügbaren Resistenz von Zuckerrüben gegenüber Acetolactat-Synthase Inhibitoren (ALS-Hemmer). Diese Resistenz vermag die Wirksamkeit der Beikrautregulierungsmaßnahmen zu optimieren und die Phytotoxizität zu minimieren. Die sehr guten Wirkungen in den Exaktversuchen 2019 können auch durch Ergebnisse von Gering et al. (2018, 2019) bestätigt werden. Hauptproblem bei der Anwendung von ALS-Hemmern (HRAC Klasse 2) ist die Gefahr der Selektion resistenter Beikräuter. Die Wirksamkeit von Foramsulfuron und Thiencarbazone ist daher als resistenzgefährdet eingestuft (Drobny et al., 2012), ein Einsatz ist mit Sorgfalt zu planen.

Zusammenfassung

Eine erfolgreiche Beikrautregulierung ohne Desmedipham ist mit den weiterhin zur Verfügung stehenden Wirkstoffen unter Einschränkungen möglich. Speziell unter perfekten Grundvoraussetzungen – wie

einer geringen Dichte an schwer bekämpfbaren bzw. konkurrenzstarken Beikräutern sowie optimalen Anwendungsbedingungen, einer gezielten Applikation im Keimblattstadium der Beikräuter bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit – können beikrautfreie Zuckerrübenbestände erzielt werden. Ein zusätzlicher Wegfall von Phenmedipham würde die Flexibilität und Wirkungssicherheit der Herbizidmaßnahmen weiter massiv einschränken. Das System Conviso Smart, als Kombination einer ALS-resistenten Sorte mit einem ALS Hemmer bietet neue Möglichkeiten der Beikrautregulierung in Zuckerrübe. Bislang schwer in Zuckerrübe regulierbaren Beikräutern wie u.a. Samtpappel (*Abutilon theophrasti*) werden hiermit erfolgreich reguliert.

Abstract

The remaining available active ingredients seem to allow a weed control without Desmedipham. Limitations in the efficacy are to be expected. Especially under perfect conditions – a low density of difficult to control or highly competitive weeds, optimal application conditions, the possibility of a targeted application in the cotyledon stage of the weeds and sufficient soil moisture – clean sugar beet crops can be achieved. An additional loss of Phenmedipham would massively limit the flexibility and effectiveness of remaining possibilities in weed control. The Conviso Smart system, a combination of an ALS-resistant variety and the ALS inhibitor Conviso® ONE, offers new possibilities for weed control in sugar beet. In this way, weeds that were previously difficult to regulate in sugar beet, such as velvet poplar (*Abutilon theophrasti*), can be successfully controlled.

Literatur

BUHRE C., BAUER M., EßER C., SANDER G., LADEWIG E. 2014: Umfrage Produktionstechnik – regionale Unterschiede in der Zuckerrübenproduktion im Bereich des Pflanzenschutzes; Sugar Industry 139 110-116

DROBNY H. G., SCHULTE M., STREK H.J. 2012: 25 Jahre Sulfonylharnstoff-Herbizide – ein paar Gramm veränderten die Welt der chemischen Unkrautbekämpfung, 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control, March 13-15, Braunschweig

GEHRING K., THYSSEN S., FESTNER T. 2018, 2019: Versuchsergebnisse aus Bayern 2017 und 2018 Unkrautbekämpfung im Ackerbau und Grünland, Prüfung der Effizienz des Conviso® Smart-Systems in Zuckerrüben. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenschutz, Freising-Weihenstephan.

HOLZNER W., GLAUNINGER J. 2005: Ackerunkräuter, Bestimmung, Biologie, Landwirtschaftliche Bedeutung

LADEWIG E., BUHRE C., KENTER CH., STOCKFISCH N., VARRELMANN M., MAHLEIN A. K. 2018: Pflanzenschutz in Zuckerrübenanbau in Deutschland – Situationsanalyse 2018; Sugar Industry 143 708-722

LAUFER D., LADEWIG E. 2020: Unkrautbekämpfung in Zuckerrübe ohne die Wirkstoffe Desmedipham und Phenmedipham; 29. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 3. – 5. März 2020 in Braunschweig

SCHAPER-VIEDT K. F. 2020: Herbizideinsatz in Zuckerrübe im Wandel; Landwirtschaftskammer Niedersachsen

SCHWEIZER E. E., DEXTER A. G. 1987: Weed control in sugar beets (Beta vulgaris) in North America. Review of Weed Science 3, 113-133

VASEL E. H., LADEWIG E., MÄRLÄNDER B. 2012: Weed composition and herbicide use stratefies in sugar beet cultivation in Germany. J. Kulturpflanzen 64, 112-125

Adressen der Autoren

AGRANA Research & Innovation Center GmbH, Josef-Reither-Straße 21-23, A-3430 Tulln

*Ansprechpartner: Stefan GEYER, stefan.geyer@agrana.com

Mechanische Beikrautregulierung in Reihenkulturen unter Berücksichtigung des Erosionsschutzes (Mulchsaat) und des Wasserhaushalts

Mechanical weed control in row crops taking into account erosion control (mulch sowing) and water balance

Christian Rechberger*

Einleitung

Der fortschreitende Klimawandel macht sich in Mitteleuropa bereits jetzt mit einer deutlichen Zunahme von Wetterextremen wie längeren Trockenperioden und Starkregenereignissen bemerkbar. Konservierende Bodenbearbeitungsverfahren wie Mulch- und Direktsaat sind geeignete Strategien, die Bodenerosion durch Wasser und Wind, als auch die unproduktive Evaporation wirkungsvoll zu reduzieren. Durch Einschränkungen bei der Zulassung und dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (z.B. Glyphosat), ist nicht nur im biologischem Landbau, sondern wird in Zukunft auch im konventionellen Ackerbau die Beikrautregulierung bei Mulch- und Direktsaat zunehmend zu einer Herausforderung werden. Klassische Striegel- und Hacktechnik ist wegen der Verstopfungsgefahr gerade bei stärkeren Mulchauflagen nicht geeignet. Im EIP-Agri Projekt „SoilSaveWeeding" werden daher unterschiedliche Strategien und Geräte getestet, die in Zukunft eine erfolgreiche Umsetzung von Mulchsaat in Reihenkulturen unter Verzicht auf Herbizide ermöglichen sollen. Konkret wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht, welchen Einfluss die Bearbeitungsintensität unterschiedlicher Bodenbearbeitungs-geräte beim Umbruch der Begrünung im Frühjahr auf die Entwicklung des Bodenbedeckungsgrades und des Beikrautdrucks bis kurz vor Reihenschluss der Hauptkultur Mais hat.

Material und Methoden

Im Projekt werden nicht nur einzelne Geräte ausgetestet, sondern die gesamte Verfahrenskette, beginnend bei der Auswahl der Komponenten in der Begrünungsmischung über den Begrünungs-umbruch bis hin zur Hacktechnik, abgestimmt auf die klimatischen Bedingungen am Versuchsstandort, angepasst.

Standorte und Zeitraum: Die Versuche werden an insgesamt 10 Standorten in Ober- und Niederösterreich über drei Jahre hinweg durchgeführt (Braunau, Thalheim/Wels, Pettenbach, Kirchdorf/Krems, Naarn, Wieselburg, Limberg, Ameis, Gaubitsch, Mannersdorf). Da die einzelnen Standorte nicht vergleichbar sind, werden im Folgenden exemplarisch die Ergebnisse vom Standort Wieselburg angeführt. Die vorliegenden Ergebnisse stammen aus der ersten Versuchssaison 2019/20 und sind somit als erste Indikatoren zu werten.

Begrünungsmischungen und Hauptkultur: Es wurden zwei Parzellen mit einer abfrostenden und einer winterharten Begrünung nach der Vorfrucht Winterweizen angelegt. Die abfrostende Begrünung enthielt folgende Komponenten (in Klammer jeweils die Saatstärke in kg/ha): Perserklee (2), Phacelia (3), Ölrettich (4) Kresse (1,5), Alexandrinerklee (4), Sorghumhirse (5), Sonnenblumen (1), Öllein (3). Die winterharte Mischung bestand aus Grünschnittroggen (70) und pannonischer Winterwicke (30). Um den Zeitraum zwischen Getreideernte und Anbauzeitpunkt der winterharten Mischung zu überbrücken, wurde direkt nach der Ernte auf dieser Parzelle eine abfrostende Begrünung, bestehend aus Sareptasenf (3), Sommerwicke (20) und Sandhafer (40) angelegt, in welche Mitte September die winterharten Komponenten mit einer Direktsämaschine eingesät wurden. Die Hauptkultur Körnermais wurde am 16. April 2020 in einem Reihenabstand von 75 cm gesät.

Begrünungsumbruch: Am 7. 04. 2010 wurde die erste Bodenbearbeitung auf der Fläche durchgeführt. Dabei kamen ein gezogener Exaktgrubber mit Gäsefußscharen und vorlaufender Messerwalze (Fa. Kerner, Typ Stratos, 5 m Arbeitsbreite) und ein Unterschneidgerät (Fa. CFS, Typ Ground Cutter, 3 m Arbeitsbreite) im Vergleich zum Einsatz. Die Zielarbeitstiefe wurde für beide Geräte bei ca. 4-5 cm festgelegt. Die zweite Bodenbearbeitung erfolgte direkt vor der Saat am 16. 04. 2020 einheitlich mit einer Kurzscheibenegge möglichst seicht im bereits bearbeiteten Horizont.

Beikrautregulierung: Die erste Beikrautregulierung wurde versuchsweise als Blindhacke mit dem Unterschneidgerät durchgeführt. Danach erfolgten zwei Hackdurchgänge mit einer Scharhacke der Fa.

Schmotzer, welche für den Einsatz bei Mulchsaat mit zusätzlichen Schneidelementen vor den Hackscharen ausgerüstet wurde.
Bewertung des Bodenbedeckungsgrades: Zur Beurteilung der Mulchauflage und des Beikrautdrucks vor- und nach jedem Bearbeitungsschritt wurde das Programm „SoilCover“ (RIEGLER-NURSCHER et al. 2019) eingesetzt.
Versuchsanlage: Die Versuche wurden im ersten Versuchsjahr an allen Standorten als Streifenversuch ohne Wiederholungen angelegt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Auswertung des Bodenbedeckungsgrades in Abbildung 1 lässt erkennen, dass ausgehend von einer Gesamtdeckung von 52% bei der abfrostenden bzw. 82% bei der winterharten Begrünung nach der ersten Bodenbearbeitung ein signifikanter Unterschied ($P < 0,05$) bei der abgefrosteten Begrünung zwischen den beiden Bearbeitungsvarianten bestand (21% Variante Grubber zu 39% Variante Unterschneidgerät). Bei der winterharten Variante war der Unterschied dagegen nicht signifikant auf ungefähr gleichem Niveau bei ca. 43%. Der Unterschied zwischen den Geräten beruht vermutlich auf der angestrebten geringeren Mischwirkung des Unterschneidgerätes.

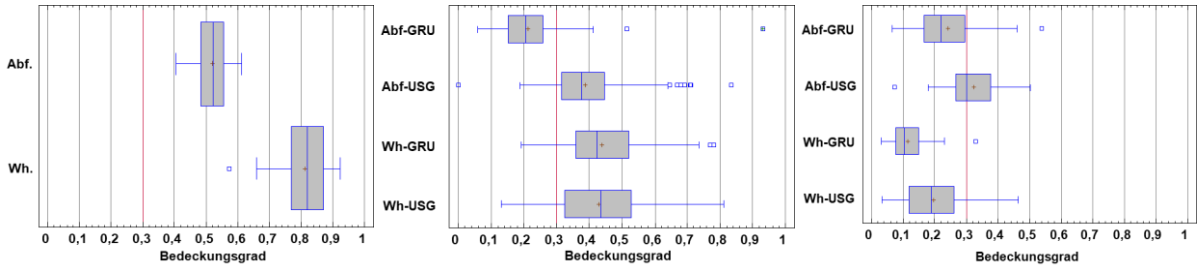


Abbildung 1: **Boxplots des Bedeckungsgrades bei abfrostender (Abf.) und winterharter (Wh.) Begrünung vor Bodenbearbeitung (links), nach Begrünungsumbruch mit Exaktgrubber (GRU) oder Unterschneidgerät (USG) (Mitte) und nach 1. Hackdurchgang (rechts)**

Nach dem ersten Hackdurchgang war sowohl auf der Parzelle mit abfrostender Begrünung als auch auf der winterhart begrünten Parzelle ein signifikanter Unterschied zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten feststellbar. Insbesondere auf bei der winterharten Begrünung hat der Bedeckungsgrad stark abgenommen, was auf einen rascheren Abbau der oberflächlich vorhandenen Biomasse hindeutet. Auch im zeitlichen Verlauf (Abbildung 2) kann die raschere Abnahme der Bedeckung in den Grubberparzellen festgestellt werden.

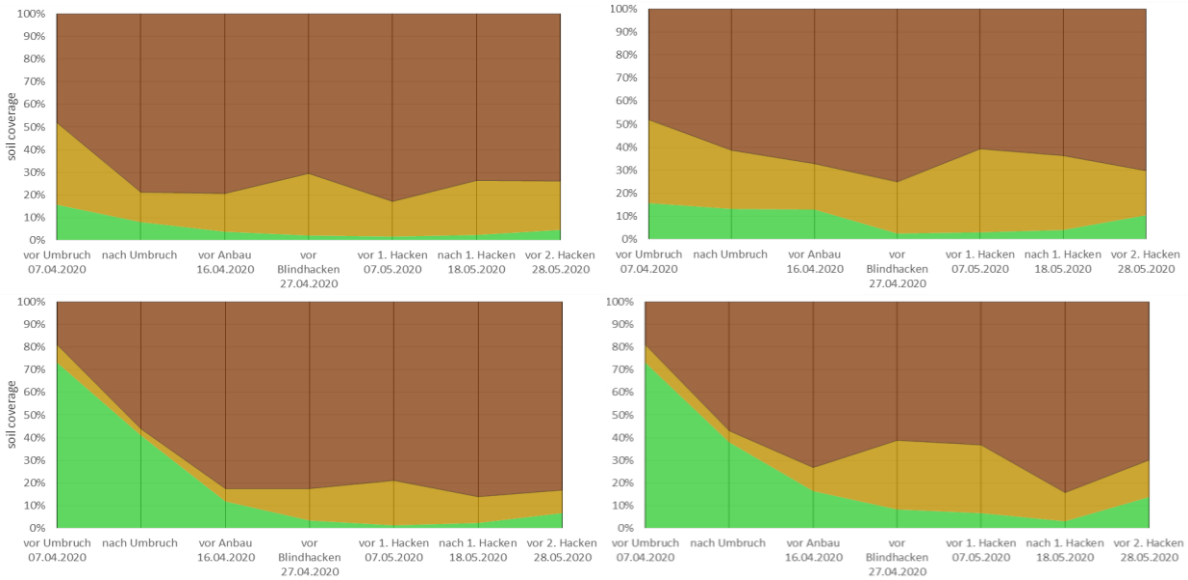


Abbildung 2: **Zeitlicher Verlauf der Bodenbedeckung bei den Varianten Abf-GRU (links oben), Abf-USG (rechts oben), Wh-GRU (links unten) und Wh-USG (rechts unten).**
Farbliche Zuordnung: Grün - lebende org. Masse, Gelb – abgestorbene org. Masse, Braun - Boden

Die Schwankungen bei den Anteilen an abgestorbener organischer Masse in den Diagrammen in Abbildung 2 ist neben systematischen Ungenauigkeiten der Bildanalysesoftware bei unterschiedlichen Belichtungsverhältnissen zusätzlich sowohl auf den Effekt des „Freiwaschens“ der Biomasse nach Niederschlagsereignissen, als auch auf abgestorbenes Beikraut nach einer Regulierungsmaßnahme zurückzuführen. Im Verlauf des Grünen Bereiches lässt sich auch der jeweils höhere Beikrautdruck bei den Varianten mit Unterschneidgerät feststellen. Bei der Ertragsauswertung konnte auf diesen Parzellen ein tendenziell etwas niedriger Trockenmaisertrag festgestellt werden.

Zusammenfassung

Um eine erosionswirksame Mulchauflage bis zum Reihenschluss beim Mais auch nach mehrmaliger mechanischer Beikrautregulierung zu erhalten, ist die Auswahl und Entwicklung der Herbsbegrünung Grundvoraussetzung. Insbesondere bei Aussaat der Hauptkultur im Mai hätten winterharte Begrünungen ein wesentlich höheres Potential. Jedoch hängt auch hier die Frühjahrsentwicklung stark vom Entwicklungszustand im Herbst und der Witterung ab. Bei den bisherigen Versuchen hat sich darüber hinaus gezeigt, dass die zur Beseitigung des lebenden Pflanzenbestandes meist notwendige, intensive Bodenbearbeitung und das enge C/N-Verhältnis des jungen Aufwuchses zu einem sehr raschen Abbau der Biomasse führt. Eine Reduktion der Bearbeitungsintensität vor Anbau der Hauptkultur geht in der Regel mit einem höheren Beikrautdruck einher. Zusätzlich fällt bei Mulchsaat der frühen Beikrautregulierung durch Striegeln weg. Alternativ kann eine Sternrollhacke (Rotary hoe) eingesetzt werden, die aber nur bei leicht verkrusteten Böden die optimale Wirkung erzielen kann. Mit Messerhacken und Hackgeräten mit zusätzlichen Schneidelementen ist mittlerweile Hacktechnik verfügbar, welche mit größeren Mulchmengen zurechtkommt. Problematisch bleibt jedoch die Beikrautregulierung in der Reihe, welche mit derzeit verfügbaren Werkzeugen wegen der Verstopfungsgefahr kaum möglich ist bzw. zu erheblichen Pflanzenverlusten führt. Insgesamt steigt das Risiko von Ertragseinbußen bei Mulchsaat unter Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmitteln durch Beikrautkonkurrenz, insbesondere bei ungünstigen Witterungsbedingungen im kritischen Zeitfenster, welches zum Hacken zur Verfügung steht, erheblich an.

Abstract

In order to maintain an erosion-effective mulch layer until the leaves of corn totally covers the soil even after repeated mechanical weed control, the selection and development of fall greening is a basic requirement. Especially if the main crop is sown in May, winter-hardy greening would have a much higher potential. However, spring development is highly dependent on the state of development in the fall and the weather. Previous trials have also shown that the intensive tillage usually required to remove the living plant population and the narrow C/N ratio of the young emergence led to a very rapid decomposition of the biomass. A reduction in tillage intensity prior to planting the main crop is usually accompanied by higher weed pressure. In addition, mulch seeding eliminates early weed control by harrowing. Alternatively, a rotary hoe can be used, but this can only achieve the optimum effect in lightly crusted soils. With knife hoes and hoes with additional cutting elements, hoeing technology is now available that can cope with larger mulch quantities. However, weed control in the row remains problematic, which is hardly possible with currently available tools due to the risk of clogging or leads to considerable plant losses. Overall, the risk of yield losses in mulch sowing without chemical pesticides due to weed competition increases considerably, especially in unfavorable weather conditions in the critical time window available for hoeing.

Literatur

RIEGLER-NURSCHER P, PRANKL J, BAUER T, STRAUSS P, PRANKL H, 2019: A machine learning approach for pixel wise classification of residue and vegetation cover under field conditions, biosystems engineering 169, 188-198

Adresse des Autors

HBLFA Francisco Josephinum, BLT Wieselburg, Rottenhauser Straße 1, 3250 Wieselburg

* Ansprechpartner: DI Christian RECHBERGER, christian.rechberger@josephinum.at

Ein temperaturbasiertes Modell für die Embryonal- und Larvalentwicklung der Fichtengespinstblattwespe *Cephalcia abietis*

A temperature-based model for embryonic and larval development of the web-spinning spruce sawfly Cephalcia abietis

Elisabeth Wedenig* & Christa Schafellner

Einleitung

Die Fichtengespinstblattwespe *Cephalcia abietis* L. ist ein Primärschädling der Fichte *Picea abies* L. Hoher Nadelverlust durch Larvenfraß schwächt die Bäume und macht sie anfällig für Borkenkäfer-Folgebefall. Wespenpopulationen in unterschiedlichen Höhenlagen benötigen ein bis vier Jahre für die (temperaturabhängige) Entwicklung einer Generation von der Eiablage bis zum Schlupf der adulten Wespen. Die für *C. abietis* aus der Literatur bekannten Temperaturschwellenwerte sind spezifisch für die einzelnen Entwicklungsstadien. Für die Entwicklung der Tiere von der Eiablage bis zum Abbaumen der Larven liegt der Entwicklungsnullpunkt (ENP) bei 13°C (BAIER 1990, GRUPPE 1993, BAIER 1994). Das bedeutet, dass sich die Larven erst bei Temperaturen über diesem Schwellenwert weiterentwickeln. Die ausgewachsenen Larven fallen zu Boden und vergraben sich. In Abhängigkeit von der Bodentemperatur entwickeln sie sich über mehrere Jahre bis zur Puppe weiter. Die Entwicklung endet mit dem Schlupf und dem Schwärmen der adulten Wespen im Frühsommer. Nach der Verpaarung legen die Weibchen Eier an den Nadeln im oberen Kronenbereich der Fichten ab.
Für eine Prognose von Jahren mit verstärkter Schwärm- und Fraßaktivität der Wespen müssen die Thermalsummen für alle Entwicklungsstadien bekannt sein; diese werden in Gradtagen (GT) angegeben. Sie entsprechen dem Produkt aus effektiver (d.h. physiologisch wirksamer) Temperatur und der benötigten Zeit (Dauer) zur Vollendung des Entwicklungsstadiums. Eine mögliche Art zur Berechnung der effektiven Temperaturen erfolgt über die Tagesmitteltemperaturen in Luft oder Boden unter Abzug des Wertes für den ENP. In der vorliegenden Arbeit wurden die Temperatursummen für die Embryonal- und Larvalentwicklung von *C. abietis* von der Eiablage bis zum Abbaumen der ausgewachsenen Larven berechnet.

Material und Methoden

Die Daten wurden von Tieren einer Wespenpopulation mit einem 3-jährigen Generationszyklus in einem Fichtenwald nahe Grafenschlag (Waldviertel, NÖ) erhoben. Im Frühjahr 2019 wurden aus dem Boden schlüpfende, adulte Wespen gefangen und in Käfigen mit Fichtenzweigen bzw. getopften Jungfichten unter kontrollierten Bedingungen (Klimaschrank konstant 20°C, Raumtemperatur mit durchschnittlich 24°C, Semi-Freiland mit schwankenden Temperaturen) gehalten. Parallel dazu wurde die Entwicklung der Tiere auf der Untersuchungsfläche am Waldstandort dokumentiert und die Lufttemperaturen im Wald mittels Datenlogger aufgezeichnet. Der Zeitraum von der Eiablage bis zum Schlupf der Larven (Embryonalentwicklung) sowie bis zum Abbaumen der ersten bzw. der letzten Larven aus den Kronen wurde dokumentiert und daraus die kürzeste bzw. längste Entwicklungsdauer unter den jeweiligen Temperaturbedingungen berechnet. Der Entwicklungsnullpunkt wurde mit 13°C festgelegt.

Ergebnisse und Diskussion

Waldstandort: Die durchschnittlichen Tagesmitteltemperaturen auf der Versuchsfläche bei Grafenschlag lagen im Beobachtungszeitraum Juni bis September 2019 bei 17±3°C (minimale Tagesmitteltemperatur: 9°C, maximale Tagesmitteltemperatur: 25 °C). Für die Berechnung der Temperatursummen der Embryonal- und Larvalentwicklung wurde der Zeitraum vom ersten Fang eines adulten Weibchens in einem Bodenphotoeklektor (10.6.) bis zum ersten (25.7.) bzw. letzten (11.9.) Abbaumen einer Larve (in Trichterfallen) genommen. Die Temperatursummen für die kürzest mögliche Entwicklung ergaben dabei 250 GT (Summe der Temperaturen über 13°C x 43 Tage), für die längste Entwicklung 430 GT (Summe der Temperaturen über 13°C x 82 Tage).

Klimaschrank: Bei konstant 20°C wurden die ersten Eier zwei Tage nach dem Aussetzen der Weibchen abgelegt; neun Tage nach der Eiablage wurden die ersten Larven beobachtet. Für die Embryonal-entwicklung wurden knapp 80 GT (Summe der Temperaturen über 13°C x 10 Tage) berechnet. Die ersten Larven baumten nach 24 Tagen ab, die letzten nach 50 Tagen; damit wurden 190 GT für die schnellste und 380 GT für die langsamste Larvenentwicklung benötigt. Die Thermalsummen für die Dauer beider Entwicklungsstadien zusammengenommen wurden mit knapp 270 GT (kürzeste) bzw. 460 GT (längste) berechnet.
Raumtemperatur: Bei einer Tagesmitteltemperatur von durchschnittlich 24±2°C (min. 19°C/max. 28°C) legten die Weibchen bereits einen Tag nach dem Einsetzen in den Käfig Eier ab; die ersten Larven schlüpften zwölf Tage später. Für die Embryonalentwicklung wurde eine Thermalsumme von 143 GT (Summe Temperatur über 13°C x 13 Tage) berechnet. Die kürzeste Entwicklung der Larven benötigte 240 GT (Summe Temperatur über 13°C x 21 Tage), die längste 460 GT (Summe Temperatur über 13°C x 42 Tage). Damit ergibt sich eine Thermalsumme von knapp 380 bzw. 600 GT für die kürzeste bzw. längste Entwicklung vom Ei zur abbaumenden Larve.
Semi-Freiland: Ein Käfig mit Wespen wurde im Institutsgarten der BOKU aufgestellt, die Tagesmitteltemperaturen im Untersuchungszeitraum von 24.6. bis 26.9. lagen bei durchschnittlich 21±4°C (minimale Tagesmitteltemperatur: 12°C, maximale Tagesmitteltemperatur: 29°C), mit einzelnen Tagesmaxima von über 40°C. Die ersten Eier wurden 10 Tage nach dem Einsetzen der Weibchen im Käfig entdeckt, der Beginn des Larvenschlupfs konnte nicht beobachtet werden. Daher wurden für diese Tiere die Temperatursummen für die Embryonal- und Larvalentwicklung zusammengefasst. Die Thermalsummen für die kürzeste und längste Entwicklung wurden mit knapp 340 GT (Summe der Temperaturen über 13°C x 35 Tage) bzw. 500 GT (Summe der Temperaturen über 13°C x 55 Tage) berechnet.

Tabelle 1: **Temperatursummen in Gradtagen (GT) für die Entwicklung von Eiern und Larven der Fichtengespinstblattwespe *C. abietis* bei konstanten und variablen Temperaturen im Labor und am Versuchsstandort Miniwald bei Grafenschlag (NÖ).**

Temperaturbedingungen	Embryonal- und Larvalentwicklung [GT]	
	minimal	maximal
Waldstandort (17±3°C)	250	430
Klimaschrank konstant 20°C	270	460
Semi-Freiland (21±4°C)	340	500
Raumtemperatur (24±2°C)	380	600

Die Entwicklung der Tiere verlief bei durchschnittlichen Temperaturen von 17 bis 24°C ähnlich, allerdings scheinen „kühle“ Temperaturen (Waldstandort, Klimaschrank) beschleunigend zu wirken, während hohe Tagestemperaturen (Semi-Freiland, Raumtemperatur) das Wachstum und die Entwicklung eher bremsen (Tabelle 1).

Fazit: Der Verbreitungsschwerpunkt von *C. abietis* liegt in den kühleren Regionen Mittel- und Nordeuropas (SCHWENKE 1982). Die Versuchstiere stammen von einem Fichtenwald auf 800 m Seehöhe und scheinen ein niedriges Temperaturoptimum zu haben (um 20°C). Wird dieses deutlich überschritten, dann tritt eine Entwicklungsverzögerung ein. Möglicherweise sind Tieflandpopulationen der Fichtengespinstblattwespe an ein breiteres Temperaturspektrum angepasst, wodurch sich ihre Entwicklung bei Temperaturen zwischen 25 und 30°C nicht verlängert. Daten dazu gibt es allerdings keine. Wie sich eine Temperaturerhöhung durch die Klimaänderung auf Populationen der Fichtengespinstblattwespe in den kühleren Regionen Österreichs auswirken wird, bleibt abzuwarten.

Zusammenfassung

Kenntnisse über die Thermalsummen für die einzelnen Entwicklungsstadien der Fichtengespinst-blattwespe *Cephalica abietis* sind eine notwendige Voraussetzung für Prognosen von Fraßjahren. Die Embryonal- und Larvalentwicklung von Tieren einer Freilandpopulation mit einem drei- bis vierjährigen Generationszyklus aus einem Fichtenwald bei Grafenschlag, NÖ, wurde bei verschiedenen Temperatu-

ren (konstant 20°C, Semi-Freiland durchschnittlich 21°C, Raumtemperatur durchschnittlich 24°C) sowie im Freiland am Waldstandort erfasst und die Temperatursummen als Gradtage (GT) für beide Entwicklungsstadien berechnet. Als Entwicklungsnullpunkt wurde eine Temperatur von 13°C angenommen. Die Entwicklung verlief am Waldstandort trotz der durchschnittlich niedrigeren Temperaturen (17±3°C) am schnellsten (250-430 GT). Ähnlich rasch entwickelten sich die Tiere bei einer konstanten Temperatur von 20°C (270-460 GT) im Labor. Deutlich verzögert war die Entwicklung hingegen bei den höheren Versuchstemperaturen (Semi-Freiland: 340-500 GT, Raumtemperatur: 380-600 GT), wo einzelne Tagesmittelwerte der Lufttemperaturen 30°C mehrfach deutlich überschritten. Die Ergebnisse zeigen eindrücklich, dass die Fichtengespinstblattwespe ein eher kühl-adaptiertes Insekt ist und sich Temperaturen von über 25°C bremsend auf die Entwicklung auswirken.

Abstract

The web-spinning spruce sawfly *Cephalcia abietis* (Hym., Pamphiliidae) is a primary pest of mature spruce trees. Outbreaks cause crown defoliation and may increase tree susceptibility to bark beetles. The present work calculates the thermal sums (degree-days, DD) for embryonic (i.e. from oviposition to hatching) and larval development (i.e. emerging of young larvae until drop down of mature larvae from the feeding sites to the ground). The data were derived from individuals of a sawfly population with a three to four-year generation cycle, which were collected in a mature spruce stand near Grafenschlag, Lower Austria, in early summer 2019. Newly-emerged female wasps were caged individually or in small groups with potted spruce seedlings or spruce branches cut from the field and kept under controlled conditions in climate chambers at constant 20°C, at room temperatures (at an average of 24°C) and under semi-field conditions (institute garden in Vienna, at an average of 21°C). The field data were recorded from wasps and larvae collected from the spruce stand. We monitored the period from oviposition to hatching (embryonic development) and the period of larval feeding and recorded the temperatures with data loggers. A lower development threshold of 13°C was used to calculate the thermal sums for both developmental stages. All calculations were based on daily mean temperatures. Development was fastest (250-430 DD) at the forest site despite the relatively low daily mean temperatures (17±3°C). The wasps developed just as quickly at constant 20°C (270-460 DD). On the other hand, development was clearly delayed at the higher test temperatures (semi-field: 340-500 DD, room temperature: 380-600 DD), where daily mean temperatures often significantly exceeded 30°C. The results impressively show that the spruce sawfly is a rather cool-adapted insect and temperatures above 25°C have a retarding effect on insect development.

Literatur

BAIER U, 1990: Untersuchungen der Pronymphenentwicklung in einer Freilandpopulation der Fichtengespinstblattwespe *Cephalica abietis* L. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 24, 35-39.

BAIER U, 1994: Untersuchungen zur Temperaturabhängigkeit der Eonymphen-Pronymphen Umwandlung bei der Fichtengespinstblattwespe *Cephalcia abietis* L. (Hym., Pamphiliidae). Journal of Applied Entomology 118, 68-75.

GRUPPE A, (1993): Untersuchungen zur Entwicklungszeit der Erdlarven von *Cephalcia abietis* L. (Hym., Pamphiliidae). Journal of Applied Entomology 116, 487-493.

SCHWENKE W, 1982: Die Forstschädlinge Europas, Band 4. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey, S. 23-49.

Adresse der Autoren

Universität für Bodenkultur, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien

* Ansprechpartnerin: Elisabeth WEDENIG BSc, elisabeth.wedenig@students.boku.ac.at

Parasitoide und Pathogene des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) während einer Massenvermehrung in Niederösterreich

Parasitoids and pathogens of the gypsy moth (Lymantria dispar) during an outbreak in Lower Austria

Thomas Zankl[1*], Christa Schafellner[1] & Gernot Hoch[1,2]

Einleitung

Der Schwammspinner (*Lymantria dispar*) zählt in Österreich zu den wichtigsten Forstschädlingen an Eichen und verfügt über einen ausgesprochen umfangreichen Komplex an natürlichen Gegenspielern (WELLENSTEIN und SCHWENKE 1978). Im Frühsommer 2018 kam es in einem Eichenwald in Eggenburg (Bezirk Horn, NÖ) zu einer Massenvermehrung des Schwammspinners, die zum Kahlfraß des betroffenen Waldes in den Jahren 2018 und 2019 führte. Im Frühjahr 2020 war die Eidichte des Schwammspinners zwar weiterhin hoch, es wurde jedoch für dieses Jahr der Zusammenbruch der Population erwartet. Ziel dieser Arbeit war es, die Rolle von Parasitoiden und Pathogenen des Schwammspinners bei der Beendigung der Massenvermehrung in Eggenburg zu untersuchen.

Material und Methoden

Im Rahmen der Untersuchung wurden 20 Eigelege (4.433 Eier), 680 Raupen und 12 Puppen des Schwammspinners an insgesamt 10 Terminen zwischen April und Juli 2020 im Freiland gesammelt und anschließend unter kontrollierten Bedingungen bis zum Schlupf der adulten Falter bzw. bis zum Tod der Tiere gezüchtet. Die Mortalitätsursache wurde anhand der sich ausbohrenden Parasitoide bzw. bei nicht offensichtlich parasitierten Tieren durch mikroskopische Untersuchungen festgestellt. Mortalitätsraten wurden spezifisch nach Sammelstadien für Eier, die sechs Raupenstadien (L1 bis L6) und Puppen bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt wurden sieben parasitische Insektenarten und drei Pathogene des Schwammspinners als Todesursachen identifiziert (Tab. 1). Die Gesamtmortalitätsrate lag bei Eiern bei 46 % und bei Raupen – je nach Stadium – zwischen 64 % und 87 %.
Während bei vorherigen Untersuchungen in Österreich keine nennenswerte Eiparasitierung festgestellt wurde (HOCH et al. 2001), schlüpfte aus 19 % der Eier die parasitische Wespe *Anastatus disparis*. Bei Raupen lagen die Parasitierungsraten zwischen 15 % (L1) und 61 % (L6). Innerhalb der ersten vier Raupenstadien war die Brackwespe *Glyptapanteles porthetriae* der dominante Parasitoid und tötete zwischen 10 % (L1) und 36 % (L2) der gesammelten Schwammspinner. Unter älteren Raupen waren die parasitischen Raupenfliegen *Parasetigena silvestris* und *Blepharipa pratensis* die häufigste Todesursache. Von den in den letzten beiden Raupenstadien gesammelten Tieren, fielen 48 % (L5) bzw. 61 % (L6) einer dieser beiden Arten zum Opfer.

Pathogene konnten bei 41 % der L1-Raupen als Todesursache nachgewiesen werden. In den weiteren Raupenstadien lag die Mortalität durch Krankheitserreger zwischen 11 % und 19 %. Die dominante Rolle nahm die wirtsspezifische Kernpolyedervirose *Ld*NPV ein, die für mehr als zwei Drittel der Pathogenmortalität verantwortlich war. Eine untergeordnete Rolle spielten Infektionen mit dem insektenpathogenen Pilz *Entomophaga maimaiga*, der bei 10 Raupen als Todesursache identifiziert wurde. Dieser aus Ostasien stammende Pilz wurde ab dem Jahr 1999 in Bulgarien zur biologischen Bekämpfung des Schwammspinners freigesetzt. Seitdem breitet er sich Richtung Mitteleuropa aus und wurde 2019 erstmals in Österreich nachgewiesen (HOCH et al. 2019). Das geringe Auftreten von *E. maimaiga* am Untersuchungsstandort wird auf eine Hemmung der – für den Start des Infektionszyklus notwendigen – Keimung von Dauersporen des Pilzes (HAJEK 1999) durch die starke Trockenheit im Frühjahr 2020 zurückgeführt.

Ausgehend von einer hohen Populationsdichte des Schwammspinners im Frühjahr 2020, brach diese im Laufe der Vegetationsperiode nahezu vollkommen ein (Abb. 1) und es kam zu keinem nennenswerten Blattverlust am Untersuchungsstandort. Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigen die bedeutende Rolle von Parasitoiden und Pathogenen bei der Beendigung von Massenvermehrungen des Schwammspinners.

Tabelle 1: **Mortalitätsursachen von *L. dispar* und Parasitierungs- bzw. Mortalitätsraten in Abhängigkeit des Entwicklungsstadiums zum Zeitpunkt des Sammelns: Eier, Jungraupen (L1+L2), Raupen mittlerer Stadien (L3+L4), Altraupen (L5+L6) bzw. Puppen.**

Hymenoptera	**Eier**	**L1+L2**	**L3+L4**	**L5+L6**	**Puppen**
Eupelmidae					
Anastatus disparis	19,2 %				
Braconidae					
Glyptapanteles porthetriae		28,5 %	27,5 %		
Glyptapanteles liparidis			0,4 %	0,9 %	
Cotesia sp.			0,4 %		
Ichneumonidae					
Hyposoter tricoloripes		1,8 %	5,6 %		
Diptera					
Tachinidae					
Parasetigena silvestris			11.2 %	27,3 %	
Blepharipa pratensis		4,7 %	4,7 %	26,4 %	16,7 %
Pathogene					
Kernpolyedervirose (*Ld*NPV)		16,0 %	7,7 %	10,0 %	
Entomophaga maimaiga			1,7 %	5,4 %	
Endoreticulatus schubergi				0,9 %	
Unbekannte Pilze		4,5 %	2,1 %	0,9 %	
Unbekannte Ursachen	27,1 %	19,6 %	7,7 %	5,5 %	25,0 %
Gesamtmortalität	46,3 %	75,1 %	69,1 %	77,3 %	41,7 %

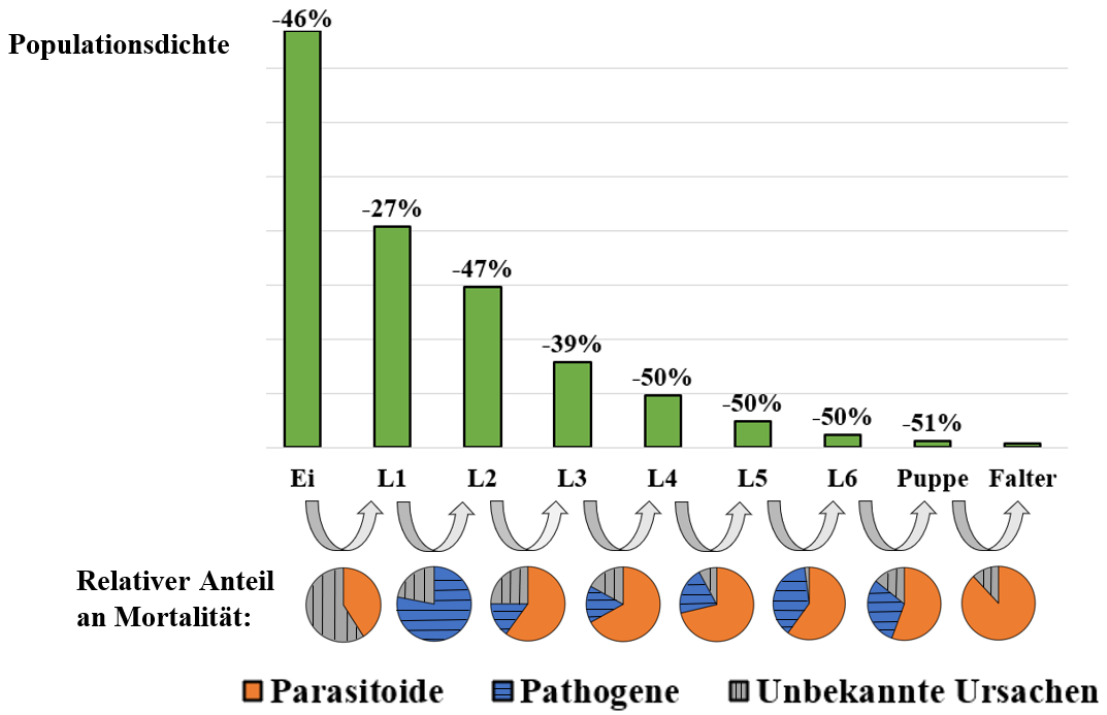


Abbildung 1: **Entwicklung der Populationsdichte des Schwammspinners in Eggenburg zwischen April und August 2020. Um Mehrfachzählungen zu vermeiden wurden nur Tiere berücksichtigt, die innerhalb des Sammelstadiums verstarben.**

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es die Rolle der natürlichen Gegenspieler des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) während einer Massenvermehrung zu untersuchen. In einem Eichenwald in Niederösterreich (Eggenburg) wurden zwischen Mai und Juli 2020 20 Eigelege, 680 Raupen und 12 Puppen des Forstschädlings im Freiland gesammelt und bis zum Tod oder dem Schlupf der adulten Falter weitergezüchtet. Mortalitätsursachen wurden anhand der sich entwickelnden Parasitoide und mit Hilfe von Phasenkontrastmikroskopie der nicht parasitierten Kadaver bestimmt. Mortalitätsraten wurden stadienspezifisch für Eier, alle Raupenstadien (L1-L6) und Puppen erhoben.
Ausgehend von einer hohen Populationsdichte des Schwammspinners im Frühling brach diese bis zum Sommer komplett zusammen. Sieben Parasitoidenarten und drei Pathogene wurden als Mortalitätsursachen festgestellt. Parasitoide verursachten stadienspezifische Mortalitätsraten von 15-61 %, Pathogene töteten 11-41 % der Raupen. Die dominierende Parasitoidenart der Raupen junger und mittlerer Stadien war die Brackwespe *Glyptapanteles porthetriae* (L1-L4: 10-36 % Parasitierungsrate). Bei älteren Raupen dominierten die Tachinen *Blepharipa pratensis* und *Parasetigena silvestris*, die jeweils etwa 27 % der Raupen des finalen Stadiums (L5+L6) töteten. Unter den Pathogenen verursachte ein Kernpolyedervirus (*Ld*NPV) die höchsten Mortalitätsraten (7-34 %).

Abstract

The present work investigated the role of natural enemies during a population outbreak of the gypsy moth (*Lymantria dispar*). Between May and July 2020, 20 egg masses, 680 larvae and 12 pupae of the forest pest were collected in an oak forest in Lower Austria (Eggenburg) and reared until death or emergence of adult moths. Causes of mortality were determined based on emerging parasitoids and phase-contrast microscopy of non-parasitized cadavers. Stage-specific mortality rates were determined for eggs, larval instars (L1-L6) and pupae.
Starting from a high gypsy moth population density in spring, natural enemies reduced the population to a negligible level until summer. Mortality was caused by seven parasitoid species and three pathogens. Parasitoids were responsible for stage-specific mortality rates of 15-61 %, pathogens killed 11-41 % of the larvae. The dominant parasitoid of young and middle-aged larvae was the braconid wasp *Glyptapanteles porthetriae* (L1-L4: 10-36 % parasitization). Mature larvae were mainly killed by the tachinid flies *Blepharipa pratensis* and *Parasetigena silvestris*, which each killed about 27 % of the final instar larvae (L5+L6). The Nuclear Polyhedrosis Virus (*Ld*NPV) was the dominant pathogen (7-34 % mortality).

Literatur

HAJEK A, 1999: Pathology and Epizootiology of *Entomophaga maimaiga* infections in Forest Lepidoptera. Microbiol Mol Biol Rev 63, 814-835.
HOCH G, ZÚBRIK M, NOVOTNÝ J, SCHOPF A, 2007: The natural enemy complex of the gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lep., Lymantriidae) in different phases of its population dynamics in eastern Austria and Slovakia – a comparative study. J Appl Ent 125, 217-227.
HOCH G, PILARSKA D, GEORGIEVA M, GEORGIEV G, MIRCHEV P, SCHAFELLNER C, 2019: Erstnachweis des insektenpathogenen Pilzes *Entomophaga maimaiga* in Populationen des Schwammspinners in Österreich. Forstschutz aktuell 66, 1-7.
WELLENSTEIN G, SCHWENKE W, 1978: *Lymantria*. In: Schwenke W (ed), Die Forstschädlinge Europas – Ein Handbuch in fünf Bänden, Bd 3 – Schmetterlinge, 334-349. Paul Parey, Hamburg Berlin.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien

[2] Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1130 Wien

[*] Ansprechpartner: Thomas ZANKL BSc, thomas.zankl@boku.ac.at

Hefen im Freiland – Basis für eine gute Weinqualität

Yeasts outdoors - the basis for good wine quality

Karin Mandl*, Jasmina Suljic, Karin Silhavy-Richter & Florian Faber

Einleitung

„Normalerweise wird das Vorhandensein von Hefen auf den Trauben eines bestimmten Weinbergs durch den Einsatz von Pestiziden und das "Terroir" des Weinbergs beeinflusst. Letzteres ist gekennzeichnet durch unterschiedliche Mikroklimata, Bodenbeschaffenheit sowie Fauna und Flora - alles Faktoren, die einen großen Einfluss auf die Weinqualität haben. Hefen im Boden sind ein wesentlicher Bestandteil des Ökosystems einer Rebe, da sie in der Nähe ihrer Wurzeln leben und mit diesen interagieren. *Metschnikowia, Hanseniaspora* und andere Hefen werden häufig im inneren Gewebe von zuckerhaltigen Früchten, auf der Unterseite von metamorph veränderten Pflanzenorganen und stärkehaltigen Samenlappen gefunden. Diese Hefearten, insbesondere die *Nicht-Saccharomyces*, können während der Gärung eine wichtige Rolle für die Erzielung eines komplexen Weinaromas spielen. *Saccharomyces-Hefen* werden in Weinkellereien eingesetzt, um eine gleichmäßige Gärung zu gewährleisten. Ein weiterer Faktor, der die Gärung von Traubenweinen beeinflusst, ist die Hefekontamination durch die Ausrüstung der Weinkellerei, die Wände des Weinkellers und die Atmosphäre des Kellers“ (MANDL et al., 2015).
In diesem Versuch wurde die Hefepopulation im Boden wie auf der Traube verglichen.

Material und Methoden

Dieser Freilandversuch wurde in einem biologisch bewirtschafteten Weingarten bei Mautern in Niederösterreich angelegt. Die Versuchsfläche war 18 m breit und 155 m lang, sie umfasste 7 Weinreihen jeweils 155 m lang. Die Distanz zwischen den Reihen betrug ca. 3 m. Die Additive (Kontrolle, Holzhackschnitzelbiochar, Biocharkompostmischung (BK- Mix) 1(1:1; 40kg/ha), Biocharkompostmischung (1:1, 100kg/ha) und Kompost 40kg/ha) wurden in Parzellen aufgebracht (Blockanlage, n=4). Jede Parzelle war 9 m breit (3 Reihen-Zwischenräume) und 10-11 m lang (2 Steherlängen); sie umfasst somit 2 Pflanzenreihen sowie die Reihen-Zwischenräume links und rechts. Die Additive wurden nach dem Aufbringen mit einem Grubber 15-20 cm tief in den Boden eingearbeitet. Es wurden im Jahr 2015 Spritzungen mit Stulln Netzschwefel®, Cocana®, Funguran progress®, Vitisan®, Prev B2®, Wet Cit®, Xentari® durchgeführt. Im Jahre 2016 wurde Stulln Netzschwefel®, Cocana®, Agrovital Plus®, Mycosin®, Funguran Progress®, Agro Vital Plus®, Prev B2®, Vitisan®, Wet Cit® und Cuprozin Progress® verwendet.
Die Probenahme erfolgt durch die sterile Entnahme von je drei Trauben aus jeder Parzelle. Mittels Handpressung im Labor unter sterilen Bedingungen wurde ein Traubensaft gewonnen, der verdünnt wurde. Die Hefen wurden ausgezählt und reinselektioniert. Die selektionierten Hefen wurden auf Wallerstein Nutrient Agar und Malzextrakt Agar kultiviert und deren DNA isoliert. In der Folge wurde die ITS18 (internal transcribed spacer) mittels Primern ITS1 und ITS4 (White et al, 1990) dargestellt. Die Sequenzierdaten wurden mittels der ITS1-ITS4 Sequenz durch Vergleiche mit der NCBI Datenbank erhoben. Die Bodenproben wurden an drei Stellen mittels eines Bodenbohrers genommen. Aus einer Sammelprobe wurde für jede Parzelle eine NGS Analyse durchgeführt. Die DNA-Extraktion erfolgte mit Nucleo Spin Soil Kit (Machery Nagel, Düren, Deutschland). Die Analyse wurde mit einem Illumina MicSeq v3, 2x300Bp Modus durchgeführt. Für die Zielregion wurden ITS1 und ITS4 Primer verwendet. Der taxonomische Abgleich mit der NCBI Datenbank erfolgte mit Qiime Software (Version 1.8.0, http://qiime.org). Die statistischen Berechnungen erfolgten mit Excel 2010, Microsoft und IBM SPSS Statistics 22.

Ergebnisse und Diskussion

Es zeigte sich in diesem Vergleichsversuch, dass die Zugabe verschiedener Bodenadditiva einen Einfluss auf die Traubenflora wie Bodenflora (Abb.1.) bewirkte. Zu den Hefen wurde noch *Aureobasidium,pullulans* ein hefeähnlicher Organismus miterfasst. Dieser Organismus ist endophytisch wie auf dem Rebholz und der Trauben zu finden. *Aureobasidium* konnte in allen Parzellen nachgewiesen werden

und war auf der Traube stärker vertreten als im Boden. Vor allem die Zugabe von Kompost zeigte ein vermehrtes Auftreten von *Aureobasidium* auf der Traube. Normalerweise wird dieser Mikroorganismus zur Prophylaxe von Botrytis eingesetzt. Er ist befähigt kleine Wunden auf der Beere zu schließen.

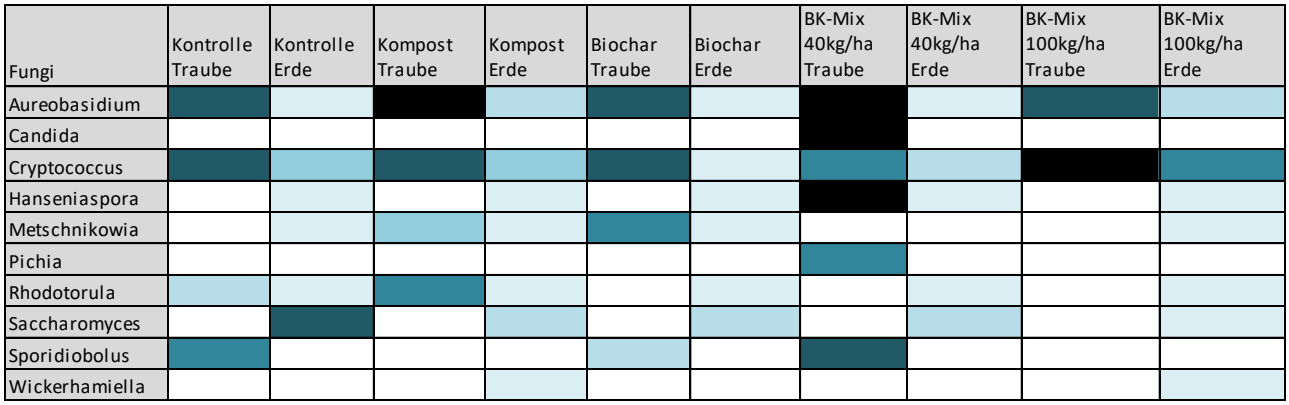
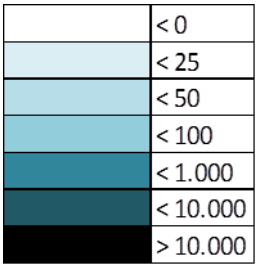


Abbildung 1: **quantitative graphische Darstellung der Mittelwerte im Vergleich zwischen Trauben- und Bodenflora aus dem Jahre 2016**



Graphische Skalierung der Keimzahlen erfolgte in koloniebildenden Einheiten (KBE) auf der Traube und in OTUs (operative taxonomische Einheit) in der Erde.

BK-Mix …..Biocharholzhackschnitzelmischung mit Kompostanteil kg/ha

Die Hefegattung *Candida* konnte ein einziges Mal in der Parzelle mit 40kg/ha BK-Mix auf den Trauben nachgewiesen werden. Sowohl im Boden und auf der Traube war keine zusätzliche Detektion möglich. In fast allen Parzellen konnte *Cryptococcus* gefunden werden, diese Hefe entspricht der normalen Traubenflora. *Hanseniaspora* (asexuelle Form) auch unter *Kloeckera apiculata* bekannt ist eine Hefe, die zur typischen Hefeflora gehört und üblicherweise rund 90 bis 99,5% des frisch gepressten Mostes ausmacht (DITTRICH und GROSSMANN et al.,2005). In diesem Weingarten verhielt sie sich anders. Im Boden konnte sie in jeder Probe nachgewiesen werden jedoch auf der Traube nur in einer einzigen Bicharkompost Parzelle. *Metschnikowia* war vermehrt im Boden nachweisbar vereinzelt auf den Trauben. *Pichia* konnte nur ein einziges Mal auf den BK-Mix Trauben nachgewiesen werden. *Rhodotorula* konnte in allen Bodenproben detektiert werden, konnte nur sporadisch im Most nachgewiesen werden (DITTRICH und GROSSMANN et al., 2005). *Saccharomyces cerevisiae*, die wichtigste Gärhefe, wurde in allen Bodenproben gefunden, jedoch keine einzige Hefe auf der Traubenoberfläche. In früheren Versuchen in Bereich Freilandhefeselektion im hauseigenen Labor hatte sich gezeigt, dass auf mehr als 30% der Trauben keine einzige *Saccharomyces cerevisiae* selektioniert werden konnte. Es gibt die Annahme, dass diese Konzentration weit unter 1% liegt. *Sporidiobolus* konnte vor allem auf der Traube nachgewiesen werden, es handelt sich dabei um einen Keim der als biologischer Antagonist gegenüber *Botrytis cinerea* (HUANG et al, 2012) eingesetzt wird. *Wickerhamiella* war vor allem in der Erde auffindbar und nicht auf der Traube.

Zusammenfassung

Normalerweise befinden sich Hefen sowohl auf den reifen Trauben wie auch im Boden. In diesem Versuch wurden sowohl Proben von der Traubenoberfläche wie auch im Boden gezogen. Der Vergleich der Hefen erfolgte mit Hilfe der Sequenziertechnologie. Die Trauben wurden über die ITS1-4 Sequenz mit einzelnen Isolaten verglichen und die Erde wurde erfasst mittels der NGS (Next generation Sequencing) Technologie und anschließendem Vergleich mit der NCBI Datenbank. Es konnten *Aureobasidium, Cryptoccocus, Hanseniaspora, Metschnikowia, Rhodothorula und Saccharomyces* sowohl im Boden

wie auf der Traube nachgewiesen werden. Die Zusammensetzung der Hefen im Boden wie in der Reifephase der Traube stellen die Grundlage für einen guten Wein dar.

Abstract

Usually yeasts are found on the ripe grapes and in the soil. In this experiment, samples were taken from the grape surface and from the soil. The analyses of the yeasts was made with sequencing technology. The individual yeast isolates of the grapes were compared with using the ITS1-4 sequence and the soil yeasts were recorded using NGS (Next Generation Sequencing) technology and comparising with the NCBI database. *Aureobasidium, Cryptoccocus, Hanseniaspora, Metschikowia, Rhodothorula* and *Saccharomyces* could be detected in the soil and on the grapes. The composition of the yeasts in the soil and in the ripening phase of the grape is the basis for a good wine.

Literatur

HUANG R., CHE H.J., ZHANG J., YANG L., JIANG D.H., LI G.Q., 2012: Evaluation of Sporidiobolus pararoseus strain YCXT3 as biocontrol agent of Botrytis cinerea on post-harvest strawberry fruits, Biological Control, Volume 62, Issue 1, Pages 53-63, ISSN 1049-9644, https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.02.010.

MANDL K, SCHIECK J, SILHAVY-RICHTER K, PRANGE A, SCHNEIDER V, SCHMIDT HP 2015: Vines take up yeast from soil and transport them through the vine to the stem and skin of grapes, Ithaka Journal 349 -355

WHITE TJ, BRUNS T, LEE S AND TAYLOR JW 1990: Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pp. 315-322 In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, eds. Innis, M. A., D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White. Academic Press, Inc., New York. ©W°

Adresse der Autoren

HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Dr. Karin Mandl , karin.mandl@weinobst.at

Freilanduntersuchungen zur Wirkung eines organischen Handelsdüngers auf Basis von Trockenschlempe, Restmelasse, Melasseschlempe, PNC und CSL und von Qualitätskompost A$^+$ auf den Boden und die Reben

Investigations into the effect of a commercial organic fertilizer based on dry mash from bioethanol production, blackstrap molasses, vinasse, PNC and CSL and of quality compost A+ on the soil and the vines

Martin Mehofer*, Bernhard Schmuckenschlager, Karel Hanak, Norbert Vitovec, Memish Braha, Franz Christiner, Thaci Cazim, Andrzej Gorecki, Ingrid Hofstetter, Christian Bader & Martin Prinz

Einleitung

Organische Dünger liefern dem Boden organische Substanz als Nahrung für die Bodenlebewesen (Nährhumus) und sind Ausgangsstoffe für die Dauerhumusbildung. SANDERS (2014) zufolge geht vor allem das Bodenleben bei sehr niedrigem Humusgehalt stark zurück. Für die Bodenfruchtbarkeit im Weingarten ist laut DÖBLER und HUTH (2017) ein ausreichender Humusgehalt entscheidend. Laut SCHWAB und PETERNEL (2011) ist der Rebenanbau im Vergleich zum Ackerbau aufgrund seines geringen Bestandesabfalls ein leicht humus-defizitäres Anbausystem, das der zusätzlichen Zufuhr von organischer Substanz bedarf. Nach RIEDEL und RUPP (2011) ist die Ermittlung des Humusgehalts wichtig für die langfristige Abschätzung der Stickstoffversorgung. Hinsichtlich der zeitlichen Aufnahmespitzen von Stickstoff durch die Reben ist laut LÖHNERTZ (1988) das Vorhandensein von ausreichenden Mengen an mineralischem Stickstoff im Boden zwei bis drei Wochen nach dem Blühstadium und während der Beerenreife von Bedeutung. In den vorliegenden Freilanduntersuchungen sollten ein gemäß Kompostverordnung als Qualitätskompost A$^+$ zertifizierter Kompost als Produkt aus der kommunalen Abfallverwertung und ein organischer Handelsdünger zum Humusaufbau beziehungsweise zur Nährstoffversorgung der Rebsorten Blauer Burgunder, Blaufränkisch, Blauburger und Riesling beitragen.

Material und Methoden

Standort, Versuchsanlagen und Versuchsjahre: Klosterneuburg – Versuchsgut Agneshof, Quartier Harrer I, Pflanzjahr 2002 und Weingut Stift Klosterneuburg, Quartier Steinriegel Q28, Pflanzjahr 2000; Pflanzweiten: 3,00 x 1,00 m; Rebsorten: Blauer Burgunder, Blaufränkisch, Blauburger und Riesling; mittelhohe Spaliererziehung; Versuchsjahre 2013 bis 2018.
Einbringungsmengen der organischen Dünger (hochgerechnet auf Tonnen pro ha): Qualitätskompost A$^+$: jährlich 15 t, organischer Handelsdünger: 3,8 t, 1,9 t, 1,0 t, 1,0 t, 1,9 t und 1,9 t. Die Versuchsanlage erfolgte in beiden Quartieren in Form von Kleinparzellen. Die organischen Dünger wurden händisch unter Zuhilfenahme von Schubkarren und Weinbergraupe ausgebracht.
Bodenart und Bodenbearbeitung:
Der Boden ist ein carbonathältiger Braunerdeboden auf Flyschmergel. Nach der jährlichen Einbringung der organischen Dünger wurde der Boden in den Fahrgassen seichtgründig gelockert und danach eine Frühjahrs-/Sommergründüngung (Sommerwicke: 20 kg/ha; Platterbse: 20 kg/ha; Phacelia: 1 kg/ha; Buchweizen: 15 kg/ha) angebaut. Der Gründüngungsbestand wurde im Frühsommer gewalzt und danach mittels Schlegelmulcher kurzgehalten. Im Unterstockbereich erfolgte zwei- bis dreimal pro Jahr eine Streifenbehandlung mit einem Herbizid.
Analysierte und erhobene Parameter: randomisierte Bodenbeprobungen in den Jahren 2012 und 2018 und Analyse von pH-Wert, Kalium-, Phosphor- und Humusgehalt; zwei jährliche randomisierte Bodenprobeentnahmen zirka drei Wochen nach der Blüte und zu Reifebeginn und Analyse des Gehalts an mineralischem Stickstoff im Boden; Bestimmung von Ertrag (kg/Stock), Traubenanzahl, Traubengewicht (g), 100-Beeren-Gewicht (g), Mostgewicht (°KMW), Gehalt an titrierbarer Säure (g/l), pH-Wert, Stickstoff und Kalium Most, Bestimmung des Schnittholzgewichts (kg/m²) und der Nährstoffgehalte in den Blättern; Mikrovinifikation und organoleptische Weinbewertung

Ergebnisse und Diskussion

Im Oberboden (0 – 30 cm) stiegen die Humusgehalte durch die jährliche Einbringung von 15 t/ha Qualitätskompost A^+ an einem Standort von 2,9 auf 3,7 % und am zweiten Standort von 3,4 auf 4,1 %. Durch die jährlich unterschiedlichen Einbringungsmengen des organischen Handelsdüngers von 3,8 t/ha, 1,9 t/ha oder 1,0 t/ha zeigte sich im Oberboden standortabhängig keine Veränderung beziehungsweise ein leichter Anstieg des Humusgehalts. Im Unterboden (30 bis 60 cm) waren an keinem Standort und bei keiner organischen Düngungsmethode signifikante Veränderungen der Humusgehalte analysierbar. Diese Beobachtungen bei der Entwicklung des Humusgehalte bestätigten die Erfahrungen von ZIEGLER und RIEDEL (2007), wonach organische Handelsdünger für die Behebung von Humusdefiziten wenig geeignet waren. Auch SCHWAB und PETERNEL (2011) beobachteten nach Komposteinbringung über einen zehnjährigen Zeitraum eine Steigerung des Humusgehalts, und zwar von 2,5 auf 3,6 % durch die dreimalige Ausbringung von jeweils 30 t/ha Biokomposttrockenmasse. FABER (2016) beobachtete in einem Kompoststeigerungsversuch einen umso stärkeren Anstieg des Humusgehalts, je höher die ausgebrachte Menge an Qualitätskompost A^+ war. PORTEN und REGNERY (2018) zufolge sollten der Humusaufbau und dessen Erhalt im Vordergrund stehen, da in Zukunft öfter mit Trockensituationen in der Vegetationsperiode zu rechnen ist. Bei den Kaliumgehalten zeigten sich an beiden Standorten und bei beiden organisch gedüngten Varianten (Kompost und organischer Handelsdünger) im Oberboden deutliche Anstiege über den Zeitraum der sechs Versuchsjahre. Im Unterboden konnten hingegen keine signifikanten Veränderungen beim Kaliumgehalt durch die organische Düngung mit Kompost oder organischem Handelsdünger beobachtet werden. Bei den Mittelwerten der Gehalte an mineralischem Stickstoff im Boden (0 – 60 cm) aller Probenahmetermine und aller Jahre konnten an beiden Standorten signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten festgestellt werden. Die Werte betrugen 18,9 kg/ha beziehungsweise 41,7 kg/ha (Kontrolle), 30,6 kg/ha beziehungsweise 44,1 kg/ha (Qualitätskompost A^+) und 46,5 kg/ha beziehungsweise 95 kg/ha (organischer Handelsdünger). RIEDEL et al. (2007) ermittelten nach der Einbringung von Bioabfallkompost in einer Menge von 30 t Trockenmasse pro ha ebenfalls höhere Stickstoffgehalte im Boden. Die Nitratstickstoffgehalte lagen dabei zwischen 60 und 180 kg/ha im Jahr der Ausbringung und zwischen 20 und 75 kg/ha im Jahr nach der Ausbringung. FABER (2016) ermittelte in einem Versuch mit zwei unterschiedlichen Qualitätskomposten A^+ in den jeweiligen Ausbringungsmengen von 100 m³ Frischmasse (FM) pro ha (= 40 t Trockenmasse (TM) pro ha), 200 m³ FM pro ha (= 80 t TM/ha) und 400 m³ FM pro ha (= 160 t TM pro ha) Gehalte an mineralischem Stickstoff (Nitrat und Ammonium) zwischen 20 und 70 kg/ha im Jahr der Ausbringung. In den Folgejahren gingen die mineralischen Stickstoffgehalte bei allen Varianten deutlich zurück. In Übereinstimmung mit unseren Erfahrungen zeigte sich laut MÜLLER (2009) bei organischen Handelsdüngern in Verbindung mit den hohen Nährstoffgehalten eine schnelle Nährstofffreisetzung. Die enthaltenen organischen Substanzen hatten also überwiegend Nährhumuscharakter. In Abhängigkeit von der Rebsorte und vom Jahr wurden die Gehalte an hefeverwertbarem Stickstoff und Gesamtstickstoff in den Mosten durch die organische Düngung zum Teil signifikant erhöht. Ähnliche Erfahrungen mit dem Stickstoffgehalt im Most machten SCHWAB und PETERNEL (2005). Sie ermittelten nach Ausbringung von Bioabfallkompost eine Erhöhung an hefeverfügbarem Aminostickstoff (FAN) im Most im Vergleich zu nährstoffarmen, aber kohlenstoffreichen Düngern. In den Rebblättern war im Durchschnitt aller Rebsorten und aller Jahre der Stickstoffgehalt bei der Kontrollvariante mit 2,35 % signifikant geringer als bei den beiden anderen Varianten (2,50 % und 2,55 %). Bei den Ertrags- und Reifeparametern und beim Schnittholzgewicht zeigten sich nur bei manchen Rebsorten und in manchen Jahren signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten. Die Trauben zweier Rebsorten wurden mikrovinifiziert und die Weine organoleptisch bewertet. Bei 'Blaufränkisch' wurden die mit Qualitätskompost A^+ gedüngten Weine besser bewertet.

Zusammenfassung

Bei vier Qualitätsweinrebsorten wurden über einen Zeitraum von sechs Jahren die Einflüsse von Qualitätskompost A^+ und eines organischen Handelsdüngers auf Basis von Trockenschlempe, Restmelasse, Melasseschlempe, PNC (potato nitrogen concentrate) und CSL (corn steep liquor) auf den Humusgehalt, den Stickstoffgehalt im Boden, im Most und in den Rebblättern, auf das Schnittholzgewicht und auf Ertrag und Reife ermittelt. Im Oberboden (0 – 30 cm) stiegen die Humusgehalte durch die jährliche Einbringung von 15 t/ha Qualitätskompost A^+ an einem Standort von 2,9 auf 3,7 % und am zweiten Standort von 3,4 auf 4,1 %. Durch die jährlich unterschiedlichen Einbringungsmengen des

organischen Handelsdüngers von 3,8 t/ha, 1,9 t/ha oder 1,0 t/ha zeigte sich im Oberboden standortabhängig keine Veränderung beziehungsweise ein leichter Anstieg des Humusgehalts. Bei den Mittelwerten der Gehalte an mineralischem Stickstoff im Boden (0 – 60 cm) aller Probenahmetermine und aller Jahre konnten an beiden Standorten signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten festgestellt werden. Die Werte betrugen 18,9 kg/ha beziehungsweise 41,7 kg/ha (Kontrolle), 30,6 kg/ha beziehungsweise 44,1 kg/ha (Qualitätskompost A^+) und 46,5 kg/ha beziehungsweise 95 kg/ha (organischer Handelsdünger). In Abhängigkeit von der Rebsorte und vom Jahr wurden die Gehalte an hefeverwertbarem Stickstoff und Gesamtstickstoff in den Mosten durch die organische Düngung zum Teil signifikant erhöht. In den Rebblättern war im Durchschnitt aller Rebsorten und aller Jahre der Stickstoffgehalt bei der Kontrollvariante mit 2,35 % signifikant geringer als bei den beiden anderen Varianten (2,50 % und 2,55 %).

Abstract

The influences of quality compost A^+ and of a commercial organic fertilizer based on dry mash from bioethanol production, blackstrap molasses, vinasse, PNC (potato nitrogen concentrate) and CSL (corn steep liquor) on the humus content, on the mineral nitrogen content in the soil, in the must and in the vine leaves, on pruning wood weight and on yield and on maturity were determined with four Austrian quality vine varieties over a period of six years. Because of the annual application of 15 t/ha quality compost A^+, humus content in the topsoil (0 to 30 cm) increased from 2.9 % to 3.7 % on one site and from 3.4 % to 4.1 % on the second site. The application of the annual differing amounts of 3.8 t/ha, 1.9 t/ha and 1.0 t/ha of the commercial organic fertilizer indicated no change or a slight increase of the humus content depending on the site, respectively. At both sites significant differences between the mean values of the mineral nitrogen contents in the soil (0 to 60 cm) of all sampling dates and of all years of the three experimental variants could be determined. The mean values were 18.9 kg/ha and 41.7 kg/ha (control), respectively, 30.6 kg/ha and 44.1 kg/ha (quality compost A^+), respectively and 46.5 kg/ha and 95 kg/ha (commercial organic fertilizer), respectively. Depending on the grape variety and the year, the contents of yeast assimilable nitrogen and of total nitrogen in the musts increased in part significantly because of organic fertilization. On average of all grape varieties and years, nitrogen content in vine leaves of the control variant was 2.35 %. It was significantly lower than in the vine leaves of the other two variants with 2.50 % and 2.55 %, respectively.

Literatur

DÖBLER, N. und HUTH, C. 2017: Welche Chancen bietet Pflanzenkohle? Humusgehalt im Weinberg. Das Deutsche Weinmagazin (16/17): 22-24. // FABER, F. 2016: Herstellung und Anwendung von Kompost. Rechtliche Situation, Kompostierung, Ausbringung und Versuchsergebnisse. Der Winzer 72 (6): 6-10. // LÖHNERTZ, O. 1988: Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme bei *Vitis Vinifera* c,v, Riesling. Geisenheimer Berichte, Band 1. // MÜLLER, E. 2009: Einsatz von Humusdüngern. Das Deutsche Weinmagazin (25/26): 8-11.
PORTEN, M. und REGNERY, D. 2018: Zielgenau düngen. Teil 1: Grundlagen. Das Deutsche Weinmagazin (21): 56-57. // RIEDEL, M., FRÖHLIN, J. und SCHIES, W. 2007: Nitratdynamik in Rebböden beachten – Stickstoffversorgung optimieren. Das Deutsche Weinmagazin (9): 26-28. // RIEDEL, M. und RUPP, D. 2011: Düngung nach guter fachlicher Praxis. Sie nützt nur dort, wo Nährstoffe fehlen. Rebe & Wein (3): 17-20. // SANDERS, V. 2014: Schwarzes Gold für die Weinberge. Alles über Humus. Das Deutsche Weinmagazin (6): 22-25. // SCHWAB, A. und PETERNEL, M. 2005: Ertrag und Mostqualität: Humuswirtschaft und die Folgen. Der Winzer 61 (12): 16-18. // SCHWAB, A. und PETERNEL, M. 2011: Einflüsse auf Boden- und Nährstoffhaushalt. Was Humus bewirkt. Rebe & Wein (2): 21-24. // ZIELGER, B. und RIEDEL, M. 2007: Rebendüngung 2007. Gut gedüngt … Das Deutsche Weinmagazin (5): 22-25.

Adresse der Autoren

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg // * Ansprechpartner: DI Martin MEHOFER, martin.mehofer@weinobst.at

Untersuchung der stabilen Reproduzierbarkeit des Aminosäureprofils verschiedener kommerzieller Hefen 2015 – 2017 im Vergleich

Investigation of Stable Reproducibility of the Amino Acid Profile Patterns of Different Commercial Yeasts 2015 – 2017 in Comparison

Karin Mandl*, Jasmina Suljic, Karin Korntheuer, Karin Silhavy-Richter,
Martin Prinz & Reinhard Eder

Einleitung

Grüner Veltliner, eine weitverbreitete Rebsorte in Österreich wird oft im Ausland als österreichische Nationalsorte angesehen. Es handelt sich dabei um eine sehr alte Sorte, die sich durch eine fruchtige, pfeffrige und würzige Aromatik auszeichnet. In Niederösterreich findet diese Sorte optimale Standortbedingungen.
Aminosäuren dienen als Stickstoffquellen für Hefen und sind Vorläufer für einige Aromen während der alkoholischen Gärung (Styger (2011), Callejón et al. (2010)). Chemisch betrachtet, bestehen sie aus einer Stickstoff- und einer Säuregruppe und sind am Aufbau von Proteinen, wie Enzyme und Stützstrukturen beteiligt. Der Aminosäuregehalt des Mosts wird zusätzlich durch Weinbau- (Schwab et al. (2003) und Kellertechniken, wie zum Beispiel durch die Hefe und Schönungen beeinflusst.
Ziel dieser Arbeit war die Unterschiede des Einflusses der Hefen auf die Bildung der freien Aminosäuren im Wein an einer typischen österreichischen Weißweinsorte zu beschreiben. Der Versuch wurde über drei Jahre an der Sorte Grüner Veltliner durchgeführt, um festzustellen ob der Einfluss der Hefe größer ist als der des Jahrganges und welche Hefe mehr frei verfügbare Aminosäuren beim Genuss des Weines für den menschlichen Körper zur Verfügung stellt.

Material und Methoden

Versuchsweinausbau
Der Versuchswein wurde in der Abteilung Kellerwirtschaft der HBLA u. BA für Wein-und Obstbau in Klosterneuburg ausgebaut. Das Traubenmaterial stammte von den Betrieben Agneshof und Götzhof, zwei Außenstellen des Institutes. Die Ausgangswerte des Mostes waren im Jahr 2015 Most 115,5 g/l Glucose, Fructose 123g/l, gesamtreduzierender Zucker 4,5g/l, pH- Wert 3,4 und Weinsäure 5,6g/l. Im Jahre 2016 waren die Werte 94g/l Glucose, 96g/l Fructose, Gesamtzucker 190g/l, 06%Alkohol, 7,2g/l Gesamtsäure und pH- Wert 4,5. Die Werte wurden einen Tag nach Gärstart erhoben. 2017 waren die Werte 17,3°KMW, 6,6g/l Gesamtsäure, pH-Wert 3,2, 6,0g/l Weinsäure, 2,8g/l Äpfelsäure 157mg/l NOPA (hefeverwertbarer Stickstoffmenge), 94mg/l Ammonium und 251mg/l Gesamtstickstoff. Der Most wurde in jedem Jahr enzymatisch vorbehandelt und mit Betonit geschönt. Kurz nach dem Beimpfen erfolgte die Zugabe von 15g Fermolplus® integrateur (AEB Group, Brescia, Italien) pro Flasche (34l). Die Fermentation wurde in 34l Behältern im Dreifachausbau durchgeführt. Bei diesem Versuch wurden 15 verschiedene Hefen eingesetzt. Die Gärkontrolle erfolgte regelmäßig mit Hilfe des Oeno-FossTM von Foss GmbH, Deutschland.
Eingesetzte Hefen
Enartis Top Essence, Enartis Aroma white, Enartis Q Citrus (Enartis Central Europe s.r.o, Pezinok, Slowakei), Erbsloeh Önoferm® X – thiol, Erbsloeh Önoferm® Veltliner, Erbsloeh Önoferm® Klosterneuburg (Erbslöh Geisenheim GmbH, Geisenheim, Deuschland), Laffort Zymaflore®VL3, Laffort Zymaflore®X5 (Laffort France, Bourdeaux, Frankreich), Oenofrance Selectys La Croquante Oenofrance Selectys La Fruitée (Oenofrance, SAS Sofralab, Magenata Frankreich), Lalvin Sensy™ , Filtraferm Grüner Veltliner, Uvaferm® Exence (Lallemand GmbH, Wien, Österreich); PREZISO Weissweinhefe Weiss & Blumig, PREZISO Weissweinhefe Unique (RWA Raiffeisen Ware Austria Aktiengesellschaft, Wien, Österreich)
Statistik
Es wurde für die Darstellung und Berechnung der Daten Excel 2016, Microsoft und IBM SPSS Statistik 22 eingesetzt. Die Berechnung der Normalverteilung erfolgte nach Saphiro Wilk Tukey (α= 0,05) und der Signifkanztest nach Tukey (α= 0,05).

Die Aminosäureanalysen erfolgte mit den Geräten HP 1200 Liquid Chromatograph und HP-FLD 1100 nach Umagat (1982).

Ergebnisse und Diskussion

Im Jahre 2015 bis 2017 wurde ein Vergleichsversuch mit 15 verschiedenen Hefen in Hinblick auf Aminosäurebedarf und sensorischer Auswirkung im Grünen Veltliner durchgeführt. Von Interesse war natürlich, ob die von den Firmen empfohlenen Hefen auch die Erwartungen eines guten, pfeffrigen und fruchtigen Veltliners erfüllen. Es zeigte sich, dass sensorisch die Weine in jedem Jahr sich gut entwickelt hatten. Jedoch zeigte das Aminosäureprofil im Jahre 2017 markant niedrige Aminosäurewerte als die Jahre davor. Es stellte sich hier die Frage, warum ist das Aminosäureprofil so unterschiedlich von den Jahren 2015 und 2016. In diesen zwei Jahren waren die Aminosäurewerte ähnlich in ihrer Ausprägung und zeigten signifikante wiederholbare Unterschiede zwischen den einzelnen Hefen. Im Großen und Ganzen gab es nur eine Hefe, die sich im Vergleich zu den anderen Hefen unterschied und weniger Aminosäuren verbrauchte. Das war die Hefe Preziso Weißweinhefe Unique (Abb.2), eine Eigenmarke der Raiffeisen Lagerhaus GmbH. Diese Preziso Hefe zeigte signifikant höhere Werte als die meisten anderen Hefen, dass einen geringeren Umbau von Aminosäuren darstellt. Die Aminosäure Prolin ist sehr spannend, da diese Aminosäure kaum zum Aufbau von Proteinen verwenden und daher als Reifeparameter der Trauben und als Bezugsgröße vom Aminosäuregehalt der Mostausgangsbasis herangezogen werden kann.
Der Unterschied im Jahre 2017 im Vergleich zu den anderen Jahren lag im Wetterverlauf, dass zu einer zwei Wochen früheren Ernte führte. Durch den Trockenstress der Trauben kam es zu einer verstärkten Proteinbildung, was dazu führt, dass Hefen während der Gärung nicht mehr optimal mit Aminosäuren versorgt werden konnten.

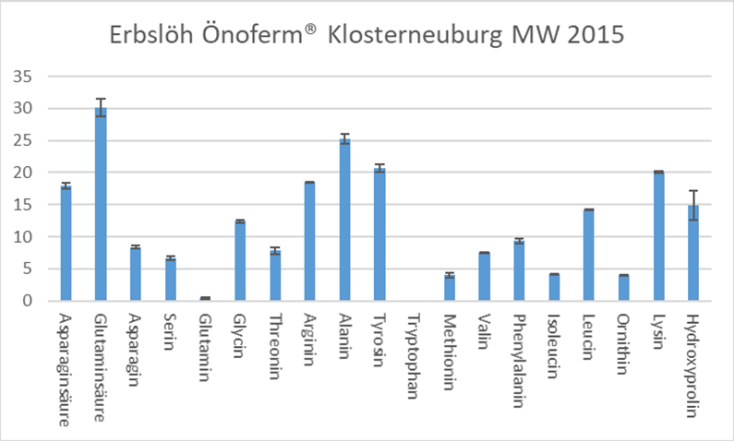


Abbildung 1: **Darstellung der Mittelwerte aller gemessenen Aminosäuredaten (in mg/l) mit Standardabweichung der Hefe Ersblöh Önoferm® KLosterneuburg aus dem Jahre 2015**

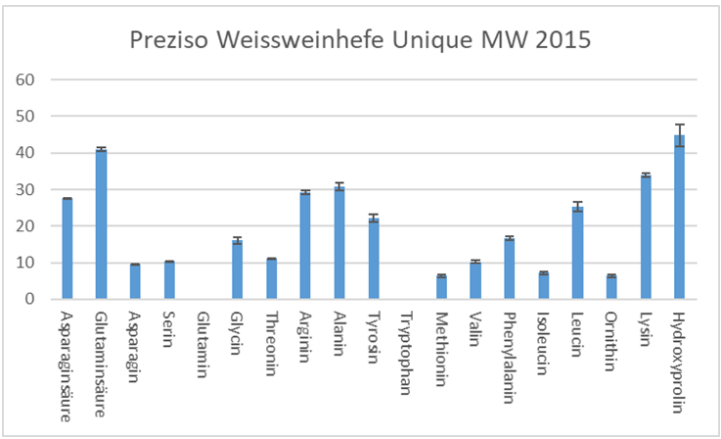


Abbildung 2: **Darstellung der Mittelwerte aller gemessenen Aminosäuredaten (in mg/l) mit Standardabweichung der Hefe Preziso Weissweinhefe Unique aus dem Jahre 2015**

Zusammenfassung

Grüner Veltliner ist eine wichtige Weißweinsorte in Österreich. In diesem Versuch wird das erste Mal über drei Jahre die Auswirkung von 15 verschiedenen Hefen auf das Aminosäureprofil dieser Sorte untersucht. Von Interesse war vor allem welche und wie viele Aminosäuren bleiben in den verschiedenen Weinen erhalten. Für den Versuch wurden 15 marktrelevante Hefen zur Produktion des Grünen Veltliners ausgewählt. Nach der Gärung wurde das Aminosäureprofil aller Weine erhoben. Die Aminosäureanalysen erfolgte mit den Geräten HP 1200 Liquid Chromatograph und HP-FLD 1100 nach Umagat. In den Jahren 2015 und 2016 waren die Aminosäurewerte ähnlich in ihrer Ausprägung und zeigten signifikante wiederholbare Unterschiede zwischen den einzelnen Hefen. Im Großen und Ganzen gab es nur eine Hefe, die sich im Vergleich zu den anderen Hefen unterschied und weniger Aminosäuren verbrauchte. Das war die Hefe Preziso Weißweinhefe Unique eine Eigenmarke der Raiffeisen Lagerhaus GmbH. Diese Preziso Hefe zeigte signifikant höhere Werte als die meisten anderen Hefen, dass einen geringeren Umbau von Aminosäuren darstellt. Der Unterschied im Jahre 2017 im Vergleich zu den anderen Jahren lag im Wetterverlauf, dass zu einer zwei Wochen früheren Ernte führte.

Abstract

Grüner Veltliner is an important white wine variety in Austria. In this experiment, the effects of 15 different yeasts on the amino acid profile of this variety will be examined for the first time over three years. Of particular interest was which and how many amino acids are retained in the various wines. For the trial, 15 market-relevant yeasts were selected for the production of Grüner Veltliner. After fermentation the amino acid profile of all wines was recorded. The amino acid analyzes were carried out using the HP 1200 Liquid Chromatograph and HP-FLD 1100 according to Umagat. In 2015 and 2016, the amino acid values were similar in their expression and showed significant repeatable differences between the individual yeasts. By and large, there was only one yeast that differed from the other yeasts and used fewer amino acids. That was the yeast Preziso white wine yeast Unique, a private label of Raiffeisen Lagerhaus GmbH. This Preziso yeast showed significantly higher values than most other yeasts that represent a lower conversion of amino acids. The difference in 2017 compared to the other years was in the course of the weather, which led to a harvest two weeks earlier.

Literatur

CALLEJÓN, R.M., TRONCOSO, A.M., MORALES, M.L.2010: Determination of amino acids in grape-derived products: A review Talanta 81, 1143–1152

SCHWAB, A., PETERNEL M. UND GREBNER, E. 2003: Aminosäuren im Traubenmost und ihre Beeinflussung durch weinbauliche Maßnahmen, Rebe und Wein, 10, S. 25–30

STYGER G, PRIOR B, BAUER FF., 2011: Wine flavor and aroma. J Ind Microbiol Biotechnol. 38:1145–1159. doi: 10.1007/s10295-011-1018-4.

UMAGAT H., KUCERA P., WEN L.-F., 1982: Total amino acid analysis using pre-column fluorescence derivatization, Journal of Chromatography A, Volume 239, 463-474, ISSN 0021-9673, https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)82003-8.

Adressen der Autoren

HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Dr. Karin MANDL, karin.mandl@weinobst.at

Gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe der Aronia melanocarpa in österreichischen Beeren und Direktsaft – ein Vergleich in Bezug auf Sorte, Jahrgang und Herkunft

Health-related substances of Aronia melanocarpa in Austrian berries and direct juice - a comparison in terms of variety, vintage and origin

Elsa Patzl-Fischerleitner*, Silvia Wendelin, Karin Korntheuer, Christian Philipp

Einleitung

Die *Aronia melanocarpa* enthält besonders viele sekundäre Pflanzenstoffe und erfreut sich in den letzten Jahren auch in Österreich wachsender Beliebtheit, da die Beeren entzündungshemmend, immunstimulierend und antikanzerogen wirken sollen. In Europa werden zum Großteil die Sorten 'Nero' und 'Viking' angebaut (SANDRINI und LIEBISCH, 2016). Die aus Tschechien stammende Sorte „Nero" ist die Hauptsorte Österreichs und bringt Vorteile im Anbau mit sich. Nach MISFELDT (2007) ist sie widerstandsfähiger gegen Frost, Hitze und weniger anfällig für Krankheiten und Schädlingsbefall.
Die Sorte Hugin kommt aus Schweden und ist sehr frostresistent und robust. Der Strauch bleibt recht klein und ist weniger ertragreich als die Sorten Nero, Aron und Viking. Die Sorte Viking stammt aus Finnland und ist ebenfalls sehr robust. Die Früchte sind mit ähnlich groß wie die der Sorte Nero und ähnlich ertragreich. Die Sorte Aron stammt aus Dänemark und ist reich fruchtend. Sie entwickelt zwar viele, aber im Vergleich zu anderen Sorten recht kleine Früchte. Die Sorte Serina wurde ebenfalls in Dänemark gezüchtet und erlangt erst langsam einen Bekanntheitsgrad im europäischen Anbau (SANDRINI und LIEBISCH, 2016; MISFELDT, 2007).
Bis zur Jahrtausendwende befanden sich die Hauptanbaugebiete der Aronia im osteuropäischen Raum, vorwiegend in Polen, Tschechien, Slowenien und Bulgarien (ARA, 2002). In den letzten Jahren wurde aber auch in anderen Ländern Europas, unter anderem in Österreich und Deutschland, vermehrt Aronia angebaut.

Material und Methoden

Probenmaterial
„Nero" und 53 Fruchtproben (Jahrgang 2015 bis 2017), vorwiegend der Sorte „Nero", aber auch jeweils 2 Proben der Sorten „Hugin", „Aron", „Serina" und „Viking". Die Proben stammten aus verschiedenen Gebieten Österreichs (Steiermark, Oberösterreich, Salzburg, Niederösterreich, Kärnten und Wien).

Probenvorbereitung und Methoden
Die Probenvorbereitung und die Durchführung der Analysenmethoden hinsichtlich phenolische Inhaltsstoffe, Säure- und Zuckerprofil, Mineralstoffe und Aminosäuren erfolgten analog PATZL-FISCHERLEITNER et al. (2017). Untersucht wurden folgende Parameter: Phenole (Gesamtphenolgehalt, Protocatechussäure, Epicatechin, Phenolcarbonsäuren, Procyanidin B2, Flavonole, Anthocyane), antioxidative Kapazität, Zuckerprofil (Glucose, Fructose, Saccharose), Sorbit, Myoinosit, Säureprofil (Äpfelsäure, Chinasäure, Milchsäure, Zitronensäure, Galacturonsäure), Mineralstoffe (Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium), proteinogene Aminosäuren, sowie °Brix und Dichte (beim Direktsaft)

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte einerseits mittels MS Excel 2016 (Mittelwert, Min, Max, Standardabweichung) und andererseits mittels SPSS-Statistics 22.0 (IBM). Zunächst wurde ein Kruskal Wallis Test für unabhängige Stichproben auf dem Signifikanzniveau von 0,05 durchgeführt. Die Ergebnisse aller Analysenparameter wurden einer kategorialen Hauptkomponentenanalyse unterzogen und die Ergebnisse als Biplot (Unterscheidung Beeren-Saft) bzw. als Scoreplot (Herkunft, Jahrgang, Sorte) präsentiert.

Ergebnisse und Diskussion

Inhaltsstoffe der Aronia melanocarpa
Aroniabeeren und -saft enthalten hohe Mengen an Gesamtphenolen (Beeren: 15,2 ± 2,6 g/kg FG; Saft: 4,9 ± 1,7 mg /l berechnet als Kaffeesäure) und weisen eine sehr hohe antioxidative Kapazität (TEAC,

Beeren: 140 ± 36 mMol/kg FG; Saft: 59 ± 19 mMol/l) auf. Die Anthocyane liegen hauptsächlich als Cyanidin-3-galactosid und als Cyanidin-3-arabinosid vor. Der Zuckergehalt setzt sich vorwiegend aus Glucose und Fructose zusammen, wobei auch außerordentlich große Mengen an Sorbit zu finden sind (Beeren: 66,8 ± 19,4 g/kg FG; Saft: 71,1 ± 25,9 mg/l). Die mengenmäßig bedeutendsten organischen Säuren sind Äpfelsäure und Chinasäure. Darüber hinaus enthält die Aronia auch Myo-Inosit (Beeren: 0,45 ± 0,12 g/kg FG; Saft: 0,36 ± 0,09 g/l) und große Mengen der Aminosäure Asparagin (1098,5 ± 868,3 mg/kg FG; Saft: 1201,5 ± 962,2 mg/l).

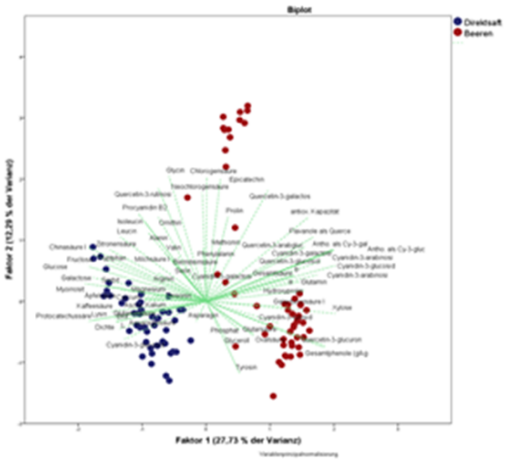
Herkunftsvergleich:
Weder bei Betrachtung der untersuchten Aroniabeeren in Bezug auf die Herkunft (österreichische Bundesländer), noch bei Eingrenzung auf die nähere Herkunft (Angabe kleinerer Gebiete als die österreichischen Bundesländer) konnten bei 52 untersuchten Einzelparametern signifikante Unterschiede festgestellt werden (Signifikanzniveau α=0,05). Bei Betrachtung der Haupkomponentenanalyse ist auch bei Beschriftung der Objektpunkte bezüglich (näherer) Herkunft keine Clusterung sichtbar. Demnach sind Aroniabeeren hinsichtlich ihrer Herkunft innerhalb Österreichs nicht eindeutig zuordenbar. Weiterführende Untersuchungen unter Einbeziehung ausländischer Proben wären sicherlich von Interesse. TANAKA und TANAKA (2001) haben Aroniabeeren nordamerikanischer und russischer Herkunft untersucht, die in Japan angebaut wurden. Die Beeren russischer Herkunft wiesen höhere Gehalte an Vitamin C, Beta-Carotin und organischen Säuren auf, enthielten aber geringere Mengen an Polyphenolen.

Sortenvergleich:
Sortenunterschiede konnten anhand der durchführten Untersuchungen und folgenden statistischen Auswertungen nicht festgestellt werden. Hierbei ist aber zu beachten, dass der Großteil der Proben der Sorte „Nero“ zuzuordnen war. Leider konnten Proben anderer Sorten nur im Jahr 2015 bezogen werden, da die Anlage gleich danach gerodet wurde. Insofern können keine statistisch gesicherten Aussagen zu den einzelnen Sorten getätigt werden. Weiterführende Untersuchungen wären von Interesse. Es wird aber nicht davon ausgegangen, dass sich die im Aroniaanbau gängigen Sorten in den Inhaltsstoffen stark unterscheiden. Diese These unterstützt auch THIELEN (2006), der erwähnt, dass es bei Aroniafrüchten hinsichtlich Polyphenolgehalten kaum Sortenunterschiede gibt.
Schlussfolgernd ist festzuhalten, dass wohl eher der Jahrgang, eventuell noch spezielle Sorten, nicht aber die Herkunft innerhalb Österreichs großen Einfluss auf die Inhaltsstoffe der Früchte von Aronia melanocarpa hat.

Jahrgangsvergleich:
Im Scoreplot ist die Hauptkomponente 1 ist für 21,5 % der Varianz verantwortlich. Alle Proben des Jahrgangs 2015 sowie die des Jahrgangs 2016 liegen im positiven Bereich (0 bis 2,3), während die Proben des Jahrgangs 2017 im negativen Bereich (zw.- 0,5 und -1) clustern. Auf die Hauptkomponente 2 entfallen 10,45 % der Varianz. Die Proben des Jahrgangs 2016 liegen im negativen Bereich, die der anderen Jahrgänge verteilen sich auf beide Bereiche. Von 52 untersuchten Einzelparametern wurden bei 37 Parametern signifikante Unterschiede zwischen den Jahrgängen festgestellt (Signifikanzniveau α=0,05), davon wurden bei 23 Parametern sogar hochsignifikante Unterschiede (α=0,001) ermittelt.

Unterscheidung Direktsaft-Beeren:
Der Abbildung 1 ist eine Hauptkomponentenanalyse aller ermittelten Analysendaten für Aroniabeeren und –direktsaft zu entnehmen. Die Hauptkomponente 1 ist für 27,7 % der Varianz verantwortlich. Alle Proben der Direktsäfte befinden sich im negativen Bereich (-0,25 bis -1,75), die Proben der Aroniabeeren dagegen liegen, bis auf einen Ausreißer, im positiven Bereich. Demnach ist eine Unterscheidung zwischen Aroniabeeren- und –direktsäften möglich.
Auf die Hauptkomponente 2 (12,29 % der Varianz) haben die Variablen Chlorogensäure, Neochlorogensäure und Epicatechin den größten Einfluss. Ein Teil der Proben der Aroniabeeren liegt deutlich im positiven Bereich (>2) und bildet somit einen eigenen Cluster. Die Beerenproben enthielten außer der Hauptsorte Nero auch geringe Mengen anderer Sorten (Hugin, Aron, Serina Viking), während die Direktsäfte nur aus der Sorte Nero verarbeitet wurden. In dieser Auswertung wurden die Sorten nicht getrennt voneinander ausgewertet, was zusätzlich zu anderen, nicht bekannten Faktoren einen gewissen Einfluss auf diese spezielle Häufung haben könnte.

Von 64 untersuchten Einzelparametern wurden bei 54 Parametern signifikante Unterschiede zwischen Aroniabeeren und –direktsäften festgestellt (Signifikanzniveau α=0,05). Insbesondere treten bei genauerer Betrachtung folgende Parameter mit p-Werten <0,001 (hochsignifikant) hervor: Protocatechussäure, Kaffeesäure, Quercetin-3-galaktosid, Quercetin-3-glucosid, Procyanidin B2, Cyanidin-3-arabinosid, Cyanidin-3-galaktosid, Cyanidin-3-glucosid, Gesamtanthocyane (ber. als Cyanidin-3-galactosid), Gesamtphenole, antioxidative Kapazität, Chinasäure, Galacturonsäure, Äpfelsäure, Zitronensäure, Sorbit, Myoinosit, Glucose, Fructose, Galactose, Hydroxyprolin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Glutamin, Tryptophan, Leucin, Ornithin und Lysin.
Die Protocatechussäure weist im Direktsaft wesentlich höhere Gehalte auf als in den Aroniabeeren. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit der Literaturarbeit von SIDOR et al. (2019). Der Gehalt der Phenole ist sehr abhängig von der verwendeten Extraktionsmethode, insbesondere vom verwendeten Lösungsmittel, Temperatur und Extraktionszeit (BERGHOLD et al. 2018). Im Hinblick darauf ist es durchaus möglich, dass die Protocatechussäure im Direktsaft (ohne Extraktion, Analyse einer wässrigen Lösung) höhere Gehalte aufweist als in den Aroniabeeren (methanolische Extraktion).



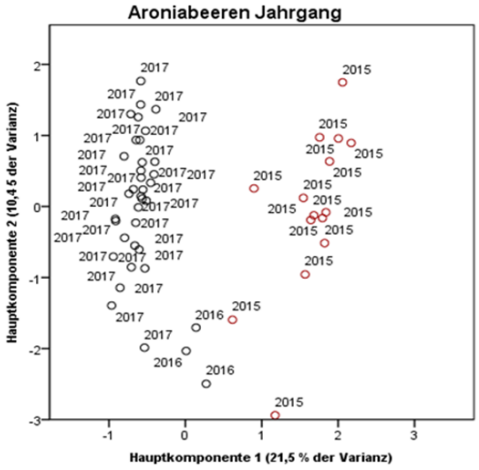


Abbildung 1: **Hauptkomponentenanalyse aller ermittelten Analysendaten für Aroniabeeren und –direktsaft**
Abbildung 2**: Hauptkomponentenanalyse aller ermittelten Analysendaten für Aroniabeeren hinsichtlich Jahrgang**

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden 50 Direktsäfte und 53 Fruchtproben (vorwiegend Sorte „Nero“) auf phenolische Inhaltsstoffe, Säure- und Zuckerprofil, Mineralstoffe und Aminosäuren mittels RP-HPLC, Ionenchromatographie und AAS analysiert. Die Unterschiede zwischen Direktsäften und Beeren wurden durch eine kategoriale Hauptkomponentenanalyse ermittelt und als Biplot dargestellt. Durch nichtparametrische Tests wurden bei 54 von 64 untersuchten Parametern signifikante Unterschiede zwischen Beeren und Direktsaft festgestellt (Signifikanzniveau α=0,05). Bei Betrachtung der Ergebnisse der Aroniabeeren konnten bei den 52 untersuchten Einzelparametern weder in Bezug auf die Herkunft (österreichische Bundesländer), noch bei Eingrenzung auf die nähere Herkunft (Angabe kleinerer Gebiete als die österreichischen Bundesländer) signifikante Unterschiede ermittelt werden (Signifikanzniveau α=0,05). Sortenunterschiede wurden anhand der durchführten Untersuchungen und folgenden statistischen Auswertungen nicht entdeckt. Der Jahrgang hingegen kann aber einen Einfluss auf die Inhaltsstoffe der Aroniabeeren haben. Bei 37 von 52 untersuchten Einzelparametern wurden signifikante Unterschiede zwischen den Jahrgängen festgestellt (Signifikanzniveau α=0,05).

Abstract

In this work 50 direct juices and 53 fruit samples (predominantly “Nero”) were analysed regarding phenolic compounds, acid and sugar profiles and amino acids using RP-HPLC, ion chromatography and AAS. The differences between direct juices and berries were evaluated by a categorical principle component analysis and presented as a biplot. Nonparametric tests revealed significant differences in

54 out of 64 examined parameters of berries and juice (significance level $\alpha = 0.05$). Regarding the aronia berries in terms of origin no significant differences could be determined for 52 examined individual parameters (level of significance $\alpha = 0.05$). Due to this investigations and statistical evaluations, variety differences could not be found. The vintage, however, can have an influence on health related substances of aronia berries. Significant differences between the years of harvest were found for 37 parameters out of 52 examined parameters.

Literatur

ARA V., 2002: Schwarzfruchtige Aronia: Gesund- und bald in aller Munde. Flüssiges Obst 10: 653-658

BERGHOLD, S., WENDELIN S., EDER, R., 2018: Vergleich zweier Probenvorbereitungsmethoden für die Analyse von Traubenphenolen mittels HPLC. Mitteilungen Klosterneuburg 68: 241-249.

MISFELDT C., 2007: Gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe der Aronia melanocarpa. Diplomarbeit an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Studienzweig Ökotrophologie, Hamburg.

PATZL-FISCHERLEITNER, E., WENDELIN S., KORNTHEUER K., PHILIPP C., 2017: Gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe der Aronia melanocarpa. 72. ALVA-Tagung, Tagungsband S. 271-273.

SANDRINI F., LIEBISCH F., 2016: Kulturblatt Aronia. DOI:10.13140/RG.2.1.3644.5203

SIDOR A., GRAMZA-MICHAŁOWSKA A., 2019: Black Chokeberry Aronia Melanocarpa L. - A Qualitative Composition, Phenolic Profile and Antioxidant Potential. Molecules 2019, 24, 3710.

TANAKA, T., TANAKA, A., 2001: Chemical components and characteristics of black chokeberry. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 8, 606–610.

THIELEN C., 2006: Auswahl und Verarbeitung von Früchten zur Steigerung der Gehalte an phenolischen Antioxidantien in Fruchtsäften. Dissertation im Fachbereich Chemie der Technischen Universität Kaiserslautern.

Adressen der Autoren

HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Mag. Elsa PATZL-FISCHERLEITNER, elsa-patzl-fischerleitner@weinobst.at

Ausreifung von Chasmothezien des Echten Rebenmehltaus – Einfluss der Witterung

Maturation of chasmothecia of grape powdery mildew – influence of the weather

Markus Redl*, Lisa Sitavanc & Siegrid Steinkellner

Einleitung

Der Echte Mehltau der Rebe, *Erysiphe necator* Schwein., kann die Traubenertragsmenge und die Weinqualität stark mindern. Der Erreger kann in Form seines Myzels in den Knospen der Rebe (SALL und WRYSINSKY 1982) und in Form seiner Fruchtkörper, den Chasmothezien, mit den darin befindlichen Ascosporen überwintern (PEARSON und GADOURY 1987). In Österreich dienen Ascosporen als Primärinokulumquelle (REDL et al. 2021). Bei der Bekämpfung dieses Schaderregers kann auf Prognosemodelle zurückgegriffen werden, jedoch bestehen noch viele Wissenslücken über den Zusammenhang von Witterung und Epidemiologie auf Basis der Primärinfektion durch Ascosporen. Ziel dieser Arbeit war es den Einfluss der Witterungsbedingungen auf den physiologischen Reifeprozess der Chasmothezien, und damit die Fähigkeit Ascosporen auszuschleudern, zu erforschen.

Material und Methoden

Im Herbst 2017 und 2018 wurden Chasmothezien von Blättern aus drei verschiedenen Weingärten (Krems, Wien und Illmitz) abgewaschen und die potentielle Ascosporenausschleuderung im Labor ermittelt, um den Einfluss der Witterung für den Ausschleuderungsprozess selbst auszuschließen. Hierfür wurden Chasmothezien im Deckel einer Petrischale mit angefeuchtetem Filterpapier fixiert; im Boden der Petrischale befand sich ein Objektträger. Nach 24stündiger Inkubation bei 25 °C wurde die Anzahl an Ascosporen mikroskopisch bestimmt. Für die Bestimmung der Viabilität der Ascosporen wurden mit 0,5 % Fluoresceindiacetat angefärbt und unter einem Fluoreszenzmikroskop betrachtet. Eine Chasmothezie wurde als viabel gewertet, wenn mindestens eine Ascospore viabel war. An den drei Standorten wurde die Witterung mittels Wetterstationen erfasst.
Um den Verlauf der potentiellen Ascosporenausschleuderung bestimmen zu können wurden im Herbst 2017 und 2018 Chasmothezien aus dem Weingarten in Wien auf Filterpapiereinheiten transferiert, welche auf Holzbrettern fixiert wurden. Diese wurden in die drei Weingärten (Krems, Wien und Illmitz) verbracht und dort überwintert. Laufend wurde die potentielle Ascosporenausschleuderung und die Viabilität der Ascosporen ermittelt. Für die tatsächliche Ascosporenausschleuderung im Weingarten wurden Chasmothezien wie vorher beschrieben überwintert und am Ende des Winters auf vier neue Filterpapiere übertragen. Diese wurden im Spalt zwischen zwei parallel liegenden Rebstammstücken fixiert, welche wiederum auf einem Brett befestigt waren. Die Holzbretter wurden am Drahtrahmen im Weingarten in Krems aufgehängt; über den Chasmothezien wurde ein Objektträger montiert, welcher jede Woche getauscht wurde. Es wurde die Anzahl an Ascosporen auf den Objektträgern mikroskopisch bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

In der Überwinterungssaison 2017/2018 startete die potentielle Ascosporenausschleuderung im März 2018 auf allen 3 Standorten. In der Überwinterungssaison 2018/2019 war dies hingegen bereits im Herbst der Fall. Die Temperatur war im Herbst 2018 um bis zu 1,5 °C höher als im Herbst 2017 und wurde als Ursache für die unterschiedliche physiologische Reife identifiziert. Diese Temperaturunterschiede schlugen sich in den akkumulierten Gradtagen (Basis 8 °C) von 15. August (Zeitpunkt der ersten Chasmothezienbildung) bis zum jeweiligen Zeitpunkt der ersten potentiellen Ascosporenausschleuderung nieder. Es waren mehr als 480 Gradtage notwendig, damit eine Ausschleuderung der Ascosporen aus den Chasmothezien möglich war. Es konnte das erste Mal in einem Gebiet ein Ausschleuderungsbeginn sowohl im Herbst als auch im Frühjahr festgestellt werden. Auch beeinflusste die Temperatur den Verlauf der potentiellen Ascosporenausschleuderung. Bis zu 50 % der gesamten potentiellen Ascosporenausschleuderung fand vor dem Austrieb der Reben statt. Die Viabilität der Ascosporen sank stetig ab, bis keine viablen Ascosporen mehr vorhanden waren.

Die tatsächliche Ascosporenausschleuderung im Weingarten war durch die Niederschläge stark beeinflusst. Blattnässedauer und Niederschlagssumme korrelierten signifikant positiv mit der Anzahl an ausgeschleuderten Ascosporen. Nur wenige Ascosporen konnten in Phasen mit geringem Niederschlag (<2 mm/Woche) gefunden werden, während hohe Mengen bei starkem Niederschlag gefangen wurden (>25 mm/Woche). Im Gegensatz zur potentiellen Ascosporenausschleuderung gab es im Weingarten nur eine geringe Menge an ausgeschleuderten Ascosporen vor dem Austrieb der Reben. Die meisten (84% im Jahr 2018 und 95% im Jahr 2019) wurden zwischen Austrieb und Blüte gefangen.
Die Ergebnisse zeigen, dass für eine optimale Prognose der Ascosporenauschleuderung im Frühjahr die potentielle und die tatsächliche Ausschleuderung kombiniert werden müssen. Die ermittelten Zusammenhänge und Schwellenwerte können die Genauigkeit von Prognosemodellen zur Ascosporeninfektion erhöhen. Damit liefern die Ergebnisse einen wichtigen Beitrag zur Einsparung von Fungiziden für einen zielgerichteten und nachhaltigen Rebschutz.

Zusammenfassung

Ascosporen des Echten Rebenmehltaus werden in vielen Weinbauregionen, wie auch Österreich, als Primärinokulumquelle angesehen. Wir untersuchten die physiologische Ausreifung von Chasmothezien und den Zeitpunkt der ersten Ascosporenausschleuderung in drei Weinbauregionen Österreichs. Die potentielle Ascosporenausschleuderung aus Chasmothezien wurde unter Laborbedingungen und die tatsächliche Ascosporenausschleuderung unter Freilandbedingungen ermittelt. In der Überwinterungssaison 2017/2018 startete die potentielle Ascosporenausschleuderung im März 2018 in allen 3 Weinbauregionen, während in der Überwinterungssaison 2018/2019 die potentielle Ausschleuderung bereits im Herbst 2018 möglich war. Die Temperatur war im Herbst 2018 höher als im Herbst 2017. Mehr als 480 Gradtage (Basis 8 °C, akkumuliert nach der Chasmothezienbildung) waren notwendig um die physiologische Ausreifung der Chasmothezien zu erreichen. Die tatsächliche Ascosporenausschleuderung korrelierte mit Niederschlag und Blattnässe. Durch die Ergebnisse dieser Arbeit kann die Prognosegenauigkeit der Modelle zu Ascosporeninfektionen verbessert werden.

Abstract

Ascospores of grapevine powdery mildew are considered as the most common inoculum source in many vine-growing regions, including as Austria. We investigated the physiological maturation of chasmothecia and the timing of the first ascospore release in three Austrian vine-growing regions. The potential ascospore release from chasmothecia was examined under laboratory conditions and the actual ascospore release under field conditions. In the 2017/2018 overwintering season, the potential ascospore release started in March 2018 in all three investigated wine growing regions, while in 2018/2019, the potential release was already possible in autumn 2018. The temperature was higher in autumn 2018 than in 2017. More than 480 degree days (base 8 °C, accumulated after chasmothecia formation) were necessary to achieve the physiological maturation of chasmothecia. The actual ascospore release correlated with precipitation and leaf wetness. Forecast models for ascospore infections can be improved by the results of this work.

Literatur

PEARSON R. C., GADOURY D. M. 1987: Cleistothecia, the source of primary inoculum for grape powdery mildew in New York. Phytopathology 77, 1509–1514.
REDL M., MÖTH S., KOSCHIER E., SPANGL B. 2021: Survival and viability of ascospores of *Erysiphe necator* in Austrian vineyards. European Journal of Plant Pathology 159, 615-626.
SALL M. A., WRYSINSKY J. 1982: Perennation of powdery mildew in buds of grapevines. Plant Disease 66, 678–679.

Adresse der Autoren

Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenschutz, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien

* Ansprechpartner: DI Dr. Markus REDL, markus.redl@boku.ac.at

Effekte der Bewirtschaftungsart und des Begrünungsmanagements auf Raubmilben und deren Nahrung in österreichischen Weingärten

Effects of local management and cover crop management on predatory mites and their food resources in Austrian vineyards

Stefan Möth[1*], Andreas Walzer[1], Markus Redl[1], Božana Petrović[1], Christoph Hoffmann[2] & Silvia Winter[1]

Einleitung

Raubmilben (Phytoseiidae und Tydeidae) stellen einen wichtigen Teil der biologischen Schädlingskontrolle von herbivoren Milben, wie Spinn- und Gallmilben (Tetranychidae und Eriophyidae) im Weinbau dar (SCHRUFT 1972, DUSO et al. 2012). Dementsprechend ist eine stabile Raubmilbenpopulation an der Rebe essenziell. Dies kann durch mehrere Faktoren gewährleistet werden, wie zum Beispiel einem reduzierten Pflanzenschutzmitteleinsatz (PENNINGTON et al. 2017), einer Begrünung der Fahrgasse oder durch eine umgebende Landschaft mit zahlreichen naturnahen Elementen, die Pollen als alternative Nahrungsquelle für Raubmilben bereitstellen kann (DUSO et al. 2012).

Material und Methoden

In 32 gepaarten Weingärten am Leithaberg im Burgenland wurde dazu der Effekt des Managements (biologisch/integriert), verschiedener Begrünungsvarianten in der Fahrgasse (artenreiche/artenarme Begrünungsmischung/spontane Vegetation) und der umliegenden Landschaftsstruktur (500 m Umkreis) auf die Milbenpopulationen untersucht.
Im Jahr 2019 wurden an fünf Terminen (7. Mai, 3. Juni, 1. Juli, 29. Juli und 26. August) jeweils 25 Weinblätter pro Weingarten und Termin entnommen und Milben nach der Waschmethode extrahiert (BOLLER 1984, HILL und SCHLAMP 1984). Anschließend wurden die Phytoseiid, Tydeoid und Eriophyoid Milbendichte bestimmt. Zusätzlich wurden Phytoseiid und Tydeoid Milben auch auf Artniveau bestimmt. Pollen an den Weinblättern wurden an den fünf Terminen mit der Klebebandmethode entnommen (ADDISON et al. 2000) und der Pollentyp wurde bestimmt.
Die Landschaftskartierung erfolgte innerhalb eines 500 m Umkreises rund um die untersuchten Weingärten. Zusätzlich wurde ein flächenbezogener Pestizid-Toxizitätsindex (aAPTLc) basierend auf den LD_{50} Werten von Honigbienen und Abbaurate der jeweiligen eingesetzten Pflanzenschutzmittel berechnet (MÖTH et al. 2021).
Die statistische Auswertung erfolgte mit R (R CORE TEAM 2019) mit Generalisierten Linearen Modellen (GLM).

Ergebnisse und Diskussion

In allen beprobten Weingärten wurde eine stabile Raubmilbenpopulation nachgewiesen. Diese lag beim letzten Beprobungstermin im Durchschnitt bei 7,13 ± 7,98 Standardabweichung Phytoseiid Milben pro 100 cm² Blattfläche und 0,4 ± 0,55 Tydeoid Milben pro 100 cm² Blattfläche. *Typhlodromus pyri* Scheuten war mit über 98% die dominierende Art bei den Phytoseiid Milben und *Tydeus goetzi* Schruft mit 100% bei den Tydeoid Milben. Die statistische Auswertung zeigte, dass Raubmilben vor allem durch das Management beeinflusst werden, wobei hier die Populationsdichte in integrierten Weingärten höher war als in biologischen. Der berechnete Toxizitätsindex aAPTLc zeigte hierbei auch einen knapp zweifach so hohen Wert in biologischen Weingärten (19,91 ± 6,69) als wie in integrierten (10,63 ± 14,59). Dies könnte daran liegen, dass in integrierten Weingärten eine geringere Pestizidapplikation erfolgte, wobei vor allem Schwefel und Kupfer seltener eingesetzt wurde. Beide Substanzen haben einen nachweislich negativen Effekt auf Raubmilben bei vermehrter Anwendung (PENNINGTON et al. 2017). Die Spontanvegetation wies eine höhere Raubmilbendichte als eine artenarme oder artenreiche Begrünungsmischung auf. Generell wirkt sich eine Begrünung der Fahrgasse positiv aus (SÁENZ-ROMO et al. 2019), was unter anderem auf die Bereitstellung von unterschiedlichem Pollen als alternative Nahrungsquelle für Raubmilben liegen könnte (DUSO et al. 2012). Des Weiteren wirkte sich ein höherer Anteil an Weingärten in der umliegenden Landschaft positiv auf die Raubmilbenpopulation aus. Die

Ursache dafür könnte in der einfacheren Ausbreitung von Phytoseiid Milben innerhalb verschiedener Weingärten durch eine bereits hohe und stabile Raubmilbenpopulation liegen (TIXIER et al. 1998). Die Dichte an herbivoren Milben in den Weingärten war sehr gering, wobei keine Spinnmilben und nur 0-4 Gallmilben pro Blatt nachgewiesen wurden. Dieser Wert liegt weit unter einer Schadschwelle für Gallmilben (DUSO et al. 2012). Die Auswertung des Pollens auf den Weinblättern Anfang Juni zeigte eine durchschnittliche Dichte von 138,41 ± 58,35 Pollenkörner pro cm² Blattfläche Anfang Juni. Insgesamt wurden 30 verschiedene Pollentypen identifiziert, wobei Pollen der Poaceae dominierten (56,47%). Wie bereits erwähnt ist Pollen eine wichtige Nahrungsquelle für Raubmilben (DUSO et al. 2012) und die statistische Auswertung zeigte, dass die Pollendichte an den Weinblättern in integrierten Weingärten höher war. Der Grund dafür könnte an den häufigeren Pestizidapplikationen in biologischen Weingärten liegen, wodurch die Wahrscheinlichkeit von möglichen „roll of" oder „blow off" Ereignissen (LANDERS, 2015) steigt.
Zusammenfassend zeigte sich das vor allem die reduzierte Anwendung von Pestiziden einen positiven Effekt auf die Förderung von Raubmilben hat.

Zusammenfassung

Weinbautechnische Maßnahmen und die Landschaftsstruktur in den Weinbergen sind wichtige Faktoren, die die biologische Schädlingskontrolle im Weingarten beeinflussen. Raubmilben, hauptsächlich Phytoseiid Milben (Phytoseiidae) und Tydeoid Milben (Tydeidae) sind wichtig, um herbivore Milben (Tetranychidae - Spinnmilben und Eriophyidae - Gallmilben) an der Weinrebe zu kontrollieren. In der Abwesenheit dieser Beute, ist Pollen eine wichtige Nahrungsquelle für Raubmilben. Wir untersuchten den Effekt der Landschaftsstruktur, Weingartenmanagement (biologisch/integriert), Pestizideinsatz und Begrünungsdiversität in der Fahrgasse auf die Populationsdichte von Phytoseiid, Tydeoid und herbivorer Milben in 32 gepaarten Weingärten im Burgenland/Österreich. Zusätzlich wurde noch Pollen auf Weinblättern gesammelt. Die Ergebnisse zeigten, das *Typhlodromus pyri* Scheuten die dominante Art bei den Phytoseiid Milben war und *Tydeus goetzi* Schruft bei den Tydeoid Milben. Des Weiteren war der berechnete, flächenbezogene Pestizid-Toxizitätsindex in biologischen Weingärten zum Teil deutlich höher als in den integrierten. Es zeigte sich auch eine höhere Populationsdichte der Phytoseiid und Tydeoid Milben in integrierten Weingärten und in Weingärten mit spontaner Begrünung in der Fahrgasse. Deren Population profitierte auch von einer höheren Dichte an umliegenden Weingärten in der Landschaftsstruktur. Die Dichte an Gallmilben war in allen Weingärten sehr gering und es wurden auch keine Spinnmilben nachgewiesen. Die biologische Schädlingskontrolle dieser herbivoren Milben profitierte somit von einer reduzierten Anwendung von Pestiziden und spontaner Begrünung in der Weingartenfahrgasse.

Abstract

Viticultural practices and landscape composition are the main drivers influencing biological pest control in vineyards. Predatory mites, mainly phytoseiid mites (Phytoseiidae) and tydeoid mites (Tydeidae), are important to control phytophagous mites (Tetranychidae – spider mites and Eriophyidae – gall mites) on vines. In the absence of arthropod prey, pollen is an important food source for predatory mites. In 32 paired vineyards located in Burgenland/Austria, we examined the effect of landscape composition, management type (organic/integrated), pesticide use, and cover crop diversity of the inter-row on the densities of phytoseiid, tydeoid, and phytophagous mites. In addition, we sampled pollen on vine leaves. *Typhlodromus pyri* Scheuten was the main phytoseiid mite species and *Tydeus goetzi* Schruft the main tydeoid species. Interestingly, the area-related acute pesticide toxicity contact loading was higher in organic than in integrated vineyards. The densities of phytoseiid and tydeoid mites was higher in integrated vineyards and in vineyards with spontaneous vegetation. Their population also profited from an increased viticultural area at the landscape scale. Eriophyoid mite densities were extremely low across all vineyards and spider mites were absent. Biological pest control of phytophagous mites benefits from less intensive pesticide use and spontaneous vegetation cover in vineyard inter-rows.

Danksagung

Unser Dank ergeht an alle WinzerInnen die uns ihre Weingärten zur Verfügung stellten sowie an alle Teammitglieder von unserem Institut für Pflanzenschutz mit deren Unterstützung wären dieser Studie: Ahmad Aldelemi, Vincenzo Diecidue, Lisa Sitavanc, Lina Weissengruber.
Diese Studie wurde finanziert durch das Forschungsprojekt SECBIVIT, finanziert durch 2017-2018 Belmont Forum und BiodivERsA, unter BiodivScen ERA-Net COFUND Programm mit den Förderungsorganisationen: Agencia Estatal de Investigación, Spanien; FWF, Österreich (I-4025-B32); BMBF, Deutschland; VDI/VDE-IT, Deutschland; ANR, Frankreich; NWO, Niederlande; National Science Foundation (#1850943); UEFISCDI, Rumänien.

Literatur

ADDISON J A, HARDMAN J M, WALDE S J, 2000: Pollen availability for predaceous mites on apple: Spatial and temporal heterogeneity. Experimental and Applied Acarology, 24(1), 1-18.
BOLLER E, 1984: Eine einfache Ausschwemm-Methode zur schnellen Erfassung von Raubmilben, Thrips und anderen Kleinarthropoden im Weinbau. Schweiz. Zeitschrift Für Obst- Und Weinbau, 120, 16–17.
DUSO C, POZZEBON A, KREITER S, TIXIER M S, CANDOLFI M, 2012: Management of phytophagous mites in European vineyards. In: Bostanian N J, Vincent C, Isaacs R (eds), Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches, and Future Directions, 1st ed. Springer, Netherlands, 191–217.
HILL K, SCHLAMP H A, 1984: Einsatz der Waschmethode zur Ermittlung des Raubmilbenbesatzes auf Rebblättern. Die Wein- Wissenschaft, 39(4), 255–262.
LANDERS A J, 2015: Spray technology for grapevines. In: Wilcox W F, Gubler W D, Uyemoto J K (eds.), Compendium of Grape Diseases, Disorders, and Pests, 2ed ed. The American Phytopathological Society, Minnesota, United States of America, 185–192.
MÖTH S, WALZER A, REDL M, PETROVIĆ, B, HOFFMANN C, WINTER S, 2021: Unexpected Effects of Local Management and Landscape Composition on Predatory Mites and Their Food Resources in Vineyards. Insects, 12(2), 180.
PENNINGTON T, KRAUS C, ALAKINA E, ENTLING M H, HOFFMANN C, 2017: Minimal pruning and reduced plant protection promote predatory mites in Grapevine. Insects, 8(3), 86.
R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.r-project.org/. Zugriffsdatum: 20.04.2020.
SÁENZ-ROMO M G, MARTÍNEZ-GARCÍA H, VEAS-BERNAL A, CARVAJAL-MONTOYA L D, MARTÍNEZ-VILLAR E, IBÁÑEZ-PASCUAL S, MARCO-MANCEBÓN V S, PÉREZ-MORENO I, 2019: Effect of ground-cover management on predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in a Mediterranean vineyard. Vitis - Journal of Grapevine Research, 58, 25–32.
SCHRUFT G, 1972: Das Vorkommen von Milben aus der Familie Tydeidae (Acari) an Reben. Zeitschrift Für Angewandte Entomologie 71, 124–133.
TIXIER M S, KREITER S, AUGER P, WEBER M, 1998: Colonization of Languedoc vineyards by phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae): Influence of wind and crop environment. Experimental and Applied Acarology, 22(9), 523–542.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenschutz, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

[2] Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz im Obst und Weinbau, Geilweilerhof, D-76833 Siebeldingen

[*] Ansprechpartner: DI Stefan MÖTH, stefan.moeth@boku.ac.at

Auswirkungen von Hitzewellen während der juvenilen Entwicklung auf eine Räuber-Beute Beziehung

The impact of heat waves during the juvenile development on an acarine predator-prey relationship

Thomas Tscholl* & Andreas Walzer

Einleitung

Hitzewellen werden im Zuge des Klimawandels häufiger, länger und intensiver werden (MEEHL und TEBALDI 2004). Dabei nehmen Hitzewellen für viele wechselwarme Organismen eine besondere Rolle ein, da die thermalen Limits der exponierten Individuen durch die täglichen Maximal-Temperaturen für einige Stunden am Tag überschritten werden. Zweitens ermöglichen Hitzewellen wegen ihrem unregelmäßigen Auftreten und der kurzen Dauer kaum genetische Anpassungen über mehrere Generationen. Daher stellt sich für viele wechselwarme Organismen die Frage, ob diese in der Lage sind, sich durch rasche plastische Modifikationen (phänotypische Plastizität) innerhalb einer Generation an den Hitzestress anzupassen. Von besonderer landwirtschaftlicher Bedeutung ist dies, wenn ein Schädling oder auch seine natürlichen Gegenspieler so beeinflusst werden, dass sich ihre Interaktion dadurch verändern kann. Beispielhaft wurde im Zuge dieser Arbeit der Effekt von „extremen" und „milden" Hitzewellen auf die juvenile Entwicklung der Spinnmilbe *Tetranychus urticae* und ihres Räubers, der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis*, im Labor untersucht.

Material und Methoden

Für die Versuche wurden Individuen aus Laborzuchten verwendet. Gestartet wurden diese durch die Eiablage von Weibchen beider Milbenarten bei konstanten Bedingungen für sechs Stunden, um Eier mit standardisiertem Alter zu erhalten. Danach wurden die Eier beider Arten einzeln auf die Versuchseinheiten gegeben, welche aus einem 3x3 cm großem Buschbohnenblatt auf einem nassem Schwamm bestand. Die Versuchseinheiten mit Raubmilben wurden zudem mit einer standardisierten Anzahl an Spinnmilbeneiern (40 pro Versuchseinheit) versorgt. Die einzelnen Individuen wurden bis zum Erreichen des adulten Stadiums mit einem der beiden Treatments (Abbildung 1) behandelt und ihr Entwicklungsstadium (Ei, Larve, Protonymphe, Deutonymphe, adultes Individuum) und Zustand (tot, lebendig) bis zum Erreichen des adulten Stadiums zweimal täglich (8 und 16 Stunden Intervalle) aufgezeichnet. Bei den Raubmilben wurde die Anzahl der konsumierten Spinnmilben-Eier erhoben, während bei den Spinnmilben die Größe der Fraßnarben mit einem Quadratmillimeter-Raster ausgewertet wurde. Nach dem Erreichen des adulten Stadiums wurden von beiden Milbenarten Dauerpräparate auf Objektträgern angefertigt und das Geschlecht und die Körpergröße bestimmt. So konnte das Überleben, die Dauer der Entwicklung, die Größe der Milben und die Fraßleistung während der Entwicklung erfasst werden.

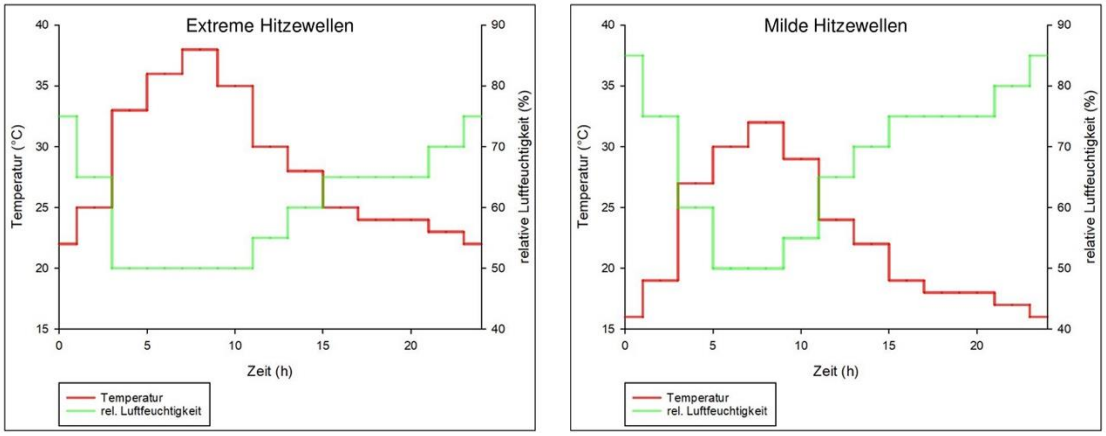


Abbildung 3 Temperatur und Luftfeuchtigkeit bei „extremen" Hitzewellen mit T_{max} = 38,0°C, T_{min} = 22,0°C, $T_{ø}$ = 28,6°C und „milden" Hitzewellen mit T_{max} = 32,0°C, T_{min} = 16,0°C, $T_{ø}$ = 22,6°C.

Ergebnisse und Diskussion

Unsere Ergebnisse zeigten keinen Einfluss des Treatments auf das Überleben beider Arten, was bedeutet, dass wir hier tatsächlich plastische Effekte untersuchen konnten. Die Fraßleistung während der juvenilen Entwicklung beider Milbenarten war während extremer Hitzewellen signifikant höher im Vergleich zu milden Hitzewellen, was zur Frage führt: wofür nutzen die Milben diese zusätzliche Energieaufnahme? Einerseits entwickelten sich beide Arten schneller während extremer Hitzewellen, wobei man prozentual gesehen bei Spinnmilben eine wesentlich stärkere Erhöhung der Entwicklungsraten (Abbildung 2) sehen konnte. Dies könnte einige Vorteile mit sich bringen, da so die Dauer von empfindlichen Entwicklungsstadien (Ei & Larve) gegenüber dem Räuber und auch gegenüber der erhöhten Temperatur verkürzt werden. Zudem kann so früher mit der Reproduktion begonnen werden. Außerdem entwickelten sich Raubmilben generell und Spinnmilben Männchen zu kleineren Individuen während extremer Hitzewellen. Spinnmilben Weibchen hingegen waren in der Lage, ihre Körpergröße beizubehalten, was dazu führte, dass sich das Körpergrößenverhältnis von Räuber zu Beute in Richtung der weiblichen Beute verschob (Abbildung 2). Dies kann weitreichende Folgen für die Interaktion der beiden Milbenarten haben, da größere Individuen hitzeresistenter (BAUDIER et al. 2015) & langlebiger sind (GOATLEY und BELLWOOD 1992) sowie erhöhten Paarungserfolg (ROFF 1992) und erhöhte Fertilität (LI und ZHANG 2018; WALZER und SCHAUSBERGER 2013) aufweisen. Insgesamt zeigten diese Ergebnisse also einige Vorteile für die Spinnmilbe in Bezug auf die Entwicklung während extremer Hitzewellen.

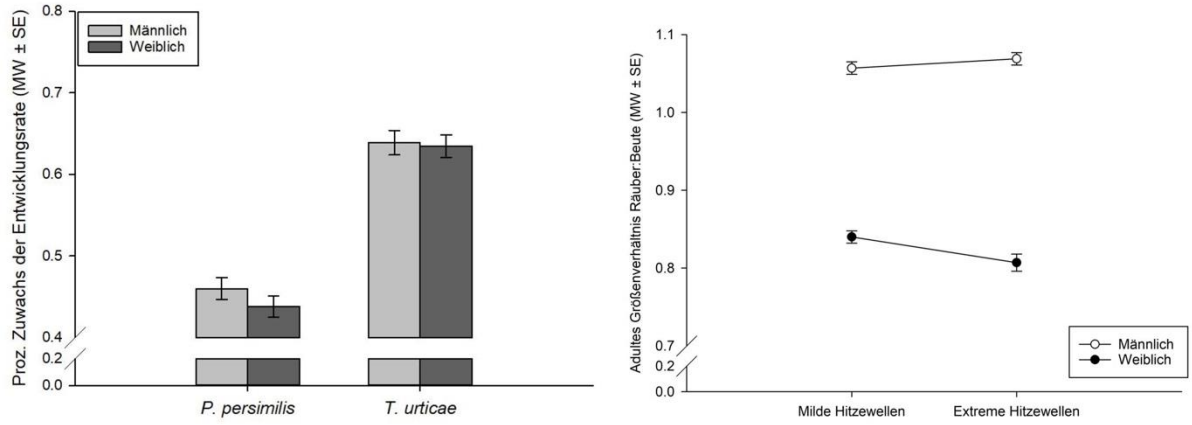


Abbildung 4 Links: Prozentuale Steigerung der Entwicklungsraten beider Geschlechter beider Milbenarten von milden zu extremen Hitzewellen. Rechts: Größenverhältnis von Räuber zu Beute bei extremen und milden Hitzewellen beider Geschlechter. Jeweils Mittelwert ± Standard-Fehler.

Zusammenfassung

Hitzewellen können verschiedene Aspekte des Lebens von wechselwarmen Organismen stark beeinflussen. Wenn dies bei Organismen einer Räuber-Beute Beziehung unterschiedlich (stark) geschieht, kann sich diese Interaktion verändern. Hier wurde anhand der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* und seiner Beute, der Spinnmilbe *Tetranychus urticae*, untersucht, wie sich extreme und milde Hitzewellen auf ihre juvenile Entwicklung auswirken. Unter extremen Hitzewellen entwickelten sich beide Milbenarten schneller, wobei sich Raubmilben und auch männliche Spinnmilben zu kleineren Individuen entwickelten als bei milden Hitzewellen. Weibliche Spinnmilben hingegen waren in der Lage, sich zu ähnlich großen Individuen zu entwickeln. Diese Veränderungen führten zu einer Verschiebung des Räuber-Beute Größenverhältnisses zu Gunsten der Beute während extremen Hitzewellen. Dies könnte Auswirkungen auf die Interaktion haben, da größere Beute-Individuen hitzeresistenter sein und ein reduziertes Prädationsrisiko haben könnten. Die relativ stärkere Reduktion der Entwicklungsraten bei Spinnmilben könnte auch Vorteile für die Beute bringen, da hitzeempfindliche und vom Räuber bevorzugte Entwicklungsstadien (Ei, Larve) weniger lang exponiert sind.

Abstract

Heat waves can affect various life-history traits of arthropods which can be of major importance when two opponents in a predator-prey interaction show different adjustment potentials. Here we assessed the impact of mild and extreme heat waves on the juvenile development of the herbivorous spider mite *Tetranychus urticae* and its biocontrol agent the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. Both mite species developed faster during extreme heat waves and predatory mites and spider mite males developed into smaller individuals. Female spider mites were able to maintain their body size during extreme heat waves which resulted in a shift of the predator-prey size ratio in favour of the prey. This could affect the predator-prey interaction as large individuals could be more heat resistant and show a reduced predation risk. The stronger reduction in developmental rates of spider mites could also be advantageous as it reduces the exposure time of sensitive developmental stages (eggs, larvae) to heat and the predator. Altogether, our results showed some advantages for the prey when developing during extreme heat waves.

Danksagung

Diese Studie wurde im Rahmen des FWF-Projektes „Auswirkungen von Hitzewellen auf eine Räuber-Beute Beziehung“ (P32474) durchgeführt.

Literatur

BAUDIER K M, MUDD A E, ERICKSON S C, O'DONNELL S 2015: Microhabitat and body size effects on heat tolerance: implications for responses to climate change (army ants: Formicidae, Ecitoninae). J Anim Ecol 84, 5, 1322-1330.

GOATLEY C H R, BELLWOOD D R 2016: Body size and mortality rates in coral reef fishes: a three-phase relationship. Proc Royal Soc B 283, 1841, 20161858.

LI G Y, ZHANG Z Q 2018: Does size matter? Fecundity and longevity of spider mites (Tetranychus urticae) in relation to mating and food availability. Syst Appl Acarol 23, 9, 1796-1808.

MEEHL G A, TEBALDI C 2004: More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. Science 305, 5686, 994-997.

ROFF D A 1992: The evolution of life histories: theory and analysis. Chapman and Hall; New York

WALZER A, SCHAUSBERGER P 2013: Intra- and trans-generational costs of reduced female body size caused by food limitation early in life in mites. PLoS One 8, 11, e79089.

Adressen der Autoren

Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenschutz, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien,

*Ansprechpartner: DI Thomas TSCHOLL, thomas.tscholl@boku.ac.at

Alternative Beikrautregulierung im Obst- und Weinbau auf Basis autonomer Technologien (ABOW-AT)

Alternative weed management in pomiculture and viticulture based on autonomous technologies (ABOW AT)

Josef Rathbauer[1*] & Georg Linsberger[2]

Einleitung

Aufgrund der immer strenger werdenden gesetzlichen Regelungen beim Einsatz von Pestiziden, vor allem von Glyphosat, und dem Druck aus der Gesellschaft gewinnen alternative Methoden zur Beikrautregulierung in Dauerkulturen wie Obst- und Weingärten an Bedeutung. Alternative Substanzen und alternative mechanische und physikalische Methoden werden vorgestellt und propagiert. Deren Praxistauglichkeit wird in einer Reihe von Forschungs- und Entwicklungsprojekten untersucht.

In Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen aus Bayern, Südtirol und Österreich wird das Thema der alternativen Beikrautregulierung im Obst- und Weinbau in diesem Projekt länderübergreifend bearbeitet. Seitens der deutschen Forschungsinstitute wurde eine aufspritzbare Mulchfolie auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen entwickelt, die den Bodenbereich unter den Rebstöcken respektive Obstbäumen abdecken und das Beikrautwachstum möglichst gut verhindern soll. Parallel werden Versuche mit verschiedenen Beikrautreinbeständen im Glashaus durchgeführt. Auf den österreichischen Praxisversuchsflächen sollen alle angedachten Maßnahmen – natürliche Substanzen mit herbizider Wirkung [1], die aufspritzbare Mulchfolie und der Einsatz eines autonomen Mähroboters – erprobt und mit den derzeitigen Praxisverfahren verglichen und bewertet werden.

Die COVID-Pandemie hat bei den Praxisversuchen zu großen zeitlichen Verzögerungen geführt.

Autonome Technologien

Bei dem Projekt ABOW-AT wird ein Robotersystem entwickelt, welches im Bereich zwischen den Rebstöcken und Obstbäumen den Pflanzenbewuchs abmähen soll.

Diese Roboterentwicklung kann im Wesentlichen in zwei Teilbereiche unterteilt werden.

Der erste Teilbereich umfasste eine ausführliche Anforderungsanalyse. Bei dieser Analyse wurden unter anderem die Funktionen definiert die der Roboter erfüllen soll, aber auch Einsatzgrenzen wie maximalle Hangneigung, Einsatzdauer uvm. festgelegt. Darüber hinaus wurden auch Anforderungen definiert die ein Obst-/Weingarten erfüllen muss, damit ein autonomes Robotersystem überhaupt zum Einsatz kommen kann.

Der zweite Teilbereich ist die eigentliche Roboterentwicklung. Diese beinhaltet einerseits das mechanische Konzept und andererseits die Entwicklung eines Navigationsalgorithmus. Ausgehend von den definierten Anforderungen aus dem 1. Teilbereich wurden unterschiedliche mechanische Konzepte für die Roboterplattform (siehe Abbildung 5) erarbeitet und parallel dazu diverse Mähwerkskonzepte (siehe Abbildung 6) entwickelt.

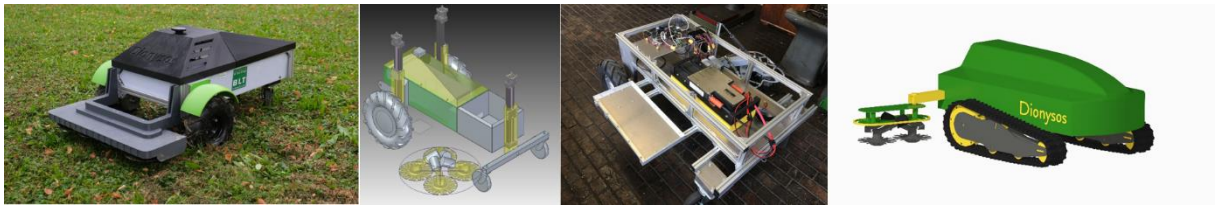


Abbildung 5: Plattformkonzepte

Abbildung 6: Mähwerkskonzepte

Zeitgleich zur Konzeptionierung der Plattform wurde ein Navigationsalgorithmus entwickelt. Hierzu wurde zunächst eine Navigationsstrategie festgelegt. Im gegebenen Fall, soll sich der Roboter autonom parallel zur Pflanzreihe fortbewegen. Des Weiteren wurde festgelegt, dass die Navigation nicht über GPS/RTK (Real Time Kinematic) erfolgen soll, da es in unmittelbarer Nähe zu den Weinstöcken bzw. Obstbäumen zu Signalabschattungen kommen kann und dies zu unerwünschten Ereignissen führt.

Aus diesem Grund wird in diesem Roboterprojekt auf eine sogenannte Non-GPS-Navigation gesetzt. Hierbei werden mit Hilfe eines Lidar´s (Light detection and ranging) die einzelnen Stöcke/Bäume detektiert und anschließend eine virtuelle Linie in deren Mittelpunkt gelegt. Um festzustellen, ob sich der Roboter parallel zur virtuellen Linie bewegt, wird ein Koordinatensystem zur Hilfe herangezogen. Der Koordinatenursprung entspricht der Position des Lidar-Scanners und somit ist es möglich die Steigung der virtuellen Linie zu berechnen. Die Steigung definiert die Abweichung der Parallelität zur Pflanzreihe (Abbildung 7). Zum Gegensteuern dieser Abweichung kommt ein Fuzzy-Controller zum Einsatz. Dieser Fuzzy-Controller ermöglicht den Aufbau eines Regelkreises, ohne Erstellung eines komplexen Mathematischen Modells des Gesamtsystems.

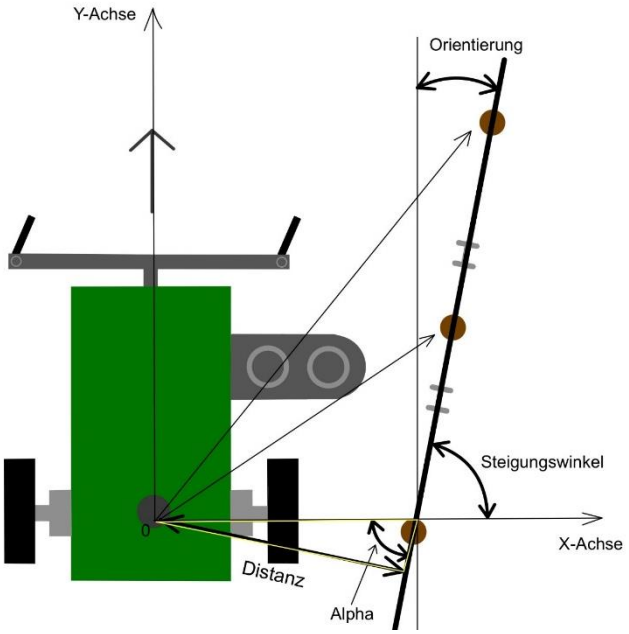


Abbildung 7: Bildliche Darstellung des Navigationskozeptes

In den nächsten Schritten soll die Roboterplattform mit integrierter Mäheinheit und Navigation ausführlich getestet werden.

Zusammenfassung

Die Entwicklung von alternativen Methoden zur Beikrautregulierung im Obst- und Weinbau ist von hoher Priorität. Neben pflanzlichen Substanzen mit herbizider Wirkung werden in diesem Projekt auch Abdeckmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen und ein Mähroboter entwickelt und auf Praxisflächen erprobt.

Abstract

The development of alternative methods for weed control in orchards and wine yards is a high priority. In addition to plant-based substances with a herbicidal effect, cover materials made from renewable raw materials and a robotic lawnmower are also being developed and tested in practice areas in this project.

Literatur

ROSNER F., RIEDLE-BAUER M., FOLLAK Swen, REDL Markus: Beikrautbekämpfung mit natürlichen Substanzen – Bioherbizide als Alternative?, Der Winzer 05/2021.

Adressen der Autoren

[1] HBLFA Francisco Josephinum – BLT Wieselburg, Rottenhauserstraße 1, AT-3250 Wieselburg

[2] Josephinum Research, Rottenhauserstraße 1, AT-3250 Wieselburg

[*] Ansprechpartner: HR Dipl.-Ing. Dr. Josef RATHBAUER, josef.rathbauer@josephinum.at

Auftreten von Ralstonia pseudosolanacearum an Ingwer in Hessen

Occurrence of Ralstonia pseudosolanacearum on Ginger in Hesse (Germany)

Roswitha Ulrich[1*] & René Glenz[2]

Einleitung

Ingwer *Zingiber officinale* ist in Deutschland das ganze Jahr über als Importware aus Mittel-, Südamerika oder ostasiatischen Ländern erhältlich. Süddeutsche Forschungseinrichtungen arbeiten im Rahmen der Suche nach ökologischen, nachhaltigen und rentablen Marktnischen an der Entwicklung von Anbausystemen für einheimischen Ingwer aus Deutschland. Der Anbau von regional erzeugtem Ingwer ist in einigen Gemüsebaubetrieben, insbesondere im ökologischen Anbau bereits etabliert. Pflanzgut von Ingwer ist schwer erhältlich und teuer. Aus diesem Grund wird für den Anbau oft importierte Konsumware verwendet. Durch den Einsatz dieser als Pflanzgut zweckentfremdeter ungetesteter Konsumware besteht, wie bei allen vegetativ vermehrten Pflanzenarten ein erhöhtes Risiko für die Einschleppung und Übertragung von Krankheiten, wie der Quarantäneerkrankung *Ralstonia pseudosolanacearum.*

Material und Methoden

Nachweismethoden:
Der Nachweis von *Ralstonia pseudosolanacearum* (Safni et al., 2014) in Ingwer erfolgte mit den in der Richtlinie 98/57/EG in der konsolidierten Fassung (durch Änderung vom 14. Juli 2006) und im EPPO Diagnosestandard PM 7/21 (2) (EPPO 2018) für *Ralstonia pseudosolanacearum* angegebenen Methoden. Die Reihenfolge und Auswahl der an den Pflanzen mit Symptomen, im Bewässerungswasser und an Pflanzen ohne Symptome durchgeführten Untersuchungen richteten sich nach den Verlaufsdiagrammen des Standards. Die Diagnose und Identifizierung von *Ralstonia pseudosolanacearum* erfolgte an Pflanzen nach der DNA-Extraktion mittels QIAGEN QIAamp Blood Mini Kit mit der konventionellen PCR nach Pastrik *et al.* (2002), mit Immunofluoreszenstest (EPPO 2009, R. solanacearum polyklonales Antiserum von Loewe Biochemica GmbH, Sauerlach, Deutschland), durch Kultivierung auf semiselektivem Spezialnährmedium mSMSA (modifiziertes SMS) nach Elphinstone *et al.* (1996) und dem nicht selektiven King´s B Nährmedium. Zur Überprüfung der Pathogenität des Erregers wurden im Gewächshaus vorgezogene Tomaten der Sorte Money Maker im Dreiblattstadium mit einer milchig trüben Bakteriensuspension inokuliert und in einer Klimakammer bei einer Temperatur von 28°C; einer Luftfeuchte von 75% und 8 h Belichtung mit 3000 Lux kultiviert. Der Nachweis von *Ralstonia pseudosolanacearum* in Wasser wurde durch Isolierung auf semiselektivem Spezialnährmedium mSMSA (modifiziertes SMS) nach Elphinstone *et al.* (1996) und nicht selektiven King´s B Nährmedium durchgeführt. Die Identifizierung der isolierten Bakterien erfolgte durch die konventionelle PCR nach Pastrik *et al.*, 2002.
Referenzmaterial: *Ralstonia solanacearum* Rasse1 Biovar 3 (Rs 1/3) LMG 2304 (LMG – Belgian Coordinated Collections of Micro-Organisms 2015)
Die Bestätigung und Identifizierung von *Ralstonia pseudosolanacearum* erfolgte im Nationalen Referenzlabor des Julius-Kühn-Instituts mit folgenden Methoden:
Multiplex PCR nach Opina *et al.* (1997); und Fegan & Prior (2005); PCR nach Pastrik *et al.* (2002); Real-Time PCR nach Weller *et al.* (2000), PCR und Sequenzierung der Gene *mutS* und *egl* nach Wicker *et. al.* (2007), hinterlegt in EPPO Standard PM 7/129 (2) (EPPO 2021)

Ergebnisse und Diskussion

Im April 2021 wurden in einer Versuchsanstalt in Hessen welkende und absterbende Ingwerpflanzen mit gräulich, gelblicher Verfärbung und eingerollten Blättern beobachtet. An symptomatischen Pflanzen war nach dem Durchschneiden der Stängelbasis ein weißlich, trüber, cremiger Schleimaustritt zu beobachten. Die Rhizome waren teilweise verfault und zeigten wie die durchgeschnittene Stängelbasis einen Schleimaustritt aus den Gefäßen. Ein erster für Bakterien des als Quarantäneschadorganismus gelisteten Spezieskomplexes von *Ralstonia solanacearum* spezifischer, immunologischer Test war positiv. Nach der umgehenden Information des zuständigen Pflanzenschutzdienstes wurde der Befall des

Ingwers mit dem bakteriellen Quarantäneschaderreger *Ralstonia pseudosolanacearum* molekularbiologisch (PCR nach Pastrik *et. al*., 2002) und im Immunofluoreszenstest bestätigt. Auf dem semiselektiven Medium SMSA wuchsen die für Ralstonia *pseudosolanacearum* typischen Kolonien mit asymmetrischem rotem Zentrum. Auf nicht selektivem King´s B Nährboden zeigte sich eine typische braune Verfärbung. Im Pathogenitätstest an Tomaten waren bereits nach 4 Tagen erste Symptome zu beobachten. Im Recyclingwasser wurde *Ralstonia pseudosolanacearum* durch Isolierung, bestätigt durch PCR nach Pastrik *et al.* (2002) nachgewiesen. Die Identifizierung und weiterführende Diagnose mit DNA-Sequenzanalyse (einiger genetischer Loki) erfolge am Nationalen Referenzlabor des Julius-Kühn-Instituts. Nach dem ersten positiven Test wurden amtliche Proben von Ingwerpflanzen mit und ohne Symptome, dem Bewässerungswasser und von anderen am Standort kultivierten Pflanzen gezogen. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde *Ralstonia pseudosolanacearum* molekularbiologisch und durch Immunfluoreszenztest an symptomlosen Tomatenpflanzen in einem benachbarten Folienhaus nachgewiesen. Die Anzucht dieser Tomaten erfolgte im gleichen Gewächshaus, in dem der Ingwer kultiviert wurde. In allen anderen Pflanzen- und Wasserproben wurde kein *Ralstonia pseudosolanacearum* nachgewiesen. Die Gewächshäuser wurden bereits beim ersten Vororttermin bis zum Vorliegen der Untersuchungsergebnisse unter Quarantäne gestellt. Zur Tilgung des Befalls wurden alle Pflanzen inkl. Kulturgefäße mit Erde aus dem betroffenen Gewächshaus und dem Folienhaus unter amtlicher Aufsicht durch Verbrennen in einer Müllverbrennungsanlage vernichtet. Alle Kulturflächen, Kulturgefäße, Werkzeuge und sonstige Hilfsmittel, die Kontakt - mit befallenen Pflanzen oder Pflanzen die im gleichen Gewächshaus standen - hatten, wurden gründlich gereinigt und desinfiziert. Besonders sorgfältig wurde die Bewässerungsanlage und verbleibendes Restwasser desinfiziert. Die Wirkung der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen wurde durch die Entnahme von Wasserproben mit anschließender Untersuchung durch selektive Isolierung auf SMSA Nährmedium überprüft. In den nächsten drei Jahren werden die betroffenen Gewächshäuser und deren Umgebung regelmäßig durch amtliche Inspektoren kontrolliert.

Zusammenfassung

Im April 2021 wurde in einem Gewächshaus einer Versuchsanstalt im Bundesland Hessen erstmals in Deutschland ein Befall mit der Quarantänebakteriose *Ralstonia pseudosolanacearum* an Ingwer nachgewiesen. Die erkrankten Pflanzen zeigten eine Welke und den für *Ralstonia pseudosolanacearum* typischen Schleimaustritt aus den Gefäßen. Nach der Benachrichtigung des Pflanzenschutzdienstes erfolgte die Diagnose und Identifizierung nach den Vorgaben der EPPO und der Richtlinie 98/57/EG zur Bekämpfung von *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.* mit PCR und IF-Test. *Ralstonia pseudosolanacearum* wurde aus den Ingwerpflanzen mit Symptomen und aus dem Bewässerungswasser isoliert. Im Pathogenitätstest an Tomaten im Dreiblattstadium wurde die hohe Pathogenität des Erregers bestätigt. Bereits nach wenigen Tagen zeigten die infizierten Pflanzen eine deutliche Welke und starben ab. Das nationale Referenzlabor bestätigte die Diagnose *Ralstonia pseudosolanacearum*. Bei Untersuchungen zur Ermittlung zum Ursprung und zum Umfang des Befalls an verschiedenen am gleichen Standort kultivierten Pflanzen und Wasser wurde *Ralstonia pseudosolanacearum* in einer Tomatenpflanze ohne Symptome mit PCR und IF Test nachgewiesen. Es wurden alle zur Tilgung des Befalls notwendigen Maßnahmen ergriffen. Das Auftreten von *Ralstonia pseudosolanacearum* an Ingwer wurde durch EUROPHYT über das Julius-Kühn-Institut an die EU-Kommission gemeldet.

Abstract

For the first time *Ralstonia pseudosolanacearum* on Ginger was detected in a research institute in Hesse (Germany) in April 2021. The plants showed typical symptoms of wilting and discharge of mucilage from vascular tissue. After notification of the responsible NPPO, the diagnosis and identification was done according to the guidelines by EPPO and requirements of Council Directive 98/57/EC on the control of *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.,* using PCR and IF-test. *Ralstonia pseudosolanacearum* was isolated from symptomatic ginger plants and from irrigation water. The high pathogenicity of the bacterial strain was confirmed by inoculating tomatoes at three leaf stage. The inoculated tomatoes showed wilt and dieback within few days. The national reference laboratory confirmed the diagnosis *Ralstonia pseudosolanacearum.* Further studies were performed on other plants and water samples at the same location, in order to trace back the origin and determine the size and the spread of the infestation. One tomato plant without symptoms was tested positive by PCR and IF-test. All necessary measures to eradicate the presence of *Ralstonia pseudosolanacearum* were applied. The occurrence

of *Ralstonia pseudosolanacearum* was notified to European Commission by EUROPHYT via the Julius Kühn-Institute.

Literatur

EPPO (2009): PM 7/97 (1) Indirect immunofluorescence test for plant pathogenic bacteria; Bulletin OEPP/EPPO 39, 413-416
EPPO (2018): PM 7/21 (2) *Ralstonia solanacearum, R. pseudosolanacearum and R. syzygii (Ralstonia solanacearum* species complex); Bulletin OEPP/EPPO 48 (1), 32-63
EPPO (2021): PM 7/129 (2) DNA barcoding as an identification tool for a number of regulated pests; Bulletin OEPP/EPPO 51 (1), 100-143
FEGAN M., PRIOR P. (2005); How complex is the "*Ralstonia solanacearum* species complex". In Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex (eds Allen C, Hayward AC & Prior P), pp. 449–461. American Phytopathological Society, St Paul, MN (US)
OPINA N., TAVNER F., HOLLWAY G., WANG JF., Li T.H., MAGHIRANG R.; FEGAN M., HAYWARD A., KRISHNAPILLAI V., HONG W., HOLLOWAY B., TIMMIS J. (1997); A novel method for development of species and strainspecific DNA probes and PCR primers for identifying *Burkholderia solanacearum* (formerly *Pseudomonas solanacearum*). Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology 5, 19–30
PASTRIK K.-H., ELPHINSTONE J.G., PUKALL R., (2002); Sequence analysis and detection of *Ralstonia solanacearum* by multiplex PCR amplification of 16S-23S ribosomal intergenic spacer region with internal positive control. European Journal of Plant Pathology 108, 831–842
RICHTLINIE 98/57/EG des Rates vom 20. Juli 1998 zur Bekämpfung von *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et. al. (ABL. L 235 vom 21.8.1998, S. 1), zuletzt geändert durch Richtlinie 2006/63/EG der Kommission vom 14. Juli 2006 zur Änderung der Anhänge II bis VII der Richtlinie 98/57/EG des Rates zur Bekämpfung von *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.*, (ABL. L 206 vom 27.7.2006, S. 36-106)
WELLER S.A., ELPHINSTONE J.G., SMITH N.C., BOONHAM N., STEAD D.E. (2000); Detection of *Ralstonia solanacearum* strains with a quantitative, multiplex, real-time, fluorogenic PCR (TaqMan) assay. Applied and Environmental Microbiology 66, 2853–2858
WICKER E., GRASSART L.,CORANSON-BEAUDU R., MIAN D., GUILBAUD C., FEGAN M., PRIOR P. (2007); *Ralstonia solanacearum* strains from martinique (french west indies) exhibiting a new pathogenic potential. Applied and Environmental Microbiology 73, 6790-6801

Adressen der Autoren

[1] Regierungspräsidium Gießen, Dez. 51.4 Pflanzenschutzdienst-Hessen, Schanzenfeldstrasse 8; D-35578 Wetzlar

[2] Julius Kühn-Institut., Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow

[*] Ansprechpartnerin: DI Roswitha Ulrich; roswitha.ulrich@rpgi.hessen.de

Erste Erhebungen zum Vorkommen von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern in Nutzhanf in Österreich

First survey on the occurrence of diseases, pests and weeds in industrial hemp in Austria

Anna Moyses*, Swen Follak, Astrid Plenk & Julia Kauschitz

Einleitung

In Österreich sind systematische Untersuchungen zum Vorkommen von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern in Nutzhanf kaum vorhanden. Gerade im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung des Nutzhanfs in Österreich sind solche Daten notwendig, um Beraterinnen und Berater, aber auch die Betriebe selbst, über das Auftreten der Schadorganismen und Unkräuter und deren potenzielle Gefahr für die Hanfproduktion zu informieren. Darauf aufbauend können zielgerichtete Pflanzenschutzmaßnahmen abgeleitet werden. Das Ziel dieser Studie war es daher, einen ersten Überblick über das Vorkommen von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern in Nutzhanf in Österreich zu geben.

Material und Methoden

Ein Monitoring wurde im Jahr 2020 in den österreichischen Hauptanbaugebieten Niederösterreich, Oberösterreich, Burgenland und der Steiermark durchgeführt.

Krankheiten

Im Rahmen des Monitorings wurden 37 Hanffelder an zwei unterschiedlichen Terminen auf einen Befall durch pilzliche Schaderreger beprobt (mind. 10 Pflanzen an 4 Stellen). Die erste Probennahme wurde zwischen 01.07. und 23.07.2021 durchgeführt, die zweite Beprobung fand im Zeitraum vom 13.08. bis 03.09.2021 statt. Für die Bestimmungsarbeiten wurden die gängigen mykologischen Routinemethoden der Lichtmikroskopie angewandt. Die Pilzstrukturen wurden mit Wittmann's Blau (WITTMANN, 1970) gefärbt und mit dem Programm 'cellSens' (Ver.1.18) von Olympus vermessen.

Schädlinge

Das Vorkommen realer bzw. potentieller Schädlinge und deren Schäden wurde in insgesamt 37 Hanffeldern (mind. 10 Pflanzen an 4 Stellen) untersucht. Die Probennahmen erfolgten zeitgleich mit den Erhebungen der Krankheiten. Zum einen wurden im Zuge visueller Kontrollen der gesamten Pflanze gesichtete Insekten mittels Röhrchen gefangen und zum anderen wurde auch die Klopfmethode angewendet. Die Auswertung und Bestimmung der Insektenfänge erfolgte im Labor mittels Stereomikroskop.

Unkräuter

Im Rahmen der Erhebung der Unkrautflora wurden insgesamt 42 Hanffelder nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) bonitiert. Nomenklatur und Taxonomie folgen FISCHER et al. (2008).

Ergebnisse und Diskussion

Krankheiten

In Summe wurden 20 Pilzarten aus 17 unterschiedlichen Gattungen nachgewiesen. Der Pilz *Botrytis cinerea* trat an mehr als der Hälfte der beprobten Hanffelder auf. Hierbei wurde überwiegend ein Befall der Blütenstände verzeichnet, z.T. waren auch die Stängel der Pflanzen befallen. Des Weiteren konnte ein Befall der Blütenstände sowie eine Stängelfäule auch durch den Pilz *Sclerotinia sclerotiorum* nachgewiesen werden. Eine Stängelfäule führt oft zur Notreife oder zum gänzlichen Absterben der Pflanzen. Daneben dominierten als Stängelparasiten Arten der Gattungen *Colletotrichum*, *Didymella* und *Phoma*. Hinsichtlich der Blattflecken verursachenden Pilze zählen Arten der Gattungen *Phaeomycocentrospora*, *Didymella*, und *Pseudoperonospora* zu den am häufigsten nachgewiesenen Arten.

Schädlinge

Insgesamt wurden 65 Arthropodenarten aus 27 Familien festgestellt, wobei die meisten Arten den Wanzen (Heteroptera) (35%), Käfern (Coleoptera) (28%), Zikaden (Cicadina) (15%) und Schmetterlingen (Lepidoptera) (14%) angehörten. Der Rest entfiel auf die Blattläuse (Aphidoidea), Milben (Acari) und

Minierfliegen (Agromyzidae). Der Anteil der realen bzw. potentiellen Schädlinge dominierte mit 72% und jener der Indifferenten lag bei 25%. Unter den Schädlingen dominierte die Hanfminierfliege (*Liriomyza cannabis* Hendel) und die Kleine Hanfmotte (*Grapholita delineana* Walker). Auch der Hanferdfloh (*Psylliodes attenuata* Walker), Wanzen der Gattung *Lygus* sp., Zikaden der Gattung *Eupteryx* sp. und Blattläuse der Gattung *Phorodon* sp. wurden häufig festgestellt (Abb. 1). Die größte Bedeutung der nachgewiesenen tierischen Schädlinge kommt neben der Hanfmotte, dem Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera* Hübner) und dem Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis* Hübner) zu, da die Raupen direkte Schäden an Trieben, Blütenköpfen und Samenträgern verursachen. Je nach Auftrittsstärke und -zeitpunkt können auch Blattläuse, Zikaden, Erdflöhe und Minierfliegen die Photosyntheseleistung der Hanfpflanzen stark einschränken, was die Pflanzenentwicklung und somit den Ertrag sowohl qualitativ als auch quantitativ negativ beeinflusst.

Unkräuter

Es wurden insgesamt 71 Unkrautarten aus 23 Pflanzenfamilien bonitiert. Das Artenspektrum schwankte zwischen 4 und 23. Die Unkrautart mit der höchsten Stetigkeit war *Chenopodium album* (auf > 85% der untersuchten Hanffelder). Die nächst häufigen dikotylen, einjährigen Unkräuter waren *Amaranthus* spp. (*Amaranthus retroflexus*, *A. powellii*) mit 73,8% und *Persicaria* spp. (*Persicaria maculosa*, *P. lapathifolia*) sowie *Chenopodium hybridum* mit jeweils 42,9%. Die häufigsten Ungräser waren Hirse-Arten, und zwar *Echinochloa crus-galli* und *Setaria pumila*. Der Anteil der perennierenden Unkrautarten lag bei fast einem Drittel, wobei nur *Cirsium arvense* und *Convolvulus arvensis* mit jeweils 57,1% und 45,2% besonders häufig in den Hanffeldern auftraten. In der Mehrheit der untersuchten Felder erreichte der Hanf hohe Deckungsrade zum Zeitpunkt der jeweiligen Bonitur. Dies und die entsprechend geringen absoluten Unkrautzahlen, zusammen mit niedrigen Deckungswerten (Daten nicht gezeigt), unterstreichen die prinzipiell hohe Konkurrenzkraft des Hanfes, die auch immer wieder in der Literatur hervorgehoben wird (z B. JANKAUSKIENĖ et al., 2014).

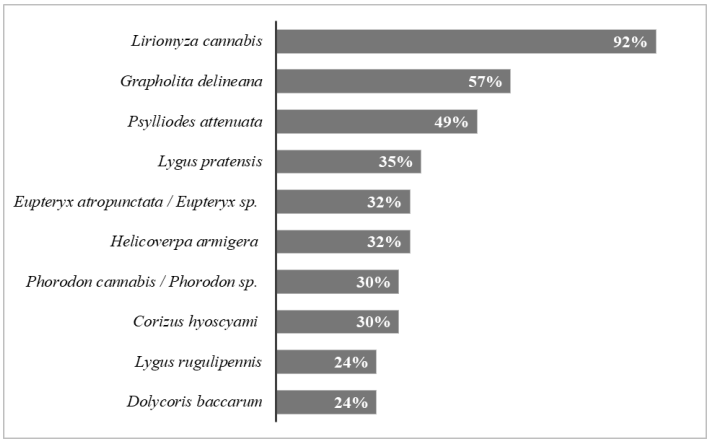


Abbildung 1: Die 10 häufigsten Insektenarten (in % der untersuchten Flächen) in Hanf in 2020.

Zusammenfassung

In den untersuchten Nutzhanffeldern konnte eine hohe Diversität an Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern beobachtet werden. Zu den bedeutendsten nachgewiesenen pilzlichen Schaderregern zählen *Botrytis cinerea* und *Sclerotinia sclerotiorum*, welche die Blütenstände der Pflanzen befallen oder eine Stängelfäule verursachen. Die größte Bedeutung der nachgewiesenen Schadinsekten kommt *Grapholita delineana*, *Helicoverpa armigera* und *Ostrinia nubilalis* zu, weil durch sie starke direkte und indirekte Schäden am Erntegut verursacht werden können. *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp., *Echinochloa crus-galli* und *Cirsium arvense* konnten als die wichtigsten Unkrautarten in Nutzhanf identifiziert werden.

Abstract

In the present study a high diversity of diseases, pests and weeds were observed in industrial hemp. In summary, it can be stated, that *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum* are the most important

species among the detected phytopathogenic fungi. Concerning the insect pests, *Grapholita delineana*, *Helicoverpa armigera* and *Ostrinia nubilalis* have the highest potential in causing severe direct and indirect damage to the crop. *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp., *Echinochloa crus-galli* and *Cirsium arvense* were identified as the most important weed species in industrial hemp.

Danksagung

Unser Dank gilt den Betriebsleiter*innen für die Bereitstellung ihrer Nutzhanfflächen für die Durchführung der Bonituren und Beprobungen.

Literatur

BRAUN-BLANQUET J, 1964: Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage. Berlin, Deutschland, Springer-Verlag, 631 S.

FISCHER M, ADLER W, OSWALD K, 2008: Exkursionsflora von Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. Linz, Österreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, 1391 S.

JANKAUSKIENĖ Z, GRUZDEVIENĖ E, LAZAUSKAS S., 2014: Potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) genotypes to suppress weeds. Zemdirbyste-Agriculture 101, 265-270.

WITTMANN W 1970: Ein neues Rezept zur Herstellung mykologischer Präparate. Pflanzenschutzberichte 41, Heft 5/6/7, 91-94.

Adresse der Autoren

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

* Ansprechpartnerin: DI Anna MOYSES, anna.moyses@ages.at

Anfälligkeit von Anfälligkeit von Zuckerrübensorten gegen Beschädigungen

Sensitivity of sugar beet varieties against damage

Martina Mayrhofer[1*], Svenja Bomers[2] & Herbert Eigner[1]

Einleitung

Die Ernte von Zuckerrüben führt durch mechanische Beanspruchung zu Beschädigungen und Wurzelbruch, wodurch es in der nachfolgenden Lagerung zu Verlusten an Zucker kommt. Wesentliche Bedeutung kommt deshalb der Empfindlichkeit der „Schale" der Rübe gegenüber mechanischer Belastung als auch der Bruchfestigkeit der Rübe zu. Neben der genetischen Veranlagung zu verstärkter Veratmung von Zucker entscheiden die Entwicklungsmöglichkeiten für Mikroorganismen an der Oberfläche der Zuckerrübe über deren Lagerfähigkeit.
Mehrjährige Versuche sollten Unterschiede im Lagerverhalten einzelner Sorten und deren Ursachen aufzeigen. Ziel einer Untersuchungsreihe im Rahmen der Versuche war es, mittels Penetrometermessungen auf Differenzierungen in Eindringwiderstand und Druckfestigkeit zu prüfen.

Material und Methoden

In den Jahren 2018 und 2019 wurden jeweils an einem niederschlagsarmen Standort (Mailberg, Weinviertel) sowie an einem Standort unter Beregnung (Franzensdorf, Marchfeld) Exaktversuche mit 14 Herkünften und Sorten von Zuckerrübe in vierfacher Wiederholung angelegt. Die Beregnung erfolgte betriebsüblich. Nach Randomisierung der aus den Parzellen geernteten Rüben wurden einerseits 28 Rüben je Sorte (vier Wiederholungen à sieben Rüben) für die Untersuchungen auf die Beschädigungsanfälligkeit entnommen. Andererseits wurden viermal 30 Rüben in Netzsäcken über acht Wochen in der Klimakammer gelagert. Der Temperaturverlauf wurde jenem im Außenbereich angepasst. Vor und nach Einlagerung wurden Gewicht sowie die Parameter der inneren Qualität der Rübe bestimmt.

Voruntersuchungen zur Bestimmung des Eindringwiderstandes (Texture Analyser-HD plus, Stable Micro Systems, Godalming, UK) wurden im Jahr 2018 vorerst an sechs Zuckerrübensorten durchgeführt. 2019 wurden
zur Bestimmung des Eindringwiderstandes

- zunächst je Sorte zehn Rüben (Set 1) in zwei Hälften geteilt. An einer der beiden Hälften erfolgten die Messungen (Nadel Ø 4 mm) zur Bestimmung des Eindringwiderstandes jeweils zu beiden Seiten der „Tag- und Nachtgrenze" der Rübe.
- an zehn weiteren ungeteilten Rüben (Set 2) fünf Messungen mit der Nadel (Ø 4 mm), sowie zusätzlich an hieraus fünf Rüben Messungen mit der Nadel (Ø 2 mm) durchgeführt. Die Penetrationen wurden entsprechend den Empfehlungen von KLEUKER und HOFFMANN (2019) radial um die breiteste Stelle der Wurzel angesetzt.

zur Bestimmung der Bruchfestigkeit einer Sorte

- die jeweils zweite Hälfte der zehn Rüben aus Set 1 herangezogen. Diese Hälfte wurde dem Druck eines Keils (7 cm Länge, 0,3 cm Stärke, Winkel 60°) ausgesetzt. Gemessen wurde jeweils and der dicksten Stelle des Rübenkörpers.
- die Rüben aus Set 2 geteilt. An beiden Hälften erfolgten die Messungen mittels Keil (7 cm Länge, 0,3 cm Stärke, Winkel 60°) jeweils exakt bei der Dicke der Rübe von sieben Zentimetern.

Der registrierte Eindringwiderstand N/mm² ($Force_{max}$)bzw. festgestellte Druckaufwand bis Bruch der Rübe in kg ($Force_{max}$) stellt die Kraft dar, die jeweils erforderlich war, um das Periderm zu durchdringen bzw. die Rübe zu brechen.

Ergebnisse und Diskussion

Hinsichtlich des Eindringwiderstandes zeigte sich, dass signifikante Unterschiede zwischen den Sorten bestehen. Im Vergleich der beiden Anbaugebiete war die Reihung der Sorten zwar grundsätzlich ähnlich, statistisch wurde jedoch eine signifikante Wechselwirkung von Sorte und Anbaugebiet ausgewiesen. In der Datengrundlage zu Abbildung 8 wurden alle Penetrometermessungen aus 2019 einbezogen. Es zeigte sich, dass das Periderm der Sorten 3, 1, 2, und 7 der Penetration hohen Widerstand entgegensetzte. Diese Sorten werden gefolgt von den Sorten 5, 12 und 4. Den verbleibenden Sorten ist, im Vergleich zu den bisher genannten, zumeist signifikant geringerer Eindringwiderstand zuzuweisen.

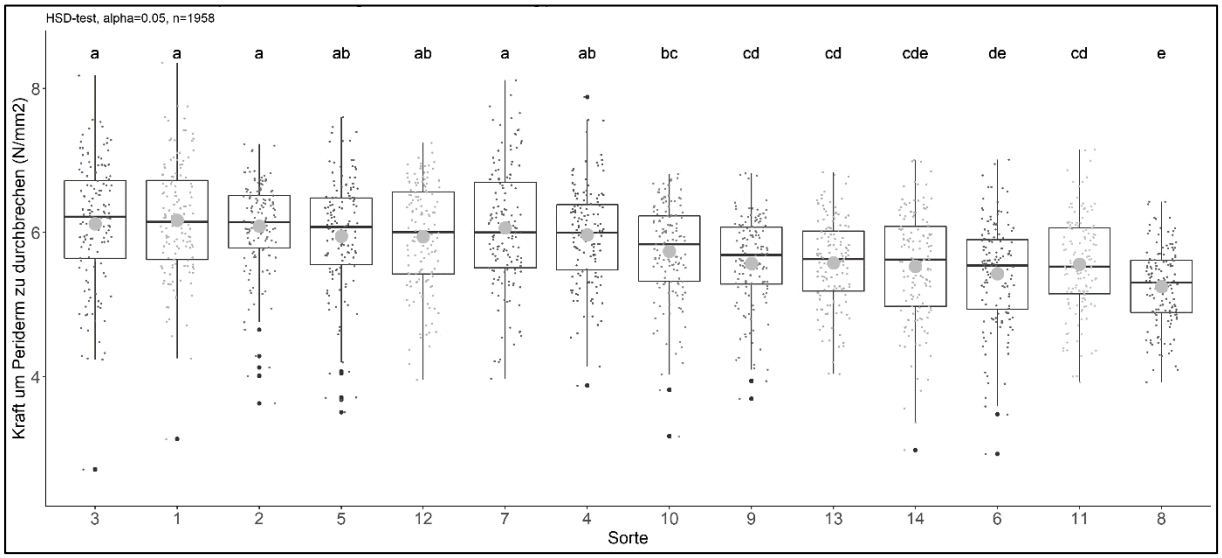


Abbildung 8: **Unterschiede in der Peridermfestigkeit 2019 auf den Standorten Mailberg (Trockengebiet) und Franzensdorf (Beregnungsgebiet).**
Standorte mit dem gleichen Buchstaben sind statistisch nicht voneinander verschieden.

Abbildung 9 stellt den Zuckerverlust der betreffenden Sorten während der Lagerung der Differenzierung des Eindringwiderstandes gegenüber: geringer Zuckerverlust ging – mit wenigen Ausnahmen – mit hohem Eindringwiderstand einher. Ausreißende Beobachtungen wie zu den Sorten 12 und 3 fordern weitere Untersuchungen.

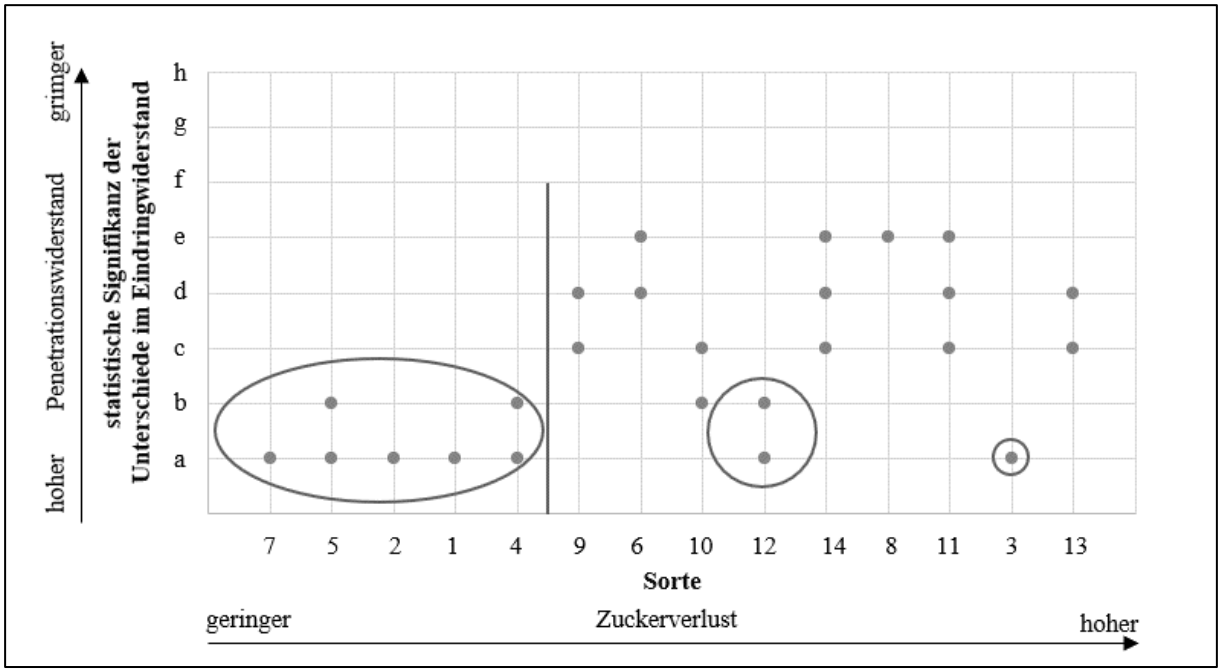


Abbildung 9: **Statistische Differenzierung des Zuckerverlustes (Reihung nach Sorte) im Vergleich zum Eindringwiderstand.**

Standorte mit dem gleichen Buchstaben sind statistisch nicht voneinander verschieden.

Sortenabhängige Unterschiede in der Bruchfestigkeit konnten an beiden Standorten zwar statistisch abgesichert werden, waren jedoch weniger stark ausgeprägt als im Fall des Parameters Eindringwiderstand. Bruch wurde am Standort Mailberg zwischen 45 und 55 kg ausgelöst, am Standort Franzensdorf zwischen 40 und 50 kg. Zwischen Sorte und Standort liegen diesem Parameter betreffend klare Wechselwirkungen vor. Tendenziell spiegelt die Bruchfestigkeit das im Falle Eindringwiderstand gegebene Bild.

Zusammenfassung

2019 wurden an einem niederschlagsarmen Standort (Mailberg, Weinviertel) sowie an einem Standort unter Beregnung (Franzensdorf, Marchfeld) Exaktversuche mit 14 Herkünften und Sorten von Zuckerrübe in vierfacher Wiederholung angelegt. Die für ausgewählte Samples je Genetik bestimmten Parameter Eindringwiderstand und Bruchfestigkeit wurden den zugehörigen Zuckerverlusten nach achtwöchiger Lagerung der Rübe gegenübergestellt. Den Ergebnissen folgend stehen Zuckerverlust und Eindringwiderstand (als auch Bruchfestigkeit) in positiver Beziehung. Geringere Widerstandsfähigkeit geht mit höherem Verlust an Zucker während der Lagerung einher. Zwischen den geprüften Herkünften und Sorten bestehen signifikante Unterschiede. Die Relationen zeigen sich für die beiden Standorte als etwa gleichsinnig.

Abstract

In 2019, plot trials were carried out with 14 sugar beet varieties at two growing sites in lower Austria (Mailberg, Franzensdorf). Plots in Franzensdorf were regularly irrigated. The puncture resistance (carried out with a puncture needle, Ø 4 mm resp. Ø 2 mm) and the resistance to root tip breakage (by use of a blade, length 7 cm, 0,3 mm force, angle 60°) were compared with the sugar losses after eight weeks of storage. According to the results, sugar loss and resistance to penetration (as well as root tip breakage) are positively related. Varieties with high penetration resistance of the periderm show lower sugar losses. Significant differences in puncture resistance of the periderm between varieties are documented. Ranking of varieties was mostly similar between the two growing sites, although a significant interaction between variety and growing site was detected.

Literatur

KLEUKER G., HOFFMANN C. 2019: Method development for the determination of texture properties of sugar beet roots. Sugar Industry 144 (7), 392-400.

Adressen der Autoren

[1] AGRANA Research & Innovation Center GmbH, Josef-Reither-Straße 21-23, A-3430 Tulln

[2] AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Konrad-Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln

[*] Ansprechpartnerin: DI Martina MAYRHOFER, martina.mayrhofer@agrana.com

Pflanzenschutz-Warndienst, Prognosemodelle und Monitorings für ausgewählte Krankheiten und Schädlinge im Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau sowie in der Imkerei, in Österreich

Plant protection - alert service, prediction models and monitoring for selected diseases and pests on crop farming, vegetable gardening, fruit growing, viticulture and honey been in Austria

Vitore Shala-Mayrhofer

Einleitung

Der Pflanzenschutz-Warndienst bietet Entscheidungshilfen mittels Prognosemodelle und Monitoringkarten für insgesamt 64 ausgewählte Pflanzenpathogene, davon sind es 25 Pilze, 35 Schädlinge, 3 Virosen und eine bakterielle Krankheit, die im Ackerbau (Getreide, Mais, Raps, Kartoffel, Zuckerrübe), Gemüsebau (Erbsen, Bohnen, Paprika, Tomaten, Salate, Zuckermais, Melanzani, Artischocken, Knoblauch), Obstbau (Kern- und Steinobst, Hopfen), Weinbau und bei der Biene auftreten und Schaden verursachen. Die Minimierung und Reduzierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln, die Produktion von qualitativ hochwertigen Produkten, als auch Kosteneinsparungen sowie die Effizienzsteigerung in der Pflanzenproduktion werden dadurch positiv, nachhaltig beeinflusst und stehen im Vordergrund dieser Serviceleistung. Die Onlineplattform Pflanzenschutz-Warndienst (www.warndienst.at) wird österreichweit kulturübergreifend, kostenlos und firmenunabhängig seit dem Frühjahr 2015 angeboten.

Material und Methoden

Zur Berechnung der Prognosemodelle werden Einflussparameter: Witterung (Luft- und Bodentemperatur, Luftfeuchtigkeit, Blattnässe, Windgeschwindigkeit und Niederschlag) und Produktionssysteme (Sorte, N-Düngung, Saatzeit, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung) einbezogen. Die Monitorings erfolgen mittels Licht-, Pheromon- und Köderfallen und fanden, je nach Schaderreger und Fragestellung täglich, wöchentlich oder alle zwei Wochen (HANN et al. 2019, MAYER et al. 2018, SHALA-MAYRHOFER und PLANK 2019) statt. Die aus eigenen Beobachtungen sowie aus Prognosemodellen resultierenden Daten wurden ausgewertet und in Form von Warnmeldungen der Praxis zeitnah online auf warndienst.at zur Verfügung gestellt (SHALA-MAYRHOFER 2018). Folgende Schaderreger standen im Mittelpunkt der Monitorings / Prognosen:

Ackerbau: Getreide (Winterweizen, Wintergerste, Sommergerste, Winterrrogen, Triticale, Ausfallgetreide): *Septoria tritici* und *Septoria nodorum*; *Ramularia*, *Rhynchosporium*, Braunrost, Gelbrost, Zwergrost, Blattdürre (*Drechslera-tritici-repentis* – DTR), Mehltau, Halmbruch, Schneeschimmel (*Microdochium nivale*), Gerstengelbverzwergungsvirosen (BYDV), Getreidegelbverzwergungsvirus (CYDV), Weizenverzwergungsvirus (WDV) und Gerstenverzwergungsvirus (BDV). Zusätzlich wurde bei Getreide das Prognosemodell zu Berechnung der Entwicklungsstadien anhand Aussaattermine bei Winterweizen, Winterroggen, Triticale und Wintergerste angeboten.

Kartoffel: Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*), Dürrfleckenkrankheit – (*Alternaria sp*.) und Drahtwürmer (*Agriotes lineatus* / *proximus*, *A. obscurus*, *A. sordidus* / *rufipalpis*, *A. sputator*, *A.* ustulatus).

Raps: Frühjahr und Herbst (Kohlschotenmücke, Kohlschotenrüssler, Rapsglanzkäfer und Stängelrüssler, Erdflöhe).

Zuckerrübe (in Kooperation mit der Agrana): Blattfleckenkrankheiten (*Cercospora beticola*, Falscher Mehltau, *Ramularia* und Rost) und Schädlinge im Rahmen eines EIP-Projektes (Rübenerdfloh, Blattläuse, Schwarze Bohnenblattlaus, Grüne Pfirsichblattlaus).

Mais: Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*), Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*) und Mykotoxine (Deoxynivalenol, Zearalenon, Moniliformin und Aflatoxine).

Gemüsebau: Leguminosen (Erbse, Ackerbohne): Blattläuse: Grüne Erbsenblattlaus, Schwarze Bohnenlaus, Grüne Pfirsichblattlaus und Nanovieren (*Pea necrotic yellow dwarf virus* (PNYDV)).

Paprika, Tomaten, Salate, Bohnen, Artischocke, Mais, Zierpflanzen: Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera*).
Knoblauch: Knoblauchgallmilben
Obstbau: Kernobst: Feuerbrand, Apfelschorf, Obstbaumkrebs, Apfelgraslaus, Apfelsägewespe, Apfelwickler, Birnblattsauger, kleiner Fruchtwickler, mehlige Apfelblattlaus, Obstbaumspinnmilbe, Pfennigminiermotte und Pfirsichwickler.
Steinobst: kleiner Fruchtwickler, Obstbaumspinnmilbe, Pfirsichwickler, Pflaumenwickler, Frostspanner, Birnenknospenstecher und Steinobstknospenstecher.
Hopfen: Falscher Mehltau
Weinbau: Falscher- und Echter Mehltau, Schwarzfäule, Amerikanische Rebzikade und Kirschessigfliege
Bienengesundheit: Biene: Varroa-Milbe

Ergebnisse und Diskussion

Der Anspruch der Konsumenten gesunde, gehaltvolle Lebensmittel, die möglichst nachhaltig produziert werden zu konsumieren ist ständig steigend. Die Produktion landwirtschaftlicher Kulturpflanzen ist unter freiem Himmel nicht nur den Klima- und Witterungsverhältnissen ausgesetzt, darüber hinaus sind die Kulturen von der Saat bis zur Ernte einer Vielzahl von Schadfaktoren ausgesetzt, unter denen sowohl Mikroorganismen als auch tierische Schädlinge eine große Rolle spielen. Sie verursachen spürbare Schäden, die zu Qualitätsminderungen und Ertragseinbußen führen.
34 hochwertige Prognosemodelle und 58 Monitoringkarten im Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau sowie im Bereich Bienenschutz für 64 ausgewählte Schaderreger konnten im Rahmen des Projektes „Pflanzenschutz-Warndienst“ angeboten werden. Das Projekt verbindet die Bereiche Forschung, Wissenschaft, Technik, Produktion, Beratung und Bildung und informiert unsere landwirtschaftlichen Produzenten über das Auftreten von Schaderregern rechtzeitig, kostenlos und österreichweit auf www.warndienst.at.
Die Anzahl der Zugriffe auf diesem Serviceportal steigt stetig, was die Zuverlässigkeit und die Bedeutung der Angebote bestätigt (Tab. 1.). In der zurückliegenden Saison 2020 registrierte der beim Ländlichen Fortbildungsinstitut (LFI) angesiedelte Dienst bereits 628.000 Zugriffe.

Tabelle 1: **Zugriffszahlen auf den Online-Plattform Pflanzenschutz-Warndienst, spartenübergreifend, von 2015 bis 2020**

Jahre	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Zugriffe	45.000	60.000	503.880	511. 931	620.184	628.000

Ende Februar/Anfang März wurde mit dem Monitoring von Frühjahrschädlingen bei Raps begonnen. Im weiteren Saisonverlauf starteten die Warnhinweise für Blattkrankheiten bei Winter- und Sommergetreide (Braunrost, DTR, Gelbrost, Mehltau, und *Septoria* bei Weizen und Winterroggen oder Netzflecken, *Ramularia*, *Rhynchosporium* und Zwergrost bei Gerste). Im März/April setzte das Kartoffelmonitoring von Drahtwürmern mittels Pheromon- und Köderfallen ein und ab Mai/Juni das *Alternaria* und *Phytophthora*-Monitoring samt Prognosemodell für *Phytophtora* (inklusive Optimierung der Kupfer-Anwendung). In Kooperation mit der Agrana wurde das Monitoring auch für Blattkrankheiten (ab Juni) und Schädlinge (ab April) in der Zuckerrübe angeboten. Im Juni / Juli folgten die Warnhinweise zu Maiszünsler und Maiswurzelbohrer, und ab September war der Stand der Mykotoxine-Vorerntemonitorings zur Belastung mit DON, ZEA, FUM, AFLA in Mais online abrufbar (https://warndienst.lko.at/acker+2500++1071892).
Für den Gemüsebau fanden ab Mitte Mai das Monitoring des Baumwollkapselwurms (https://warndienst.lko.at/baumwollkapselwurm+2500++1073643+6619) sowie die Überwachung der Blattläuse als Nanovirenvektoren in Leguminosen (https://warndienst.lko.at/blattlaeuse+2500++1073225+6569) statt. Berichte zur Knoblauchgallmilben wurden veröffentlicht. Durch den Obstbauwarndienst wurden

Prognosemodelle zur Darstellung des Infektionsrisikos für Apfelschorf und Feuerbrand-Blüteninfektionen sowie Monitorings von Schädlingen u. a.: Apfelblütenstecher, Apfel-, Pflaumen- und Pfirsichwickler, kleiner Fruchtwickler, Fruchtschalenwickler, Kirschessigfliege, Kirschfruchtfliege, Apfel-Minimiermotten und Schalenwickler angeboten (https://obstwarndienst.lko.at/1085/Oesterreich). Der Rebschutzdienst lieferte die Prognose über zu erwartende Infektionsereignisse bei Echtem und Falschem Mehltau, Schwarzfäule und Schwarzholz während der Insect-Watch Warnhinweise zu Traubenwickler, Amerikanischer Rebzikade und Kirschessigfliege lieferte (https://rebschutzdienst.at/). Der Warndienst für Bienengesundheit bot den heimischen Imkerinnen und Imkern die Möglichkeit, eine betriebsindividuelle Befallsprognose und Monitoring für die Varroa-Milbe zu erstellen und daraus Empfehlungen für die Behandlung abzuleiten (https://www.bienengesundheit.at/).

Zusammenfassung

Seit dem Frühjahr 2015 bieten die Landwirtschaftskammern in Kooperation mit der AGES den Pflanzenschutz-Warndienst für 64 Schaderreger (Krankheiten und Schädlinge) in den Sparten Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau sowie auch für die Biene kulturübergreifend und bundesweit an (www.warndienst.at). Die Prognosemodelle, die für Österreich angepasst und angewendet werden, sind international anerkannte und seit Jahren etablierte Modelle. Durch regelmäßige Beobachtungen direkt am Feld oder mittels Fallenfängen bzw. Probenuntersuchungen bieten unsere Online-Monitoringkarten wichtige Informationen, Empfehlungen und Warnungen über die aktuelle Situation der Pflanzengesundheit. Das trägt zu einer optimalen Terminierung von Pflanzenschutzmaßnahmen, zu Kosteneinsparung und zu einer Effizienzsteigerung in der Pflanzenproduktion bei. Auch Umweltbelastungen und die damit verbundene Rückstandsproblematik können dadurch minimiert werden. Im Jahr 2020 wurden auf der Webseite: www.warndienst.at 628.000 Zugriffe registriert.

Abstract

Since spring of the year 2015 the Austrian Chambers of Agriculture in cooperation with AGES offered an alert service for 64 pathogens (diseases and pests) in the areas of crop farming, vegetable gardening, fruit growing, viticulture and honey been across all crops and nationwide (www.warndienst.at). The used forecasting models are internationally renowned and have been well established for years. Due to observations which are carried out directly on the field on a regular basis or via trapping or sampling our online monitoring maps offer important information, recommendations and warnings on the current situation of plant health. Via our alert service, we aim to inform farmers about incidences of diseases and pests in time based on national or regional monitoring and forecasting systems. This contributes to an optimal timing of plant protection measures, to cost reduction and to an increase of efficiency in plant production. Thusly also environmental contamination and the related issue of residues can be reduced. In 2020 the website: www.warndiens.at counted 628.000 visits.

Literatur

HANN P, KAMPTNER A, WECHSELBERGER K, SHALA-MAYRHOFER V, 2019: Drahtwurm in Kartoffeln: Erste Monitoring-Ergebnisse im Jahr 2019 in Österreich. Der Pflanzenarzt 11-12, 72, 21-23.
MAYER J, MORAWETZ L, SHALA-MAYRHOFER V, RUBINIGG M, 2018: Varroawarndienst – das Werkzeug zu Ihrer Unterstützung bei der Varroabekämfung. Bienen aktuell 4, 17-19.
SHALA-MAYRHOFER V, PLANK M, 2019: Viruskrankheiten bei Ausfallgetreide: Aktuelle Situation und Ausbreitung im Jahr 2019. Der Pflanzenarzt 11-12, 72, 24-25.
SHALA-MAYRHOFER V, 2018: Kulturübergreifend – kostenlos – unabhängig: Pflanzenschutz-Warndienst: Startbereit für die Saison 2018. Der Pflanzenarzt 3, 71, 11-12.

Adresse der Autorin

Landwirtschaftskammer Österreich. Schauflgergasse 6, 1015 Wien.

*Ansprechpartnerin: DI Dr. Vitore Shala-Mayrhofer, v.shala-mayrhofer@lk-oe.at

Analytische Herausforderungen bei der Quantifizierung wertbestimmender Inhaltsstoffe in „Heumilch“ und „Silomilch“

Analytical challenges of quantifying valuable compounds in “hay milk” and “silo milk”

Sabrina P. Van den Oever & Helmut K. Mayer*

Einleitung

Die Silierung verschiedener Futterarten ist die am weitesten verbreitete Form der Futtermittelkonservierung, da sie viele Vorteile bietet. Die Verfütterung von minderwertiger Silage birgt jedoch das Risiko einer Kontamination der Rohmilch mit Clostridien-Endosporen, die vor allem bei Hartkäse Reifungsfehler (Spätblähung) verursachen können (MCSWEENEY, 2007). Folglich wurden bestimmte Regeln für die Fütterung von Milchkühen eingeführt. Die Europäische Union hat „Heumilch“ als „garantiert traditionelle Spezialität“ registriert, daher müssen strenge Kriterien für die Milchproduktion erfüllt werden (z.B. darf Silage nicht als Futter verwendet werden) (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2016). Darüber hinaus wird „Heumilch“ im Österreichischen Lebensmittelkodex als „silofreie“ Milch bezeichnet, die für die Herstellung von Hartkäse geeignet ist. Derzeit werden ca. 15 % der österreichischen Milch in Betrieben produziert, die Heumilchstandards einhalten (BMLRT, 2020).
Viele Studien vergleichen nun Inhaltsstoffe von „Heumilch“ und „Silomilch“, jedoch existieren kaum Ergebnisse, die eine direkte Vergleichbarkeit zulassen, da Silage und Heu weder vom selben Zeitraum stammten noch vom selben Ausgangsmaterial hergestellt wurden. Die Daten dieser Studie erlauben diesen direkten Vergleich, da ein Teil vor dem Fütterungsversuch getrocknet und der andere siliert wurde. Eine Vielzahl an wertbestimmenden Inhaltsstoffen wurde untersucht: Proteinfraktionen, freie Aminosäuren und biogene Amine, B-Vitamine (B_1, B_2, B_6 und B_{12}), Vitamin E, Fettsäurenprofile sowie eine sensorische Evaluierung, um eine umfangreiche Sicht auf mögliche Unterschiede zu bieten (VAN DEN OEVER et al., 2021).
Die Analytik dieser Inhaltsstoffe birgt jedoch einige Herausforderungen. Die komplexe Zusammensetzung einiger Vitamine sowie deren native Formen erschweren eine „genaue“ Bestimmung. Die biologische Aktivität vieler Vitamine wird ihren nativen Formen zugeschrieben, den sogenannten „Vitameren“, die als verwandte Verbindungen mit Unterschieden in ihrer Bioaktivität sowie Bioverfügbarkeit beschrieben werden. Daher kann die chromatographische Trennung und Analyse der einzelnen Vitamere eines Vitamins detailliertere und relevante Informationen über die tatsächliche Vitaminzusammensetzung eines Lebensmittels liefern. Bei Vitamin B_{12} muss zusätzlich das Vorkommen sogenannter „Pseudo“-Formen berücksichtigt werden, was zu falsch-positiven Ergebnissen führen kann. Neben Vitaminen, werden auch biogene Amine und Polyamine als herausfordernde Analyten beschrieben, da sie unter gewissen Bedingungen (wie alkalischem pH-Wert) nur über einen kurzen Zeitraum stabil sind. Daher ist es notwendig, bestehende chromatographische Methoden ständig zu optimieren und an die jeweilige Probenmatrix anzupassen.

Material und Methoden

Freie Aminosäuren und (biogene) Amine: Die verwendete chromatographische Multianalyt-Methode ermöglicht eine gleichzeitige Trennung von 23 freien Aminosäuren sowie 13 Aminen innerhalb von 10 min. Die Quantifizierung erfolgte mittels Vorsäulenderivatisierung (AccQ.Fluor™ Reagenzienkit) sowie UV- und Fluoreszenz-Detektion.
B-Vitamine: Bei Vitamin B_1 werden neben Thiamin drei Phosphorsäureester beschrieben, während nur Thiamindiphosphat physiologisch aktiv ist. Die chromatographische Analyse der Vitamere erfolgte unter Verwendung eines Fluoreszenz-Detektors mit vorhergehender Derivatisierung. Bei Vitamin B_2 wurden die nativen Formen mit einem optimierten Verfahren gemeinsam mit B_6 analysiert. Vitamin B_6 weist eine der komplexesten Zusammensetzungen von Vitameren unter den B-Vitaminen auf. Da sowohl Vitamin B_2 als auch B_6 im nativen Zustand durch Fluoreszenz-Detektion nachgewiesen werden können,

wurde eine kombinierte chromatographische Methode zum gleichzeitigen Nachweis mit unterschiedlichen Wellenlängen verwendet. Aufgrund der hohen Instabilität der einzelnen nativen Formen sollte die Probenvorbereitung für eine chromatographische Bestimmung von Vitamin B_{12} unter möglichst vollständigem Lichtausschluss stattfinden.
Vitamin E: Da α-Tocopherol in tierischen Lebensmitteln die vorherrschende Form ist, erfolgte die Bestimmung von Vitamin E auf dessen Basis mittels HPLC.
Fettsäurenprofile: Die Analyse der Fettsäuren basierte auf alkalischer Transmethylierung und wurde mittels Gaschromatographie bestimmt.

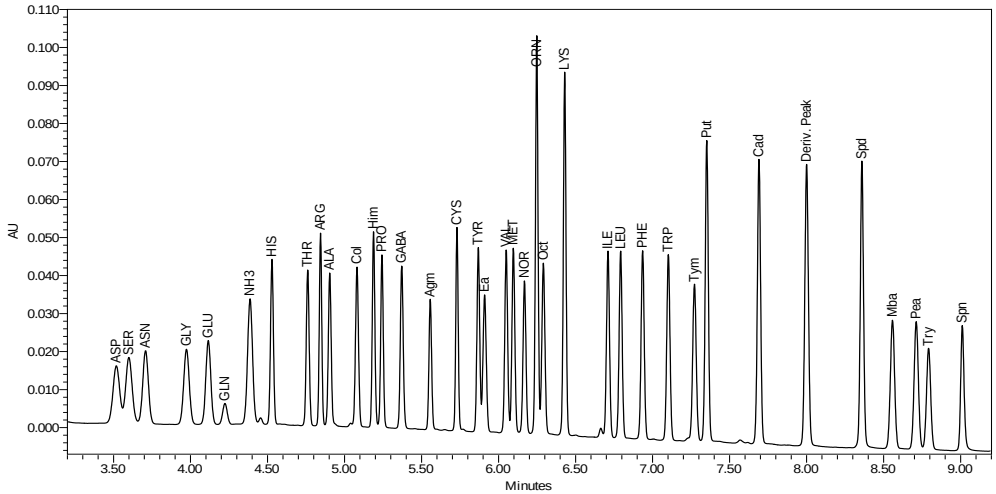


Abbildung 1: **Simultane chromatographische Trennung von 23 freien Aminosäuren sowie 13 Aminen.**

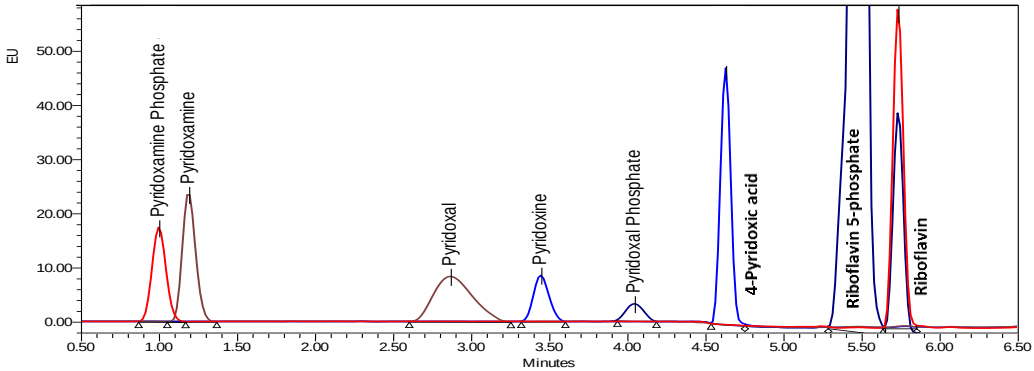


Abbildung 2: **Chromatographische Trennung der Vitamere von Vitamin B_2 und B_6.**

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zeigten, dass es einige signifikante Unterschiede zwischen „Heumilch“ und „Silomilch“ gibt, insbesondere in Bezug auf bestimmte wertbestimmende Nährstoffe. Linolsäure, α-Linolensäure, die essentielle Aminosäure Lysin sowie das Polyamin Putrescin wiesen höhere Konzentrationen in Heumilch auf, während Vitamin B_{12} und das Polyamin Spermin in Silomilch erhöht waren. Diese Unterschiede (außer für Spermin) waren jedoch nicht mehr signifikant, wenn die Milchleistung der Kühe mitberücksichtigt wurde (VAN DEN OEVER et al., 2021). Dass nur geringe Unterschiede zwischen „Heumilch“ und „Silomilch“ beobachtet wurden, könnte zum Teil an der relativ hohen Trockenmasse der eingesetzten Silage (53,3%) (HASELMANN et al., 2020) im Vergleich zu vielen herkömmlichen Silagen (30–40 %) liegen.
Sowohl Probenvorbereitung als auch chromatographische Bedingungen wurden erfolgreich auf die komplexe Probenmatrix der Rohmilch adaptiert und optimiert, um umfassende Informationen über wichtige Inhaltsstoffe zu erhalten.

Zusammenfassung

Die Zusammensetzung der Milch kann durch die Fütterung von Milchkühen wesentlich beeinflusst werden. Mögliche Unterschiede zwischen „Heumilch“ und „Silomilch“ werden in Bezug auf technologische und gesundheitliche Aspekte häufig diskutiert. Um diese Unterschiede zwischen „Heumilch“ und „Silomilch“ aber überhaupt nachweisen zu können, bedarf es spezieller analytischer Methoden für eine Vielzahl an Milchinhaltsstoffen wie z.B. Proteinfraktionen, freie Aminosäuren, Polyamine und biogene Amine sowie Vitamin E und verschiedene B-Vitamine (B_1, B_2, B_6 und B_{12}). Die gleichzeitige Bestimmung von 23 freien Aminosäuren sowie 13 Aminen erfolgte mittels Ultra-High Performance Liquid Chromatography (UHPLC) und ermöglichte eine Trennung dieser Analyten in nur 10 Minuten. Die Vitamine B_1, B_2 und B_6 wurden als Summe ihrer nativen Formen („Vitamere“) quantifiziert, was detaillierte Informationen über die tatsächliche Vitamin-Zusammensetzung der Milch liefert. Für die Analyse von Vitamin B_{12} wurden alle Vitamere in die stabilste Form umgewandelt und als solche erfasst. Die verwendete UHPLC-Methode ermöglicht auch die Unterscheidung von „echtem“ Vitamin B_{12} und diversen „Pseudo“-Formen, welche im Pansen synthetisiert werden können, jedoch für uns Menschen keine physiologische Aktivität im Stoffwechsel aufweisen. Vitamin E wurde als α-Tocopherol mittels HPLC ermittelt. Darüber hinaus wurden Fettsäurenprofile mittels Gaschromatographie analysiert.

Abstract

The composition of milk can be significantly influenced by the feed of dairy cows. Possible differences between “hay milk” and “silo milk” are often discussed regarding technological and health aspects. In order to be able to prove these differences between "hay milk" and "silo milk" at all, special analytical methods are required for a large number of milk components such as protein fractions, free amino acids, polyamines and biogenic amines as well as vitamin E and various B-vitamins (B_1, B_2, B_6 and B_{12}). The simultaneous determination of 23 free amino acids and 13 amines was carried out using ultra-high performance liquid chromatography (UHPLC) and enabled these analytes to be separated in just 10 minutes. Vitamins B_1, B_2 and B_6 were quantified as the sum of their native forms (“vitamers”), which provides detailed information about the actual vitamin composition of milk. For the analysis of vitamin B_{12}, all vitamers were converted into the most stable form and recorded as such. The UHPLC method used also enables the distinction between "real" vitamin B_{12} and various "pseudo" forms, which can be synthesized in the rumen but do not have any physiological metabolic activity. Vitamin E was determined as α-tocopherol by means of HPLC. In addition, the fatty acid profiles were analyzed using gas chromatography.

Literatur

BMLRT, 2020: Grüner Bericht – die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien.

EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2016: Eintragung in das Register der garantiert traditionellen Spezialitäten (Heumilch/ /Latte fieno/Lait de foin/Leche de heno (TSG)). Amtsblatt der Europäischen Union, L, 58, 28-34.

HASELMANN A, WENTER M, … und KNAUS W, 2020: Comparing the effects of silage and hay from similar parent grass forages on organic dairy cows’ feeding behavior, feed intake and performance. Animal Feed Sci Technol 267, 114560.

MCSWEENEY P L H, 2007: What is late blowing and how may this defect be avoided. In: McSweeney (Ed.), Cheese problems solved. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

VAN DEN OEVER S P, HASELMANN A, SCHREINER M, FUERST-WALTL B, ZEBELI Q, MAYER H K und KNAUS W, 2021: Hay versus silage: Does hay feeding positively affect milk composition? Int Dairy J 118, 105024.

Adresse der Autoren

[1] Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, *Arbeitsgruppe Lebensmittelchemie und -authentizität*, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, A-1190 Wien

[*] Ansprechpartner: Ao.Univ.Prof. Dr. Helmut Mayer, helmut.mayer@boku.ac.at

Charakterisierung alter Apfelsorten mittels genetischer Fingerprints

Characterization of old apple varieties using genetic fingerprints

Karin Silhavy-Richter[1*], Lothar Wurm[2] & Ferdinand Regner[3]

Einleitung

Die genetische Charakterisierung mittels genetischer Fingerprints ist in Obst-Genbanken ein zusätzlich verwendetes Hilfsmittel zur klassischen pomologischen Beschreibung. Die Verwendung von Mikrosatelliten ermöglicht eine rasche Identifikation von Sorten und ist im Gegensatz zur Pomologie unabhängig von Umwelteinflüssen und auch von den Jahreszeiten sobald die Blattproben genommen und eingefroren sind. Um die Sorten auf ihre Echtheit überprüfen zu können, war das Ziel in diesem Projekt, neben der Erstellung von Fingerprints der Apfelbäume in der Genbank Kierling (Klosterneuburg) eine Datenbank mit genetischen Profilen zum Abgleich aufzubauen.

Material und Methoden

Es wurden Blätter von 208 Bäumen aus der Streuobstanlage in Kierling, die ein Teil der Genbank in Klosterneuburg ist, analysiert. Die dort 1997 gepflanzten Bäume sind Halbstämme, die auf Sämlingsunterlagen veredelt wurden. Mit Hilfe eines 0,5ml Reaktionsröhrchens wurde ein Kreis gestanzt und die so erhaltenen Proben bei -80°C gelagert.

Die DNA-Reinigung erfolgte nach dem Protokoll von Bertsch et al. (2006). Die Mikrosatelliten-Analyse wurde mit folgenden 28 Markern in 7 Multiplex-Reaktionen durchgeführt. Die Marker CH01f02, CH01f03b, CH01h01, CH01h10, CH02c06, CH02c09, CH02c11, CH02d08, CH03d07, CH04c07, CH04e05, CH05f06 (LIEBHARD et al., 2002), CH-Vf1 (VINATZER et al., 2004), GD12, GD147 (HOKANSON et al., 1998), Hi02c07 (SILFVERBERG-DILWORTH et al., 2006) sind jene die von der ECPGR *Malus/Pyrus* Arbeitsgruppe empfohlen werden (URRESTARAZU et al., 2016). Zum besseren Vergleich mit der Datenbank des Forschungszentrums Laimburg wurden folgende Marker verwendet CH01c06, CH01d08, CH01f07a, Ch02b10, CH02c02a, Ch02d12, CH02h11a, CH03a04 (LIEBHARD et al., 2002), COL (GIANFRANCESCHI et al., 1998) nach der Veröffentlichung von Baric et al. (2009). Zusätzlich wurden die Marker CH01b07, Ch01b11 und CH04c06 (LIEBHARD et al., 2002) ausgewählt, um den siebenten Multiplex-Ansatz zu vervollständigen. Da diese Marker für Multiplex-PCR-Reaktionen kombiniert wurden, waren die Vorwärtsprimer mit vier Fluoreszenzfarbstoffen (Yakima Yellow, Atto550, Atto565 und FAM) markiert. Die resultierenden SSR-Amplifikate wurden auf einem ABI 3130 XL Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) der Fa. Eurofins (Ebersberg, Deutschland) analysiert. Die Fragmentlängenanalyse wurde mit der Peak Scanner™ Software (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) durchgeführt.

Anschließend erfolgte ein Abgleich zur Verifizierung der Sorten mit publizierten Datensätzen aus den folgenden Studien, Baric et al. (2020), Urrestarazu et al. (2016) und Larsen et al. (2017). Weiters konnten die Daten von den folgenden Institutionen aufgrund von Kooperationen verwendet werden, Bundesamt für Landwirtschaft (CH), Julius-Kühn-Institut Dresden JKI (D) und Fruit-ID, großteils Daten der National Fruit Collection NFC (GB). Um die genetischen Profile vergleichen zu können, wurden sogenannte „correspondance tables“ (Entsprechungstabellen) erstellt, da es oft zu Verschiebungen der Fragmentlängen bei den Analysen mit verschiedene Methoden kommt (Baric et al., 2008).

Ergebnisse und Diskussion

Mit Hilfe der Mikrosatelliten-Analyse und der Datenbank, bestehend aus sechs internationalen Datensätzen konnten 96 Sorten verifiziert werden. Jene Sorten die noch nicht verifiziert werden konnten sind zumeist Lokalsorten. Diese werden pomologisch analysiert bzw. wird versucht noch weitere Proben aus anderen Genbank oder Sortensammlungen mit gleicher Bezeichnung zu erhalten um die Sorten als solche zu verifizieren.

Es zeigte sich, dass einige der (Geno)typen in der Genbank nicht sortenecht waren. Das ist nicht ungewöhnlich, da in mehreren Studien gezeigt wurde, dass die Verwendung von genetischen Markern mehr

Fehlkennzeichnungen aufdeckt als die traditionelle pomologische Analyse (NYBOM & WEISING 2010, SEHIC et al., 2013, MHELEMBE, 2015). Eine Sorte wurde als nicht existent in der Sammlung erkannt, andere wurden in anderen Reihen als angenommen gefunden. Interessanterweise konnten auch Sorten identifiziert werden, von denen nicht bekannt war, dass sie in diesem Quartier gepflanzt wurden. Zum Beispiel Orbai alma (Apfel von Orba), eine alte Sorte aus Siebenbürgen (Rumänien) (VOTTELER, 2005). Diese Sorte konnte aufgrund eines Profils der NFC erkannt werden. Ein weiteres Beispiel ist Fameuse (Amerikanischer Schneeapfel), Bäume der Sorte wurden als Gravensteiner-Klon vermutet, aber noch nicht pomologisch identifiziert. Hierbei handelt es sich um eine sehr alte Sorte die 1730 von Franzosen nach Amerika gebracht worden sein soll (VOTTELER, 2005) Das genetische Profil stimmte mit den Profilen von JKI, NFC bzw. CRA-W (Centre Wallon de Recherches Agronomiques) überein.

Die genetische Charakterisierung ist ein sehr gutes Hilfsmittel um die in Genbanken zu erhaltenden Sorten zu verifizieren bzw. zu bestimmen. Der Vorteil an der genetischen Verifizierung ist, dass sie weniger zeitaufwändig als die klassische pomologische ist und vor allem, dass, sobald die Blattproben eingefroren sind, Jahreszeit unabhängig analysiert werden kann.

Zusammenfassung

In diesem Projekt wurden die Apfelbäume der Genbank Kierling genetisch charakterisiert um eine sortenechte Erhaltung gewährleisten zu können. Es handelt sich dabei um eine Halbstamm-Anlage, welche im Jahre 1997 gepflanzt wurde. Insgesamt wurden über 200 Bäume mit Hilfe von 28 Mikrosatelliten-Markern in 7 Multiplex-Ansätzen analysiert. Dabei konnten 96 Sorten identifiziert werden. Parallel dazu wurde eine Datenbank mit über 10 000 internationalen genetischen Profilen zum Abgleich aufgebaut.
Aufgrund der Ergebnisse konnte dieser Teil der Obstsorten-Genbank in Klosterneuburg auf den aktuellen Stand gebracht werden. Denn es hatte sich gezeigt, dass das Apfelquartier in Kierling auch Sorten enthält von denen bis jetzt nicht bekannt war, dass sie in Klosterneuburg gepflanzt wurden wie z. B. Orbai alma oder Fameuse (Amerikanischer Schneeapfel). Damit konnte gezeigt werden, dass die genetische Charakterisierung einen wichtigen Beitrag zur sortenechten Erhaltung von Obstbäumen leistet.

Abstract

In this project, the apple trees of the Kierling gene bank were genetically characterized in order to be able to guarantee true-to-type conservation. It is a half standard orchard, which was planted in 1997. More than 200 trees were analyzed using 28 microsatellite markers in 7 multiplex approaches. 96 varieties could be identified. At the same time, a database with over 10,000 international genetic profiles was set up for comparison.
Based on the results, this part of the fruit gene bank in Klosterneuburg could be brought up to date. It had been shown that the apple quarter in Kierling also contains varieties of which it was not previously known that they were planted in Klosterneuburg, such as Orbai alma or Fameuse (American snow apple). It could thus be shown that the genetic characterization makes an important contribution to the preservation of fruit trees according to the species.

Literaturverzeichnis

BARIC, S., MONSCHEIN, S., HOFER, M., GRILL, D., & DALLA VIA, J. (2008). Comparability of genotyping data obtained by different procedures - an inter-laboratory survey. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 83*(2), S. 183-190.
BARIC, S., STORTI, A., HOFER, M., & DALLA VIA, J. (2009). Molecular Genetic Characterisation of Apple Cultivars from Different Germplasm Collections. *Acta Hort., 817*, S. 347-353.
BARIC, S., STORTI, A., HOFER, M., GUERRA, W., & DALLA VIA, J. (2020). Molecular Genetic Identification of Apple Cultivars Based on Microsatellite DNA Analysis. I. The Database of 600 Validated Profiles. *Erwerbs-Obstbau*.
BERTSCH, C., FARINE, S., LEVA, Y., SCHAEFFER, L., BUTTERLIN, G., MERDINOGLU, D., & WALTER, B. (2006). Rapid extraction of genomic DNA from small leaf samples. *Vitis, 45*(1), S. 49-50.

GIANFRANCESCHI, L., SEGLIAS, N., TARCHINI, R., KOMJANC, M., & GESSLER, C. (1998). Simple sequence repeats for the genetic analysis of apple. *Theoretical and Applied Genetics*(96), S. 1069-1076.
LARSEN, B., TOLDAM-ANDERSEN, T. B., PEDERSEN, C., & ORGAARD, M. (2017). Unravelling genetic diversity and cultivar parentage in the Danish apple gene bank collection. *Tree Genetics & Genomes, 13*(14).
LIEBHARD, R., GIANFRANCESCHI, L., KOLLER, B., RYDER, C. D., TARCHINI, R., VAN DE WEG, E., & GESSLER, C. (2002). Development and characterisation of 140 new microsatellites in apple (Malus x domestica Borkh.). *Molecular Breeding*(10), S. 217-241.
MHELEMBE, K. G. (2015). *Molecular Characterisation of ARC Pome Fruit Collections in South Africa.* Stellenbosch: Stellenbosch University, Master Thesis.
NYBOM, H., & WEISING, K. (2011). DNA-Based Identification of Clonally Propagated Cultivars. In J. Janick (Hrsg.), *Plant Breeding Reviews* (Bd. 34, S. 221-295). Wiley-Blackwell.
SEHIC, J., GARKAVA-GUSTAVSSON, L., & NYBOM, H. (2013). More Harmonization Needed for DNA-Based Identification of Apple Germplasm. *Acta Hort., 976*, S. 277-283. doi:10.17660/ActaHortic.2013.976.37
SILFVERBERG-DILWORTH, E., MATASCI, C. L., VAN DE WEG, W. E., VAN KAAUWEN, M., WALSER, M., KODDE, L., . . . PATOCCHI, A. (2006). Microsatellite markers spanning the apple (Malus x domestica Borkh.) genome. *Tree Genetics & Genomes*, S. 202-224.
URRESTARAZU, J., DENANCÉ, C., RAVON , E., GUYADER, A., GUISNEL, R., FEUGEY, L., . . . DUREL, C.-E. (2016). Analysis of the genetic diversity and structure across a wide range of germplasm reveals prominent gene flow in apple at the European level. *BMC Plant Biology, 16*(130).
VOTTELER, W. (2005). *Verzeichnis der Apfel- und Birnensorten.* München: Obst- und Gartenbauverlag.

Adressen der Autoren

[1] Bundesamt für Wein- und Obstbau, Institut für Chemie und Biologie, Abteilung Biologie, Wiener Strasse 74, A-3400 Klosterneuburg

[2] Bundesamt für Wein- und Obstbau, Institut für Obstbau, Wiener Strasse 74, A-3400 Klosterneuburg

[3] Bundesamt für Wein- und Obstbau, Institut für Weinbau, Abteilung Rebenzüchtung, Rehgraben 2, A-2103 Langenzersdorf

[*] Ansprechpartnerin: Dipl.-HTL-Ing. Karin SILHAVY-RICHTER, B.Ed., karin.silhavy@weinobst.at

Zusammenhänge Pollenanalyse und Spurenelementgehalte von Honigen

Relations between pollen and trace element contents in honey samples

Manfred Sager

Einleitung

Ziele der (Spuren)-Elementanalyse waren das Festlegen des Allgegenwartsniveaus vermutlich nicht kontaminierter Nahrungsmittel, das Finden von Verunreinigungen und Verfälschungen, sowie gegebenenfalls Schlüsse auf Herkunft und Ursprung. Falls Bedarf, Nährwert und Verluste bei der Zubereitung feststehen, können die Daten für Kombinationen zum Erstellen ausreichender Ernährung herangezogen werden. Als unerwünschte Spuren gelten Pb, Cd, Cr und Ni, obwohl diese in sehr geringen Mengen ebenfalls essentiell sind.

Elementgehalte aus eigenen Daten von Innereien, Fleisch, Eier, Milch, Winterweizen, Kartoffel, Karotten, Äpfel Schokolade und Honig werden in einem weiteren Beitrag gegenübergestellt. Pflanzliche Lebensmittel sind durchwegs höher in den Spurenelementen, am geringsten sind Tomaten auf Frischgewichtsbasis. Gemüseverweigerer können ihr Cu aus Schokolade decken. Honig als ein tierisches Lebensmittel für Veganer enthält weniger Na, K, P; Fe, Co, Zn; Ba, Cd als Fleisch im Frischgewicht, etwa gleich viel Ca, Sr; Cu; Pb, und mehr B, Al und Mn. Honig enthält mehr B, K, Zn als Zucker, was seine bakterizide Wirkung möglicherweise erklärt. Jodquellen sind vor allem Eier und Milch.

Die Zusammensetzung von Honig kann durch Pflanze und Jahreszeit (siehe auch Pollenanalyse), atmosphärische Deposition, Boden und Geologie, Bienenhaltung und Honigverarbeitung, sowie die Honigsammelstrategie verschiedener Bienenvölker beeinflusst werden. Zur Überprüfung von Herkunft und Authentizität von Honigen können u.a. Pollenanalysen, Spurenelementanalysen, und als deren Vorstufe, Messungen der elektrischen Leitfähigkeit herangezogen werden.

Material und Methodik

Im Rahmen eines AGES-Forschungsprojektes wurden in den Jahren 2007-2009 459 im Handel erhältliche Honigproben von der Lebensmittelaufsicht gezogen und unter anderem von mir auf ihre Element- und Spurenelementgehalte analysiert. Die Zuordnung erfolgte laut Etikett oder nach Wahrscheinlichkeiten aus dem Pollenspektrum, wobei aber auch einige mediterrane (*Castanea sativa*), amerikanische oder tropische Pflanzen in unseren Gärten vorkommen. Von allen Proben wurden Pollenanalyse durch das Auszählen von nach Möglichkeit 1000 Pollenkörnern am damaligen Institut für Bienenkunde durchgeführt, woraus 208 gefundenen Arten resultierten, die 71 Familien zugeordnet werden konnten. Die Prozentgehalte der Pollenfamilien gegen die Elementkonzentrationen im Honig ergaben zumeist keine Abhängigkeiten, da viele Familien mit unterschiedlichen Arten in verschiedenen Habitaten vertreten sind. Unter den nur sehr wenigen Beziehungen sieht man bei den *Brassicaceaea* (Kohlgewächse), *Ericaceae* (Heidekrautgewächse) und *Fabaceae*, dass B mit steigendem Vorkommen steigt und K fällt. Umgekehrt weniger B und mehr K gibt es mit steigendem Anteil der *Fagaceae* (Buchengewächse). Ein Vergleich von Honigen aus verschiedenen Regionen der Erde zeigte keine signifikant unterschiedlichen Elementgehalte, nur einige Trends waren erkennbar, ebenso bei aschebezogenen Werten.

In einem zweiten Schritt wurden die Proben aus bekanntermaßen tropischen, südamerikanischen und australischen Gebieten aussortiert und jene Proben, welche mehr als 40% einer Pollensorte enthalten, zusammengefasst, und der Prozentsatz mit Pollen von Bäumen (ausgenommen Obst und Weiden) ermittelt. So sollte ein eventueller Anteil an Honigtauhonig geschätzt werden, der ja in der Pollenanalyse nicht aufscheint. Bei *Rhododendron, Rubus* (Himbeere, Brombeere), *Trifolium* (Klee) und *Helianthus* (Sonnenblumen) lag der Baumanteil unter 5%, bei *Myosotis* (Vergißmeinnicht) bis 10%, und bei *Phacelia* bis 32%. Nur bei den *Brassicaceae* (Kohlgewächsen) ließen sich eine Gruppe ohne Bäume und mit 5-27% Bäumen unterscheiden. Bei *Salix* (Weide) und *Castanea sativa* (Edelkastanie) konnten zwei Gruppen gebildet werden.

Ergebnisse

In den untersuchten Proben waren Arten der *Fabaceae* (Schmetterlingsblütler), *Asteraceae, Salicaceae* und *Rosaceae* in mehr als 85% der Proben vorhanden. Bei häufig vorkommenden Familien ließen sich nur wenige Trends feststellen. Mit dem Anteil an *Brassicaceae* (Kohlgewächse), *Ericaceae* (Heidekrautgewächse) und *Fabaceae* (Schmetterlingsblütler) steigt B und fällt K. Regionale Unterschiede waren nicht feststellbar.

Im Gegensatz zu Proben, die direkt vom Imker kommen, ist bei Proben aus der Lebensmittelkontrolle der Anteil an Honigtauhonig unbekannt. Während im allgemeinen der Blütenhonig mehr Bor und Ca hat, enthält der Honigtauhonig mehr an allen anderen Elementen, insbesondere Kalium.

Trotzdem enthielten die Honige mit vorwiegend Rhododendronpollen und kaum Baumpollen ein Minimum an Ca, Ba und Zn. Unter den Sortenhonigen wurden Maximalkonzentrationen an Al, Co, Cu, Fe, Li, Mg, Ni und P gefunden, obwohl kaum Baumpollen dabei waren. Bei den *Brassica*-dominierten Proben waren keine signifikanten Unterschiede mit und ohne Baumpollen feststellbar, und die *Castanea*-dominierten Proben sind ja selbst aus Bäumen. Aus dem Anteil von Baumpollen ließ sich daher der Anteil von Honigtauhonig nicht abschätzen.

Honige von *Castanea sativa* an heimischen und mediterranen Standorten waren nicht unterschiedlich. Sie enthielten hohes Mn, aber es gab starke Unterschiede bei Anteilen über 80% und deshalb keine eindeutige Anhängigkeit, was man noch untersuchen sollte. Auch K war relativ hoch, wodurch bei einfacher Untersuchung Honigtauhonig vorgetäuscht wird.

Ordnet man verschiedene Pflanzengruppenhonige nach dem Kaliumgehalt (Median), der Anteil von Kalium in der Asche liegt bei 50-70%, um auf den Anteil an Waldhonig zu schließen, so hatten *Rhododendron*- und *Helianthus* (Sonnenblumen)-dominierte Honige am geringsten, und *Salicaceae* (Weiden) davon das meiste. Bei mediterranen, tropischen, südamerikanischen, und australischen Proben war K eher geringer.

Maximalkonzentrationen in Honigen von Fe, Li, Na, Pb, Sr gab es bei *Myrtaceen*, und z.B. Minimalkonzentrationen von K, Ca, Mg, Na, P bei *Robinia pseudo-acacia* dominierten Honigen.

Da Waldhonig höher „mineralisiert“ ist als Blütenhonig, sollte bei Mischhonigen mit zunehmendem Anteil Bäumen (ohne Obst) der Elementgehalt zunehmen, was nicht der Fall war. Da Obstbäume nicht im Wald stehen, wurden sie getrennt betrachtet. Bei den Obstbäumen waren *Malus*, *Pyrus* und *Crataegus* voneinander nicht unterscheidbar, wohl aber *Prunus*. Mit zunehmendem Anteil an Obstpollen sanken viele Elementkonzentrationen im Honig, bzw. näherten sich einem konstanten tiefen Wert (z.B. Ca).

Während viele Pflanzen ubiquitär vorkommen, lässt sich auf Grund von Zeigerpflanzenpollen etwas über das Habitat aussagen, wie Boden-pH, Klima und Nährstoffniveau, nicht jedoch der Anteil an Waldhonig (Honigtauhonig).

Zur Standortklassifizierung wurden Zeiger für N-arme Standorte und N-reiche Standorte im Pollenspektrum gesucht, ohne Sortenhonige (> 40%) und ohne Exoten zu berücksichtigen. Als typisch für N-arme Standorte wurden *Cistus, Eryngium campestre, Genista, Ilex aquifolium, Leontodon, Lotus uliginosus, Phlox sublata, Proteaceae, Rosmarinus, Thymus, Vaccinium* und *Viola tricolor* angenommen, und zusätzlich nach 0-5% / 5-25% / > 25% Bäumen aufgeschlüsselt. An N-armen Standorten nahmen Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Sr, Zn mit zunehmender Zahl an Baumpollen zu, hingegen Li und B ab. Wesentlich mehr Pflanzen indizierten N-reiche Standorte, z.B. *Aesculus hippocastanum, Cichorium intybus, Dianthus barbatus, Fragaria vesca, Helianthus annuus, Juglans* etc.. Obst wurde als N-reicher Standort eingestuft. An N-reichen Standorten nahmen B, P, Ca, Fe; Li, Pb, Zn mit zunehmender Zahl an Bäumen ab.

Da Obstbäume üblicherweise nicht im Wald stehen, wurden sie getrennt betrachtet (Summe aus Malus/Pyrus/Crataegus + Prunus). Mit zunehmendem Abteil an Obstpollen sanken die Elementkonzentrationen in Honig, bzw. näherten sich einem konstanten Wert.

Zeichnet man den Anteil an „Kalkpflanzen“ = % kalkliebender Pflanzen minus % säureliebender Pflanzen gegen den Elementgehalt, so ergaben sich keine sign. Abhängigkeiten, die Konzentrationen an alkalischen Standorten sind aber oft gering. Honige von Waldpflanzen waren nicht höher mineralisiert.

Mit dem Anteil an Waldpflanzen zeigte sich ein leicht sinkender Trend von Bor und leicht steigender von K und Mn, der Anteil an Honigtauhonig ließ sich daraus aber nicht ableiten.

Aschebezogene Werte zeigen durch Wegfall der Verdünnung durch die Zucker den Eintrag durch Staub, Pflanzen und Bienen. Über dem Durchschnitt der Erdkruste lagen dann B, Cu, P, Zn und Cd, unter dem Durchschnitt der Erdkruste hingegen Al, Ba, Co, Cr, Fe, Li, V. Bei den aschebezogenen Werten waren Ca, Mg und Zn bei Helianthus maximal und bei Rhododendron minimal, maximales Mn kam in Honigen von Rubus und Salix vor, sowie maximales Li, Fe, Mo, Na und Sr bei den Myrtaceen.

Zusammenfassung

Zum Auffinden von Beziehungen zwischen Spurenelement- und Pollengehalten in Honigen wurden die vorhandenen Proben in Sortenhonige (> 40% einer Pollensorte), sowie die heimischen Mischhonige nach dem Habitat (nährstoffreich – nährstoffarm, kalkreich-kalkarm) und dem Baumanteil (ausgenommen Obst, Salix) eingeteilt.

Mit zunehmendem Anteil an Baumpollen nahmen Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Sr, Zn an nährstoffarmen Standorten zu, hingegen nahmen B, P, Ca, Fe, Li, Pb, Zn an nährstoffreichen Standorten ab. Mit zunehmendem Anteil an Obstbäumen oder Rhododendron sanken viele Spurenelementkonzentrationen. Unter den Sortenhonigen am höchsten mineralisiert waren Klee und Edelkastanien. Während auf sauren Standorten große Konzentrationsunterschiede auftraten, waren auf alkalischen Standorten sämtliche Spurenelementkonzentrationen eher gering.

Proben aus anderen Weltregionen waren spurenelementchemisch von heimischen nicht unterscheidbar.

Abstract

In order to find relations between trace element and pollen concentrations in honey samples, the samples were grouped in those of > 40% of one kind of pollen, and the group of mixed origin further to a probable location of origin, like rich or poor in nutrients resp. lime, and the percentage of tree pollen (except fruit trees and salix).
With increasing amounts of tree pollen, Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Sr, Zn concentrations increased at nutrient-poor locations, whereas at nutrient-rich locations, B, P, Ca, Fe, Li, Pb, Zn decreased. Many trace element concentrations decreased with increase in fruit-tree or rhododendron pollen. Among the rather monofloral honeys, highest „mineral“ levels were met for clover (trifolium sp.) Castanea sativa. Whereas large differences in trace element concentrations occurred in samples from acid soil locations, samples from alkaline soil locations were low throughout.
Samples from other regions oft the globe did not differ in trace element levels from Central Europe samples.

Literatur

SAGER M., PECHHACKER H., PECHHACKER M., 2002. Trace Elements in Honey (Zawartosc pierwiastków Sladowych w miodzie). Chem. Inz. Ekol - Ecol. Chem Eng. 9(4), 461 - 472.
SAGER M., PECHHACKER H., BURGSTALLER H., 2004. Vergleich der Spurenelementzusammensetzung historischer und rezenter Honige Tirols. ALVA Tagung 2004 Wien
SAGER M, MALEVITI E., 2014. Elemental Composition of Honeys from Greece - Possible Use as Environmental Indicators. J Nutr Food Sci S 8, 002.
SAGER M., 2017. The honey as a bioindicator of the environment (miód jako biomonitor zanieczyszczenia Srodowiska). Ecol. Chem. Eng. 24 (4), 583-594
SAGER M., 2018: Effects of climatic zones and green plants upon elemental composition of honeys. ALVA Tagung Gmunden 2018
SAGER M., 2019. The Honey as a Bioindicator oft the Environment. Editions Universitaires Euopéennes, OmniScriptum Publishing Group, 45 pp.
SAGER M., 2020. Major Minerals and Trace Elements in Different Honeys. Bee World, 97:3, 70-74,
SCHACHNER D. 2013. Möglichkeiten und Grenzen der Prüfung der Authentizität von Honig (Possibilities and limits of proofs for authenticity of honey). AGES-Projektbericht, Linz 2013

Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Manfred Sager, e-mail: m.sager@bioforschung.at

Genetic diversity of apricots using microsatellite markers

Lenka KLČOVÁ, Martina HUDCOVICOVÁ, Katarína ONDREIČKOVÁ, Marcela GUBIŠOVÁ, Jozef GUBIŠ & Erika ZETOCHOVÁ

Apricot is one of typical fruits grown in Slovakia, especially in the southern regions. Due to the popularity of this fruit, we decided to determine the genetic variability of several apricot genotypes using microsatellite markers. Microsatellites, also termed as simple sequence repeats (SSRs), have been proposed as one of the most valuable molecular markers for assessment of genetic variation. SSRs possess high information content, codominance, locus specificity, simple analysis, multiallelism, and distribution along all chromosomes. We used a set of 11 polymorphic SSR markers to detect the genetic diversity within 41 apricot genotypes originated from Slovakia, Czech Republic, Hungary, France, Central Asia, China, the USA, and Canada. Altogether 101 alleles were detected, in average 9.18 alleles per locus. The number of different alleles for individual SSR was from 5 in Pchgms4 to 12 in UDP96-005 and UDP97-402. The marker UDP98-411 generated the most homozygous profiles (27 genotypes from 41) and marker UDP96-005 the least (only 8 genotypes from 41). Principal component analysis suggests distinguishing of European genotypes from American and, in part, Asian genotypes. Cluster analysis using Neighbor Joining method with Jaccard distance measure created separate subclusters with Central Asian genotypes and Chinese genotypes. The similarity between Slovak, Czech and Hungarian apricot genotypes was also proved.
This publication was supported by the project "Identification and authentication of regional fruit production (IDARPO)" from the Cross-border Cooperation Program (CP) Interreg V-A SK-AT co-financed by the European Regional Development Fund, ITMS2014+: 305011X831.

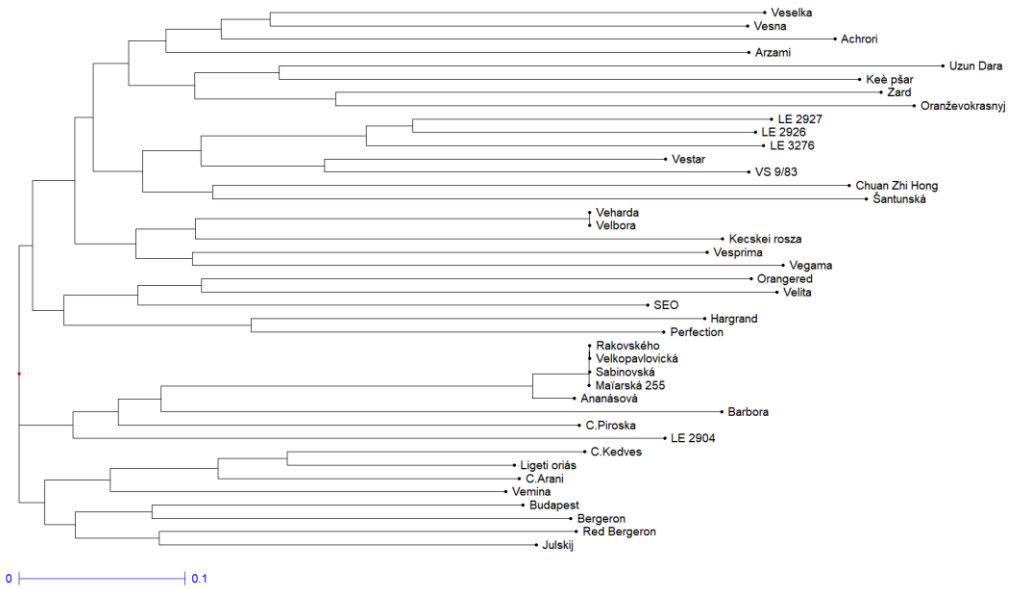
Primer/Marker	No. of alleles	H	PIC	E	H.av	MI	D	R
UDP96-005	12	0.252718	0.265923	1.780488	0.000514	0.000915	0.978243	3.463415
UDP98-409	10	0.289542	0.255939	1.756098	0.000706	0.00124	0.969515	3.512195
Pchcms5	9	0.32065	0.246448	1.804878	0.000869	0.001568	0.960219	2.682927
UDP98-412	10	0.276692	0.259576	1.658537	0.000675	0.001119	0.972831	3.317073
UDP98-411	6	0.347181	0.237589	1.341463	0.001411	0.001893	0.950722	1.560976
UDP97-402	12	0.28048	0.258521	2.02439	0.00057	0.001154	0.971826	4.04878
Pchgms2	9	0.29374	0.254714	1.609756	0.000796	0.001281	0.968408	1.902439
UDP98-406	9	0.30743	0.250599	1.707317	0.000833	0.001422	0.964431	3.121951
UDP96-003	10	0.263462	0.26315	1.560976	0.000643	0.001003	0.975956	2.195122
Pchgms4	5	0.436597	0.202547	1.609756	0.00213	0.003428	0.897418	2.97561
UDP96-019	9	0.283165	0.257765	1.536585	0.000767	0.001179	0.971235	2.439024

Reference: Amiryousefi A, Hyvönen J, Poczai P. iMEC: Online Marker Efficiency Calculator. Appl Plant Sci. 2018;6(6): e01159. Published 2018 Jun 24. doi:10.1002/aps3.1159

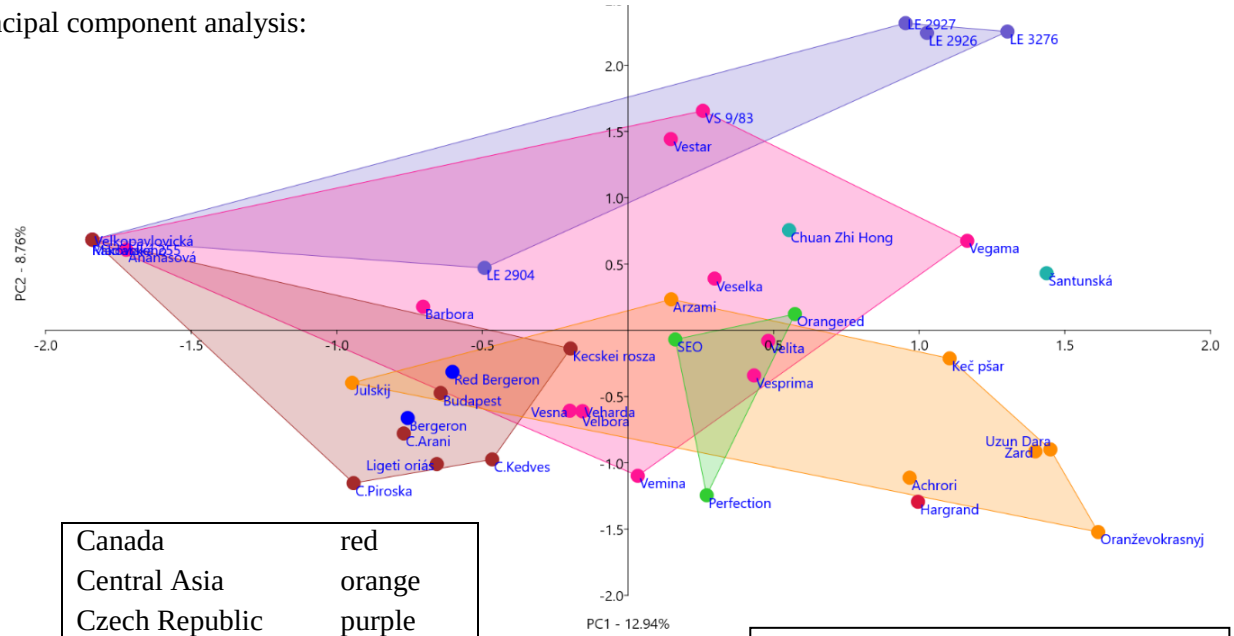
H	**Heterozygosity index**	Also called expected heterozygosity HE of diversity index DI in some cases. It is defined as the probability that an individual is heterozygous for the locus in the population.
PIC	**Polymorphic Information Content**	Probability that the marker genotype of a given offspring will allow deduction, in the absence of crossing over, of which of the two marker alleles of the affected parents it received.
E	**Effective multiplex ratio**	Also abbreviated as EMR, it is the product of the fraction of polymorphic loci for an individual assay. In other words, the number of loci polymorphic in the germplasm set of interest analysed per experiment. Except for SSRs (or other co-dominant markers) where E is 1 based on the assumption that each assay reveals a single locus.
H.av	**Arithmetic mean of H**	Also referred to as average heterozygosity for all markers, equals the average heterozygosity for polymorphic markers multiplied by the fraction of markers that are polymorphic

MI	**Marker Index**	This is defined as the product of the effective multiplex ratio E and the arithmetic mean heterozygosity H.av for the polymorphic bands in an assay.
D	**Discriminating power**	Represents the probability that two randomly chosen individuals have different patterns, and thus are distinguishable from one another.
R	**Resolving power**	Also abbreviated as Rp, is the ability of a primer or technique to distinguish between large number of genotypes. It is calculated as the sum of band informativeness Ib calculated for the banding pattern generated by the assay, where Ib measures the similarity of a band to the optimal condition, that 50% (presence or absence) of genotypes contain the band.

Cluster analysis:



Principal component analysis:



Canada	red
Central Asia	orange
Czech Republic	purple
France	blue
Hungary	brown
China	sea green

Legend:

Slovakia	pink
USA	green

Adresse der Autoren

NationalAgricultural and Food Centre – Research Institute of Plant Production, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovak Republic

Ansprechpartner: e-mail: lenka.klcova@nppc.sk, martina.hudcovicova@nppc.sk, katarina.ondreickova@nppc.sk, marcela.gubisova@nppc.sk, jozef.gubis@nppc.sk, erika.zetochova@nppc.sk

Stabil-Isotopenanalytik zur Kontrolle deklarierter geographischer Herkunft am Beispiel von österreichischen und slowakischen Marillen: Das IDARPO Interreg Projekt

Stable isotope analysis for control of declared geographic origin of Austrian and Slovak apricots: The IDARPO-Interreg-Project (AT-SK)

Micha Horacek[1], Martina Hudcovicova[2], Katarina Ondreickova[2] & Jozef Gubis[2]

Food products of certain geographic origin are more valued by consumers than the same commodities from other regions. Thus, the control of declared geographic origin is necessary to ensure correct labelling and to identify fraud, as there is the risk and fear that incorrect labelling and declaration of geographic origin can occur to increase profit, and numerous cases already have been reported.
For this purpose, in an EU-project apricot samples of the recent vintages (2019 and 2020) are investigated to differentiate samples from different apricot-producing regions in Austria, Slovakia and other countries. The isotope composition of the elements hydrogen (H), carbon (C), nitrogen (N) and oxygen (O) of fruit pulp (H, C, N, O), fruit stone (H, C, O) and fruit juice (O) is analysed to find appropriate parameters for the differentiation of geographic origin. The investigation of different sample tissues (pulp, stone, juice) supports a better differentiation of geographic origin due to different seasonal intervals influencing the respective commodities.
First results demonstrate differing isotope patterns between individual vintages, documenting the influence of weather varying between the years. These weather variations also result in differing success of differentiation between different regions of apricot production.

Adresse der Autoren

[1]HBLFA Francisco Josephinum, BLT Wieselburg, Isotopenanalytik
[2]National Agricultural and Food Centre – Research Institute of Plant Production, Bratislavská, Slovak Republic

Eine vergleichende Studie über die Isotopen- und Multi-Element-Signaturen von österreichischem und argentinischem Wein

A comparative study on the isotopic and multi-element profile of Argentine and Austrian wines

Julieta Gribof[1], Micha Horacek [2,3], Daniel A. Wunderlin[1] & Magdalena V. Monferrán[1*]

Abstract:

In this work, the investigation of white and red wines from Austria and Argentina has been performed based on the isotopic and multi-elemental profile data applying advanced techniques such as isotope ratio mass spectrometry and inductively coupled plasma mass spectrometry. The results indicate that the wine samples from Argentina generally possess higher concentrations of the analysed elements compared to Austrian wines. $\delta^{18}O$ values from wine water were characteristic of each country, while $\delta^{13}C$ values from ethanol did not present a significant geographical distinction. Linear discriminant analysis using isotopes and elements allowed us to classify 100 % of the wines according to the origin. The elements Sr, Li, V, Pb, B, Mn, Co, Rb, As, Na, Mg, Zn, and $\delta^{18}O$ were identified as sensitive indicators with the ability to discriminate wines according to their production origin. To our knowledge, it is the first work that involves the measurement of a wide range of elements in white and red wines in Argentina, as well as in Austria. This research highlights the potential of combined element concentrations and stable isotope ratios analyses to achieve a good differentiation of wine (and potentially other food stuff) based on their geographic origin.

Adressen der Autoren

[1]ICYTAC- Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Córdoba, CONICET and Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Bv. Dr. Juan Filloy s/n, Ciudad Universitaria, 5000, Córdoba, Argentina.
[2] BLT Wieselburg, HBLFA Francisco-Josephinum, Rottenhauserstrasse, 1, 3250 Wieselburg, Austria.
[3]Institute of Lithospheric Research, Vienna University, Althanstr. 14, 1090 Vienna, Austria.

Discrimination of Austrian and South African wine by stable isotope analysis

Micha Horacek[1], Helene Nieuwoudt[2], Kamil Kolar[3], Florian, F. Bauer[2] & Angelo Joseph[4]

Abstract

Consumers are willing to pay significantly higher prices for food and beverage products of certain, especially valued geographic origin. The control of declared geographic origin of food and beverages thus is an important issue, as it represents protection and prevention of consumer deception and fraud. We compared wine samples from Austria and South Africa by analysis of their oxygen (^{18}O) and carbon (^{13}C) isotope patterns. The results indicate that the wine samples from South Africa are generally enriched in $\delta^{18}O$ from wine water, which therefore are a good proxy for the differentiation from Austrian wines. The $\delta^{13}C$ from wine ethanol did not present a significant geographical distinction for the Austrian and South African samples. These results can be explained by the difference in ^{18}O of the water taken up by the vines in the respective countries, whereas the vines in both countries do not experience significant differences in the level of drought stress, which influences the ^{13}C-values. The observed differences in ^{18}O values is a good parameter to differentiate between wines from the two countries.

Adressen der Autoren

1 Department of Lithospheric Research, Vienna University, Althanstr. 14, 1090 Vienna, Austria
2 Department of Viticulture and Enology, Stellenbosch University, South Africa
3 Czech Agriculture and Food Inspection Authority, Inspectorate in Brno, Květná 15, 603 00 Brno, The Czech Republic
4 ARC Infruitec: Helshoogte Road, Stellenbosch, South Africa

Innovation Farm – Innovative Technologien für die Landwirtschaft erlebbar machen

Innovation Farm – making innovative technologies for agriculture understandable

Markus Gansberger[1*], Christian Fasching[2], Christoph Berndl[3], Martin Hirt[4] & Franz Handler[1]

Einleitung

Im Jahr 2019 veröffentlichte das Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus einen Aufruf zur Einreichung von Projekteinreichung auf Basis der Sonderrichtlinie „LE-Projektförderungen". Die inhaltliche Zielsetzung umfasste unter anderem den Aufbau von Demonstrationsbetrieben zu digitalen Technologien, um den Nutzen innovativer Technologien für die österreichische Landwirtschaft aufzuzeigen und in weiterer Folge die Anwendung zu fördern. Bei diesem Aufruf war ein breit getragenes Konsortium mit über 20 Partnern erfolgreich, woraus das im Jänner 2020 gestartete Projekt „Innovation Farm" entstand.

Material und Methoden

Standorte: Die empirische Arbeit (Themenfindung, Konzeption und Durchführung der Versuche, Analyse der Ergebnisse, Marketing) wird auf den drei Standorten der Innovation Farm (HBLFA Wieselburg, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bildungswerkstatt Mold) erbracht. Der Großteil der Versuche findet an diesen drei Standorten statt, zusätzlich stellen auch Praxisbetriebe Versuchs- und Demonstrationsflächen in unterschiedlichen Bundesländern zur Verfügung.
Einteilung der bearbeiteten Themen: Die bearbeiteten Themen („Use Cases") können nach unterschiedlichen Kriterien unterteilt werden: (1) Nach innerbetrieblichem Anwendungsgebiet in Innen- und Außenwirtschaft, (2) nach agronomischem Einsatzbereich in Ackerbau, Gründlandbewirtschaftung und Tierhaltung oder auch (3) nach Funktionsweise in „Ressourceneffizienz und Precision Farming", „Tiergesundheit und Tierwohl" und „Assistenzsysteme und Robotik".
Auswahl der Technologien: Fokus der Innovation Farm ist die Darstellung des Nutzens digitaler Agrartechnologien für den Endanwender. Die Arbeit konzentriert sich daher auf bereits möglichst marktreife Technologien, die für den Versuchszeitraum von den jeweiligen Herstellern und Anbieter zur Verfügung gestellt werden. Die Arbeit der Innovation Farm beschränkt sich auf Produktionstechniken.
Wissenstransfer: Aus allen bearbeiteten Themen wird einmal jährlich ein Katalog aus Bildungsthemen und -formaten erstellt und agrarischen Fort- und Weiterbildungseinrichtungen zur Verfügung steht. Diese können daraus individuell Vorträge, Webinar und Workshops auswählen und beim jeweiligen Standort anfragen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Darstellung der durchgeführten „Use Cases" erfolgt im Folgenden nach der Funktionsweise der betrachteten Technologien.
Ressourceneffizienz und Precision Farming: Hier stehen vor allem Technologien im Fokus, die eine Prozessoptimierung im Ackerbau ermöglichen und helfen, Betriebsmittel optimal einzusetzen oder einzusparen.
Durch die Anwendung von RTK-Lenksystemen und eine verbesserte Fahrspurplanung werden Überlappungen bei den einzelnen Überfahrten reduziert und der Betriebsmitteleinsatz optimiert. Die einmalige Aufnahme der exakten Feldgrenzen kann u.a. mit einem RTK-Grenzmessstab für das exakte Vermessen von Feldgrenzen verwendet werden. Darauf aufbauende Potentiale bieten die automatische Teilbreitenschaltung, die beim Anbau bis hin beim mechanischen Pflanzenschutz bei Hackgeräten zum Einsatz kommt, sowie die teilflächenspezifische Bewirtschaftung.
Eine Herausforderung bei neuen Entwicklungen ist vielfach, herkömmliche Anbaugeräte mit Sensoren, die entweder Daten für folgende Arbeitsprozesse oder für die Dokumentation aufzeichnen oder direkt diverse Steuerungen übernehmen, auszustatten. Dies ist auch eine Herausforderung bei einem Use Case, bei dem je nach Bodenbeschaffenheit Teilflächen im Feld tiefer oder weniger tief bearbeitet. Beim Pflug

wird die Arbeitsbreite automatisch an die Feldkonturen angepasst, um Keilflächen am Rand zu vermeiden. Neben der Treibstoffersparnis bringt das eine Zeiteinsparung und Bodenschonung am Vorgewende. Bei der Saatbettbereitung wird bei einer Anwendung die Rauigkeit des Bodens hinter der Kreiselegge gemessen. Wird ein festgelegter Wert unter- oder überschritten wird automatisch die Fahrgeschwindigkeit oder die Zapfwellendrehzahl entsprechend angepasst. Dadurch wird der Treibstoffverbrauch reduziert und ein besserer Feldaufgang ermöglicht.
Die teilflächenspezifische (Mais-)Aussaat und die teilflächenspezifische Düngung berücksichtigen unterschiedliche Bodenbedingungen und Pflanzenentwicklungen innerhalb einzelner Felder. Die ausgebrachten Saatgut- und Düngermengen werden dabei an die Bedingungen der Teilfläche so angepasst, dass die Ertragspotentiale abgeholt werden können, aber gleichzeitig Über- und Unterversorgungen, vor allem bei der Düngung, vermieden werden. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist die Feldstücke in entsprechende Zonen zu gliedern oder den Pflanzenbestand (vorhandene Biomasse) und den Nährstoffversorgungsgrad zu erfassen und mit Indices zu beschreiben.
Ebenfalls wichtig ist die Düngerverteilung. Hier wird untersucht, welche Grenzstreusysteme es am besten schaffen, den Dünger möglichst nahe an die Grenze zu bringen. Gerade bei kleinstrukturierten Flächen ist es notwendig auch im Randbereich gute Erträge zu erzielen. Gleichzeitig ist es aber notwendig vor allem sensible Randbereiche wie Gewässer vor unerwünschten Düngereinträgen zu schützen.
Auch bei der Beikrautregulierung sind innovative Entwicklungen zu sehen:

- Mit Kameras und einem Seitenverschubrahmen können Hackgeräte so gesteuert werden, dass sie möglichst nahe an Pflanzen in Reihenkulturen herankommen, ohne sie zu verletzen.
- Ebenso teilflächenspezifischer Pflanzenschutz ist zunehmend ein Thema: Bei der teilflächenspezifische Distelbekämpfung werden Bestände von der Pflanzenschutzanwendung mit Drohnen abgeflogen, aus diesen Daten dann eine Applikationskarte erstellt und die Pflanzenschutzmittel bei der Anwendung nur dort ausgebracht, wo Distelnester auftreten.

Tiergesundheit und Tierwohl: Die Ziele der hier betrachteten Technologien reichen von der Automatisierung von Arbeitsabläufen über die Effizienzsteigerung des Betriebsmitteleinsatzes bis hin zur Steigerung des Tierwohles. Grundlage dieser Technologien sind in den meisten Fällen Sensoren, die Informationen über Tiere liefern, mit denen z.B. Krankheiten früher erkannt werden.
Auf vielen rinderhaltenden Betrieben sind Roboter bereits angekommen - diese übernehmen das Melken, das Entmisten, das Futteranschieben, das Einstreuen, etc. Einzelne Anwendungen werden dabei auch an der Innovation Farm unter die Lupe genommen:

- ein Futteranschubroboter, der dafür sorgt, dass am Futtertisch immer Futter zur Verfügung steht und es regelmäßig gelockert und durchmischt wird. Damit wird die Futteraufnahme deutlich erhöht.
- ein Entmistungsroboter, der für saubere Laufflächen sorgt, was neben der Reduktion von Ammoniakemissionen auch für die Klauengesundheit förderlich ist.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden tierindividuelle Sensoren, die zur Überwachung der Tiergesundheit, des Brunstverhaltens oder der Widerkautätigkeit dienen. Diese können am Hals, im Pansen oder am Ohr abgebracht sein.
Im Bereich der Almwirtschaft können mithilfe von „Weide-GPS“ Positionen und Bewegungen von Almtieren überwacht werden.
Assistenzsysteme und Robotik: In diesem Bereich werden Systeme zur Automatisierung bzw. Reduktion des täglichen, physischen Arbeitsaufwandes behandelt.

- Telemetriesysteme dienen der Fahrzeugüberwachung, Einsatzdokumentation und Anbaugeräteerkennung und -steuerung. Die Tests erfolgen hier in Kombination mit unterschiedlichen Anbaugeräten.
- Ein weiteres Sensorsystem erkennt Wildtiere (Rehkitze) während der Mahd. Neben dem Schutz der Wildtiere wird damit auch das Risiko von Verunreinigungen durch Tierkadaver im Grundfutter reduziert.
- Bei einer weiteren Lösung können ISOBUS- und GPS-Lenksysteme auch bei älteren Traktoren nachgerüstet werden. Als Terminal kann dabei ein handelsübliches Tablet verwendet werden.
- Eine Ballenpresse mit der ISOBUS-Funktionalität TIM (Tractor Implement Management) steuert den Traktor für eine maximale Auslastung der Presse und eine Entlastung des Fahrers.
- Mähdrescher mit speziellen Sensoren optimieren automatisch Druschparameter wie Maschinenauslastung, Druschverluste und Kornqualität.

- Mit Sä- und Hacktechnik ausgestattete Feldroboter erledigen bei einem Versuch mit Bio-Zuckerrübe den Anbau sowie die anschließende mechanische Beikrautregulierung.

Die im Projekt Innovation Farm eingesetzten Technologien geben einen vielfältigen Einblick in die Möglichkeiten digitaler bzw. computergestützter Verfahren in der landwirtschaftlichen Produktion. Für einen breitflächigen Einsatz in der (im europäischen Vergleich) kleinstrukturierten österreichischen Landwirtschaft stehen derzeit zum Teil jedoch noch hemmende Faktoren wie ökonomische Rentabilität oder einfache Anwendbarkeit (Usability/"Plug and Play") entgegen.

Zusammenfassung

Das Projekt „Innovation Farm" wurde gestartet, um bereits vorhandene, marktreife, digitale Agrartechnologien für die landwirtschaftliche Praxis in Österreich anschaulich zu machen. Im Zentrum stehen dabei unabhängige Tests auf unterschiedlichen Standorten, die Analyse der Ergebnisse sowie der anschließende Wissenstransfer hin zu Landwirtinnen und Landwirten. Die einzelnen Maschinen, Geräte und Anwendungen werden von einer Vielzahl unterschiedlicher Unternehmen bereitgestellt. Im Bereich „Ressourceneffizienz und Precision Farming" sind dies Lenksysteme, Teilbreitenschaltung, Beikrautregulierungen, teilflächenspezifische Bewirtschaftung oder die automatische Anpassung der Arbeitstiefe. Im Bereich „Tiergesundheit und Tierwohl" werden tierindividuelle Sensoren zur Tierbeobachtung sowie Fütterungs- und Entmistungstechniken erprobt. Bei „Assistenzsystemen und Robotik" stehen Themen im Vordergrund, welche die physische und psychische Entlastung der Bewirtschaftenden zum Ziel hat.

Abstract

Innovation Farm has started to foster awareness of Austrian farmers regarding digital technologies in agriculture. The project focuses on independent testing on different sites, the analysis of results as well as on the knowledge transfer to farmers. Each digital technology like machinery is provided by its development company. In the area "resource efficiency and precision farming" the scope ranges from automatic steering systems, section control, weed management, site-specific management but also automatic adaption of working depth. Within area "animal health & welfare" single animal specific sensor systems are tested, in addition to proven feeding and manure removal technologies. Looking to "assistance systems and robotics", demonstration activities aims to physical as well as mental relief of farmers.

Danksagung

Das Projekt wird als Teil des Clusters „Digitalisierung in der Landwirtschaft" von Bund, Ländern und der Europäischen Union im Rahmen des Programms für Ländliche Entwicklung 14-20 gefördert.

Literatur

GANSBERGER M, FASCHING C, BERNDL C, BARTA N, HANDLER F, KASTENHOFER P, HIRT M, PRANKL H, 2020: Innovation Farm - Neuartige, digitale Technologien in der Landwirtschaft werden sichtbar, greifbar und anwendbar. In: Beitrag 192. 40. GIL-Jahrestagung 2020, 17.-18. Feb., Campus Weihenstephan, Freising.

GANSBERGER M, FASCHING C, PENZINGER J, 2021: Innovation Farm zeigt den Nutzen digitaler Technologien. Bauernjournal 10A (noch nicht erschienen), s.p..

HIRT M, GANSBERGER M, HANDLER F, 2020: Smart Farming: Was (wirklich) möglich ist. In: Zukunftsraum Land – „Zeitschrift für ländliche Entwicklung" Ausgabe 3.20., 14-15.

Adressen der Autoren

[1] HBLFA Francisco Josephinum, Rottenhauser Straße 1, A-3250 Wieselburg

[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

[3] Bildungswerkstatt Mold, Mold 72, A-3580 Mold

[4] Landwirtschaftskammer Österreich, Schauflergasse 6, A-1015 Wien

[*] Ansprechpartner: Dr. Markus GANSBERGER, markus.gansberger@josephinum.at

Feldrobotik – Ökonomik und Akzeptanz

Economics and Acceptance of Field Crop Robots

Olivia Spykman* & Markus Gandorfer

Hintergrund

Mit dem Einsatz autonomer Technologien wie Feldrobotern werden verschiedene positive Effekte verbunden, so dass von diesen ein Beitrag zur Lösung der großen Herausforderungen der Landwirtschaft erwartet wird. Feldroboter sollen beispielsweise den Menschen von monotonen und anstrengenden Arbeiten entlasten und, je nach Bauart, aufgrund ihres geringeren Gewichts im Vergleich zu herkömmlicher Technik den Boden schonen. Ein wesentlicher Aspekt ist zudem, dass insbesondere in kleinstrukturierten Agrarlandschaften mit oftmals ungünstigen Schlaggeometrien der Einsatz „kleiner" Agrarrobotik flächenstrukturelle Nachteile abmildern kann. Diese positiven Aspekte tragen schließlich zur Sicherung von Biodiversität und der Kulturlandschaft bei.
Der Arbeitsbereich Digitalisierung (Institut für Landtechnik und Tierhaltung) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft beschäftigt sich am neuen Standort in Ruhstorf an der Rott intensiv mit der systemorientierten Bewertung von Feldrobotik. Dabei stehen neben technischen und pflanzenbaulichen Fragestellungen insbesondere sozio-ökonomische Aspekte im Zentrum des Interesses. Im Rahmen dieses Beitrags werden exemplarisch wissenschaftliche Arbeiten aus dem Bereich der Ökonomik sowie der Akzeptanzforschung zu Feldrobotern zusammengefasst.

Wirtschaftlichkeit der Feldrobotik

Ein wesentlicher Faktor für die Adoption neuer Technik ist ihre Wirtschaftlichkeit. Erste wissenschaftliche Studien auf Basis von Modellrechnungen legen nahe, dass mit dem Einsatz von Feldrobotik bereits kleinere Betriebe ihre Produktionskosten senken können (Lowenberg-DeBoer et al., 2021a). Durch das autonome Arbeiten können Lohnkosten eingespart und dadurch die Skalenökonomie landwirtschaftlicher Maschinen verändert werden (Gaus et al., 2017). Der Trend zu immer schlagkräftigeren und damit meist auch schwereren Maschinen wäre deshalb vor dem Hintergrund von Feldrobotik neu zu bewerten. Des Weiteren weisen erste Versuche zum Vergleich autonomer und nicht-autonomer Technik zur Beikrautregulierung in ökologischen Zuckerrüben darauf hin, dass beide Produktionssysteme zu vergleichbaren Erträgen führen (Kopfinger und Vinzent, 2021). Allerdings hängt die Realisierung dieser Potenziale auch maßgeblich von der Regulierung autonomer Maschinen ab. Aktuell wird die zunehmende Marktverfügbarkeit autonomer Maschinen in der Landwirtschaft in der Gesetzgebung noch nicht berücksichtigt. Dabei hat eine aus Sicherheitserwägungen denkbare Überwachungspflicht für Feldroboter im Einsatz einen starken Einfluss auf deren Wirtschaftlichkeit und kann im strengsten betrachteten Szenario die vorher beschriebenen ökonomischen Vorteile gegenüber herkömmlicher Technik für kleine Betriebe wieder aufheben (Lowenberg-DeBoer et al., 2021b). Der aktuelle rechtliche Rahmen wird daher in einer Befragung bayerischer Landwirt:innen als eines der größten Hemmnisse bezüglich Feldrobotik genannt (Spykman et al., 2021a).

Akzeptanz in Landwirtschaft und Gesellschaft

Da die Autonomie von Feldrobotern eine neue technologische Dimension darstellt, darf nicht außer Acht gelassen werden, wie diese von den potenziellen Nutzer:innen, aber auch von der nicht-landwirtschaftlichen Gesellschaft eingeschätzt wird. Es zeigt sich seitens der Hersteller noch keine klare Richtung, welche Größendimensionen Feldroboter zukünftig aufweisen werden. Eine Umfrage unter bayerischen Landwirt:innen signalisiert eine Präferenz für kleine Feldrobotik. Gleichwohl würden die befragten Landwirt:innen kleine Feldrobotik nur bei Pflanzenschutzanwendungen autonomen oder herkömmlicher Traktoren, also großen Maschinen, vorziehen (Spykman et al., 2021a; Abbildung 1). Dies deckt sich mit einem signifikanten Zusammenhang zwischen Investitionsinteresse an Feldrobotern und öko-

logischer Wirtschaftsweise (Spykman et al., 2021a), da gerade im ökologischen Anbau bestimmter Kulturen das Einsparpotenzial im Lohnkostenbereich aufgrund manueller Beikrautregulierung sehr hoch ist.

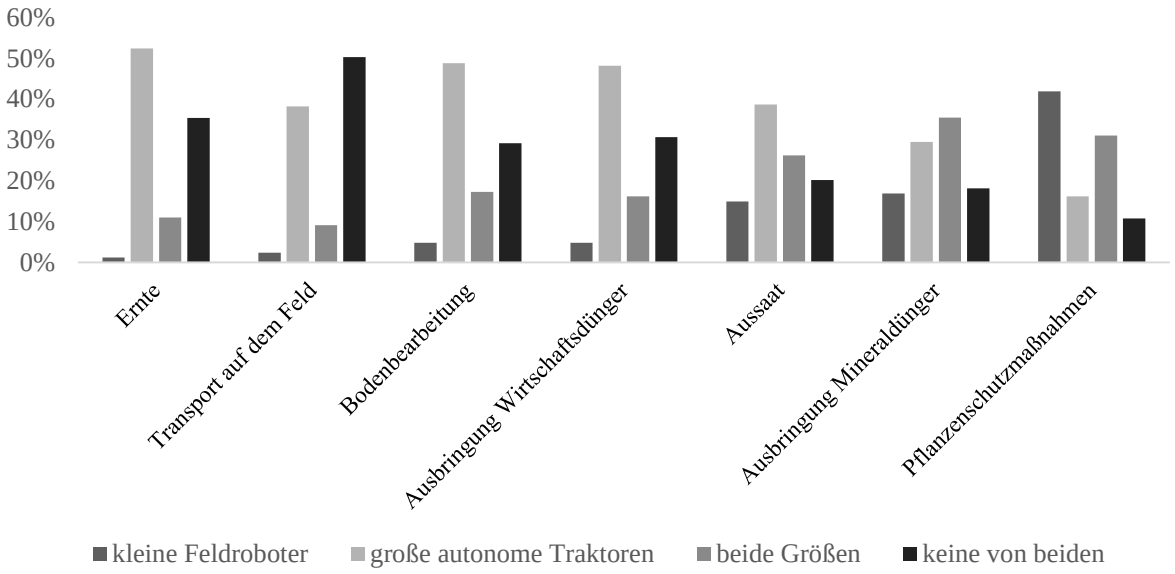


Abbildung 1: **Präferenzen für autonome Groß- oder Kleinmaschinen bzw. herkömmliche Traktoren nach Arbeitsschritten der Feldarbeit, in Reihenfolge aufsteigender Präferenz für kleine Feldrobotik; adaptiert von Spykman et al., 2021**

Zusätzlich ist für viele Landwirt:innen die Akzeptanz von Feldrobotik aus der Perspektive der Bevölkerung zunehmend von Bedeutung, wie die negative Korrelation zwischen Investionsinteresse an Feldrobotik und Angst vor einem Bild der entfremdeten Landwirtschaft durch Robotik suggeriert (Spykman et al., 2021a). Allerdings konnte in einer Befragung der deutschen Bevölkerung festgestellt werden, dass sich diese im Allgemeinen noch keine eindeutige Meinung zu digitalen Technologien in der Landwirtschaft gebildet hat (Pfeiffer et al., 2021). Spontanassoziationen mit Bildern kleiner und großer autonomer Maschinen ergaben gemischte Bewertungen, wobei das Bild, das kleine Schwarmroboter beim Einsatz auf dem Feld zeigte, insgesamt deutlich positiver bewertet wurde (Pfeiffer et al., 2021). Gleichwohl ergaben weiterführende Auswahlexperimente, dass für die Bevölkerung die Größe autonomer landwirtschaftlicher Maschinen von deutlich geringerer Relevanz ist als ihr Anwendungsbereich. So ist für die Befragten beispielsweise die Art der Beikrautregulierung (mechanisch bzw. chemisch) entscheidend, nicht aber Größe und Autonomiegrad der Technik (Spykman et al., 2021b). Die Angst der Landwirt:innen vor einem Bild der entfremdeten Landwirtschaft durch den Einsatz von Feldrobotern kann somit nicht bestätigt werden. Vielmehr findet sich eine gewisse Übereinstimmung zwischen Landwirtschaft und Gesellschaft dahingehend, dass der Einsatz von Feldrobotik im Pflanzenschutz mit dem Ziel Reduktion von chemischen Pflanzenschutzmitteln positiv besetzt ist.

Zusammenfassung

Der Feldrobotik werden Vorteile wie eine verbesserte Wirtschaftlichkeit bei ungünstigen Schlaggeometrien oder geringere Bodenverdichtung zugeschrieben. Um diese Vorteile zu realisieren, bedarf es jedoch der Akzeptanz der Stakeholder. Ergebnisse aktueller Studien zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit dieser Technik in großem Maße von ihrer Regulierung durch den Gesetzgeber abhängen wird. Zudem zeigen vorliegende Akzeptanzstudien, dass weder in der Landwirtschaft noch in der Gesellschaft größere Widerstände gegen Feldrobotik zu erwarten sind.

Abstract

Field crop robots are ascribed advantages like improved economy of irregular fields or reduced soil compaction. To realize these advantages, however, the technology must be accepted by the various

stakeholders. Results show that the economy of field crop robots is largely dependent on their legal regulation. Additionally, acceptance studies among both farmers and non-farmers indicate that no major objections to field crop robots need to be anticipated.

Literatur

GAUS CC, MINSSEN TF, URSO LM, DE WITTE T, WEGENER J, 2017: Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Pflanzenbausystemen. Abschlußbericht. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Technische Universität Braunschweig, Julius Kühn-Institut. Verfügbar auf www.orgprints.org (abgerufen: 01.09.2021).

KOPFINGER S, VINZENT B, 2021: Erprobung und Bewertung eines autonomen Feldroboters. In: Referate der 41. GIL-Jahrestagung 2021, 08.-09. März, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V., Potsdam, Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, Bonn, 175-180.

LOWENBERG-DEBOER J, FRANKLIN K, BEHRENDT K, GODWIN R, 2021a: Economics of autonomous equipment for arable farms. Precision Agriculture 53 (9), 933-948.

LOWENBERG-DEBOER J, BEHRENDT K, EHLERS MH, DILLON C, GABRIEL A, HUANG I, ... & ROSE D, 2021b: Lessons to be learned in adoption of autonomous equipment for field crops. Applied Economic Perspectives and Policy 1– 17.

SPYKMAN O, GABRIEL A, PTACEK M, GANDORFER M, 2021a: Farmers' perspectives on field crop robots – Evidence from Bavaria, Germany. Computers and Electronics in Agriculture, Volume 186, July 2021, 106176.

SPYKMAN O, EMBERGER-KLEIN A, GABRIEL A, GANDORFER M, 2021b: Feldroboter aus Sicht der Gesellschaft – Auswertung eines Discrete Choice Experiments. In: Referate der 41. GIL-Jahrestagung 2021, 08.-09. März, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V., Potsdam, Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, Bonn, 295-300.

PFEIFFER J, GABRIEL A, GANDORFER M, 2020: Understanding the public attitudinal acceptance of digital farming technologies: a nationwide survey in Germany. Agriculture and Human Values 38, 107–128.

Adresse der Autoren

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Arbeitsgruppe Digital Farming, Kleeberg 14, 94099 Ruhstorf a.d.Rott

* Ansprechpartnerin: Olivia Spykman, olivia.spykman@lfl.bayern.de

Erwartungshaltung zu Precision Farming in der europäischen Land-wirtschaft - Auswertung einer Befragung im Rahmen des EU-Projekts TransFarm

Expectations of Precision Farming in European agriculture - Evaluation of a survey within the framework of the EU project TransFarm

Jürgen Karner[1*] & Reinhard Streimelweger[2]

Einleitung

Zehn Partner aus fünf europäischen Ländern (Italien, Polen, Ungarn, Slowenien und Österreich) haben im April 2019 das Interreg Projekt TransFarm4.0 gestartet.
Dieses Vorhaben verfolgt das Ziel, Precision Farming (PF) Technologien zu fördern. Die Nutzung von PF durch EU Landwirte ist aber noch verbesserungswürdig [SCHRIJVER, R., et. al. (2016), BOSCARO, D. and TOMASI, D, 2020]. Ein Teil des Projekts ist eine Umfrage bei Landwirten in CE-Ländern hinsichtlich deren Erwartungshaltung und Akzeptanz. Aus den Ergebnissen sollten Schlüsse für künftige PF Innovationen und Verbesserungen abgeleitet werden. Zudem sollten die Anforderungen und Bedürfnisse der Landwirte in den jeweiligen mitteleuropäischen Ländern (IT, PL, HU, SLO und AT) für mögliche zukünftige technologische Innovationen gesammelt und ausgewertet werden.
Darüber hinaus geben die Ergebnisse der Online-Umfrage unter anderem einen Einblick in die Frage, in welchen PF-Anwendungen (z. B. Tracking-Systeme (GPS), Einsatz von Robotern oder Drohnen usw.) die Landwirte eher einen Nutzen oder eine Chance sehen als einen Nachteil oder ein Risiko, wenn sie auf ihrem Betrieb angewendet werden.
Die TransFarm4.0 Precision Farming-Umfrage aus dem Jahr 2019 wurde in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern CREA für Italien, der Universität Maribor für Slowenien, der Szent István-Universität für Ungarn und KIRG für Polen ausgewertet. Die Ergebnisse werden nachfolgend auszugsweise dargestellt.

Material und Methoden

Im Rahmen des TransFarm4.0-Projekts wurde 2019 von Francisco Josephinum Wieselburg (FJ) eine Online-Umfrage zur Präzisionslandwirtschaft (PF) unter Landwirten gestartet. Die Umfrage richtete sich an CE-Landwirte und wurde Ende Juli 2019 online über einen Online-Umfrage-Link gestartet. Die Online-Umfrage war von Juli 2019 bis mindestens Ende November 2019 (4 Monate) auf Anfrage offen. Die Umfrage wurde von FJ in Österreich erstellt. Jeder Projektpartner übersetzte die Umfrage anschließend in seine Landessprache und FJ erstellte für jedes Land eine entsprechende Online-Umfrage und einen Weblink für seine Landwirte.
Das Ergebnis der Umfrage umfasst 236 Antworten von Landwirten in allen fünf CE-Ländern. Alle Landwirte beantworteten 16 Fragen zum Thema "Precision Farming". Im ersten Teil der Umfrage wurden allgemeine Informationen über die Landwirte und ihre Betriebe erhoben. Diese Informationen waren wichtig, um soziale sowie betriebliche Faktoren (insbesondere Geschlecht, Alter, Bildung, Betriebsgröße, Betriebstyp, Betriebsform usw.) zu berücksichtigen.
Die zentralen Hauptfragen gliedern sich in elf geschlossene Fragen mit unterschiedlicher Möglichkeit, die verschiedenen Fragen zu beantworten. Bei Fragen, die als Multiple-Choice-Fragen gekennzeichnet waren, war nur eine Antwort zulässig. Für Fragen mit mehreren Antworten (oder mit mehreren Antwortmöglichkeiten) waren verschiedene Antwortoptionen möglich. Die letzten fünf Fragen (12-16) der Umfrage waren offene Fragen.
Um herauszufinden, welche PF-Innovationen oder -Verbesserungen von den befragten Landwirten bevorzugt werden, wurden fünf offene Fragen in den Bereichen I) ISOBUS-Anwendungen, II) Fern- und Naherkundung und III) Big- & Smart- Data Managementanwendungen, IV) Feldrobotik und V) sonstige PF Innovationen gestellt, um die Anforderungen und Bedürfnisse der CE-Landwirte zu erfassen.

Ergebnisse und Diskussion

Die 236 Antworten verteilten sich wie folgt: Italien (40), Ungarn (49), Slowenien (40), Polen (30) und Österreich (77). Gesamt lag der Anteil der Antworten männlicher Umfrageteilnehmer bei 75 %, der Anteil an Teilnehmerinnen bei 25 %. Knapp drei Viertel aller Teilnehmer (73 %) waren zwischen 30 und 59 Jahre alt. Ein gutes Viertel (26 %) aller Teilnehmer hatte einen Matura-(Abitur-)Abschluss und gut die Hälfte (53 %) hatte einen Hochschulabschluss, was insgesamt fast vier Fünftel (79 %) aller Befragten ausgemacht hat. Letzterer war insbesondere in Ungarn (96 %) und Slowenien (83 %) am höchsten. Die Betriebe mit weniger als 10 Hektar (ha) landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) waren mit einem Anteil von 20 % am höchsten repräsentiert, gefolgt von den Betriebsgrößen 50-99 ha mit 19 % und 100-199 ha mit 18 %.

Den größten Anteil machten die Marktfruchtbetriebe (29 %) und Dauerkulturbetriebe (37 %) aus. Insbesondere in Italien und Ungarn war der Anteil der Dauerkulturbetriebe, aufgrund der Spezialisierung auf Weinbau mit 88 % bzw. 80 % am höchsten. Im Vergleich dazu lag der höchste Anteil von Marktfruchtbetrieben mit 66 % in Österreich.

Etwa drei Viertel (74 %) aller Teilnehmer bewirtschafteten ihren Betrieb konventionell. Ein Viertel (26 %) sind biologisch arbeitende Betriebe. Im Vergleich dazu ist es aber in Polen mit 47 % annähernd die Hälfte der befragten Betriebe, welche biologisch wirtschaften.

Es wird zwischen Haupt- und Nebenerwerbsbetrieben unterschieden, wobei unter Haupterwerb zu verstehen ist, dass ein Betriebsleiter(-ehepaar) mehr als 50 % der Gesamtarbeitszeit auf dem land- und forstwirtschaftlichen Betrieb erbringt. Grundsätzlich führen insgesamt etwa zwei Drittel (64 %) der antwortenden Landwirte einen Haupterwerbsbetrieb und zirka ein Drittel (36 %) einen Nebenerwerbsbetrieb. In Slowenien hingegen sind 70 % der befragten Landwirte Nebenerwerbslandwirte. Etwa 28 % der Betriebe lagen in einem benachteiligten Gebiet, in Slowenien hatten sogar 60 % einen solchen Bergbauernbetrieb.

Interessenslage an PF, Hemmnisse und Potentiale

Von den Landwirten gaben 11 % an, nicht an Precision Farming (PF) interessiert zu sein, während 40 % aktuell noch keine Precision Farming Technologien anwenden, dies aber in naher Zukunft vorhaben. Etwa 15 % gaben an, fortgeschrittener Benutzer oder langjährige Profi-Anwender von PF zu sein. Hier ist ein Zusammenhang mit Ausbildung und Betriebsgröße festzustellen. Je besser ausgebildet und je größer der Betrieb ist, umso höher ist die Bereitschaft PF Technologien einzusetzen.

Etwa zwei Drittel der befragten Landwirte meinten, dass Sie (verstärkt) Precision Farming Technologien auf ihrem Betrieb einsetzen würden, wenn die Kosten dafür geringer wären. In Österreich waren dies sogar 84 %. Einfachere/zuverlässigere Technologien fordern 44 % der Landwirte. Etwa 37 % würden PF einsetzen, wenn Sie in diesem Bereich besser ausgebildet wären.

Am häufigsten genutzt werden aktuell:	Möchte ich in nächster Zeit sicher anschaffen	Erwäge, diese Technologie in den kommenden Jahren zu erwerben
App´s für Wetter, Gebrauchtmaschinen und Marktinformationen (51 %) Agro-Wetterstationen (32 %) Agrar-App´s für die Außenwirtschaft (29 %) GPS (26 %) FMIS (23 %).	GPS (15 %) Technologie für tfs Bodenbearbeitung (15 %) Aussaat und Technologie für tfs Pflanzenschutz (15 %) Sensoren für die Außenwirtschaft (14 %) Ertragsmodellierung (basierend auf Bodenproben, Satellitendaten, etc.) (14 %) FMIS (14 %)	Sensoren für die Außenwirtschaft (42 %) Technologie für tfs Düngung (40 %) Technologie für tfs Pflanzenschutz (39 %) Ertragsmodellierung (39 %) FMIS (37 %) GPS (36 %) Drohnen (36 %)

„Sehr hohes bzw. hohes Potential“ haben laut den CE Landwirten insbesondere der teilflächenspezifische (tfs) Pflanzenschutz (69 %), die tfs mineralische Düngung (NPK, etc.) (63 %) und die tfs Bodenbearbeitung (60 %) sowie die tfs mechanische Beikrautregulierung (60 %) und die tfs organische Düngung (58,5 %). Grundsätzlich sollten die Technologien der Verbesserung der Arbeitsqualität (80 %), der

Arbeitserleichterung (78 %) und der Dokumentationserleichterung (73 %) dienen. Hinsichtlich ISOBUS seien die Kompatibilität und die Anwenderfreundlichkeit zu verbessern.
Für Feldroboter sehen die Landwirte Potentiale im Bereich des Pflanzenschutzes, insbesondere in Dauerkulturen, sofern die technische Ausstattung verbessert wird.
Als Hemmnisse für PF-Technologien werden die teils hohen Anfangsinvestitionen (82 %), noch zu verbessernde Kompatibilität der unterschiedlichen Systeme (59 %) und die anfallenden laufende Kosten (58 %) gesehen. Handlungsbedarf sehen die Landwirte vor allem bei den politischen Instrumenten (Förderungen, gesetzliche Rahmenbedingungen, etc.), den Landwirten selbst, den Bildungsanbietern sowie der Beratung und bei der Forschung und Entwicklung.

Zusammenfassung

Insgesamt konnten 236 Landwirte die TransFarm-Umfrage erfolgreich beantworten. Der Großteil dabei war männlich (75 %), und im Alter zwischen 30 und 59 Jahre alt (73 %). Den größten Anteil machten die Marktfrucht- (29 %) und Dauerkulturbetriebe (37 %) aus.
In Bezug auf das Alter der Landwirte, haben alle Altersgruppen ein größeres Interesse an PF Technologien, als gar kein Interesse. Die Mehrheit der Landwirte setzt PF zwar derzeit noch nicht ein, hat dies aber in naher Zukunft vor. Es kann festgehalten werden, dass mit zunehmender Qualifikation und Betriebsgröße die Bereitschaft steigt, PF-Technologien einzusetzen. Etwa zwei Drittel der befragten Landwirte gaben an, dass Sie (verstärkt) Precision Farming Technologien auf ihrem Betrieb einsetzen würden, wenn die Kosten dafür geringer, die Technik einfacher und sie selbst besser ausgebildet wären. PF-fördernde Aspekte sind dagegen die Verbesserung der "Qualität der Arbeit" (80%) und die „Verringerung der Arbeitsbelastung“ (78%). Neben den Kosten generell sind Kompatibilität und benutzerfreundliche Handhabung die wichtigsten Forderungen von den Landwirten an (neue) PF-Technologien.

Abstract

A survey among farmers across the CE region was carried out in 2019 within the framework of the Interreg project TransFarm4.0, to gain information about their attitude, expectations and demands towards PF. Ten partners from five CE countries (IT, HU, SLO, PL, AT) pursue the goal of advancing precision agriculture through technological improvements in this project. In order to achieve a better dissemination of PF technologies in practice, it is necessary, among other things, to work out the challenges in technology transfer and also to take into account the practical requirements of farmers. Therefore an online survey was carried out in 2019 in order to better include the requirements of farmers in the analysis. As a result, 236 farmers located in the five CE project partner countries could be questioned in order to draw conclusions for further future PF innovations and improvements.

Literatur

ZARCO-TEJADA PJ, HUBBARD N and LOUDJANI P., 2014, Precision agriculture – An opportunity for EU farmers - Potential support with the CAP 2014-2020. Joint Research Centre (JRC) of the European Commission, Monitoring Agriculture ResourceS (MARS) Unit H04
SCHRIJVER, R., et. al., 2016, Precision agriculture and the future of farming in Europe, Scientific Foresight Study, 12/2016.
BOSCARO, D. and TOMASI, D. in STREIMELWEGER, R. et.al. (Hg.), 2020: Point-Zero Report of CE Emerging Clusters & Specialisations in PF, Interreg-Central Europe Program TransFarm4.0.

Adressen der Autoren

[1] HBLFA Francisco Josephinum, BLT Wieselburg, Rottenhauser Straße 1, A-3250 Wieselburg

[2] Josephinum Research, Rottenhauser Straße 1, A-3250 Wieselburg

[*] Ansprechpartner: Dr. Jürgen KARNER, juergen.karner@josephinum.at

Farm/IT - mein Entscheidungshilfe-Assistent für die Fruchtfolgeplanung

Farm/IT - my decision-making assistant for crop rotation planning

Marie-Luise Wohlmuth[1], Jürgen K. Friedel[1] & Thomas Neubauer[2]

Einleitung

Fruchtfolgen zu planen erfordert Erfahrung, Gefühl und Wissen über Kulturen, den Markt, Pflanzenkrankheiten, den Boden und noch vieles mehr, was uns gar nicht bewusst ist.

Oft verbirgt sich darin ein Abwägen zwischen Ökonomie und Ökologie. Soll ich mich für höhere Deckungsbeiträge oder doch für mehr Bodengesundheit entscheiden? Wie finde ich einen guten Mix aus Beidem?

Die TU Wien und die BOKU entwickeln ein System, in das all diese Entscheidungsgrundlagen einfließen und mit Hilfe dieser Fruchtfolgen kreiert. Anbauabstände werden eingehalten, die Vorfrucht- Nachfruchtwirkungen der Kulturen spielt eine zentrale Rolle, die Wirkung der Kultur auf den Humusgehalt des Bodens, aber auch der Deckungsbeitrag der Kultur wird betrachtet. Fruchtfolgeregeln wie das Abwechseln von Halm- und Blattfrucht oder ein begrenzter Hackfruchtanteil werden berücksichtigt und daraus eine Anzahl möglicher Fruchtfolgen kreiert. Und Farm/IT berücksichtigt alles und behält all diese Informationen immer im „Kopf".

Material und Methoden

Ein an der TU Wien entwickeltes, multikriterielles Entscheidungsunterstützungsmodell (Neubauer und Hendrix 2008) wurde mit Daten über Fruchtfolgen ergänzt, , wodurch unter Einhaltung eines großen Erfahrungsschatzes, Standorteigenschaften, Fruchtfolgeregeln, Fruchtfolgeempfehlungen und den Präferenzen des Landwirts oder der Landwirtin ein Werkzeug geschaffen wird, das mögliche Fruchtfolgen erzeugt und anhand von ökonomischen (Deckungsbeitrag) und ökologischen (Humuswirkung, Nährstoffbedarf) Größen ordnet. Für die Humusbilanzierung wurde die STAND Methode (Kolbe 2008, Kolbe 2010), die sechs unterschiedliche Standortgruppen (Bodenart, Klima und Bodentyp) unterscheidet, zugrunde gelegt. Für die Bilanzierung der Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium wurde die einfache Schlagbilanz (Kolbe und Köhler 2008) verwendet. Das entwickelte Tool ist FARM/IT, in dem Daten, Erfahrungen und Empfehlungen so aufbereitet wurden, dass deren maschinelle Verarbeitung möglich wurde. Für die Deckungsbeitragsrechnung wurden die Daten des eigens entwickelten Deckungsbeitrags-Rechners herangezogen. Der Deckungsbeitrag und der Nährstoff Stickstoff sind die Hauptgrößen, die für die Optimierung herangezogen werden. Der Bodenbedeckungsgrad und die Ergebnisse der Humusbilanz werden für die Reihung der Fruchtfolgen ebenso herangezogen. Die Salden der Nährstoffe Phosphor und Kalium werden mitgeführt.
Zusätzlich gibt es in dem Entscheidungsmodell ein Modul, in dem der Landwirt/ die Landwirtin seine Prioritäten hinsichtlich Ökonomie und Ökologie bekannt geben kann und dahingehend das Fruchtfolgeangebot eingegrenzt wird. Er oder sie kann Kulturen ausschließen, kann entscheiden, ob er oder sie Untersaaten etablieren möchte, ob das Stroh am Feld verbleibt oder abgeführt wird.
Das Modell wurde im ersten Schritt mit den Daten der wichtigsten Standardkulturen in der biologischen Landwirtschaft für den Osten Österreichs ausgestattet.

Ergebnisse

Farm/IT kreiert eine Reihe von Fruchtfolgen, die Fruchtfolgeregeln, Empfehlungen, Standortbedingungen und Präferenzen der LandwirtInnen berücksichtigen.
Die NutzerInnen erhalten von jeder dieser Fruchtfolgen sowohl ökonomische Daten, den Deckungsbeitrag, als auch Nährstoffsalden für N, P und K und natürlich die Humuswirkung; Kriterien, nach denen die Fruchtfolgen gereiht werden können.
Damit liegen den LandwirtInnen vielfältige Entscheidungsgrundlagen vor und der Assistent eröffnet neue Denkansätze, um die eigene Fruchtfolge oder Fruchtfolgen zu hinterfragen, zu diversifizieren. Es

regt an etwas Neues auszuprobieren. Und all das mit einer Vielzahl von Daten zu den einzelnen Fruchtfolgen.

Farm/IT dient als erweiterte Entscheidungshilfe in dem komplexen Thema Fruchtfolgegestaltung und soll Anregungen für die eigene Fruchtfolgegestaltung geben.

Zusammenfassung

Fruchtfolgen zu planen erfordert Erfahrung, Gefühl und Wissen über Kulturen, den Markt, Pflanzenkrankheiten, den Boden und noch vieles mehr, was uns gar nicht bewusst ist.
Oft verbirgt sich darin ein Abwägen zwischen Ökonomie und Ökologie. Soll ich mich für höhere Deckungsbeiträge oder doch für mehr Bodengesundheit entscheiden? Wie finde ich einen guten Mix aus Beidem? Die TU Wien gemeinsam mit der BOKU, entwickeln ein System, in das all diese Entscheidungsgrundlagen einfließen und das daraus Fruchtfolgen kreiert. Anbauabstände werden eingehalten, die Vorfrucht- Nachfruchtwirkungen der Kulturen, die Wirkung der Kultur auf den Humusgehalt des Bodens, aber auch der Deckungsbeitrag werden betrachtet. Und Farm/IT berücksichtigt alles und behält all diese Informationen immer im „Kopf".
Zusätzlich kann die LandwirtIn Präferenzen eingeben. Er oder sie kann Kulturen ausschließen, kann entscheiden, ob er oder sie Untersaaten etablieren möchte, ob das Stroh am Feld verbleibt und einiges mehr. Farm IT kreiert unter Einhaltung der Fruchtfolgeregeln und unter Berücksichtigung der Präferenzen der LandwirtInnen verschiedenen Fruchtfolgen.
Die NutzerInnen erhalten sowohl ökonomische Daten der Fruchtfolge, den Deckungsbeitrag, als auch Nährstoffsalden für Stickstoff, Phosphor und Kalium und die Humuswirkung der Fruchtfolge.
Damit liegen den LandwirtInnen vielfältige Entscheidungsgrundlagen vor und der Assistent eröffnet neue Denkansätze, um die eigene Fruchtfolge oder Fruchtfolgen zu hinterfragen, zu diversifizieren. Es regt an etwas Neues auszuprobieren. Und all das mit einer Vielzahl von Daten zu den einzelnen Fruchtfolgen.

Abstract

Planning crop rotations requires experience, feeling and knowledge of crops, the market, plant diseases, soil and much more that we are not even aware of.
Often there is a trade-off between economy and ecology. Should I opt for higher contribution margins or at least for more soil health? How do I find a good mix of both?
The TU Wien together with BOKU are developing a system that included all of these decision-making bases and creates crop rotations from them. Cultivation distances are observed, the previous crop and after-crop effects of the crops, the effect of the crop on the humus content of the soil, but also the contribution margin are considered. Farm/IT takes everything into account and always keeps all this information in mind.
In addition, the farmer can enter preferences. He or she can exclude crops, can decide whether he or she wants to establish undersown crops, whether the straw remains in the field much more.
Farm/IT creates different crop rotations in compliance with crop rotation rules and taking into account the preferences of the farmers.
The users receive economic data of the crop rotation, the contribution margin, as well as nutrient balances for nitrogen, phosphorus and potassium and the effect of the crop rotation on soil organic matter contents.
This means that the farmers have a wide range of decision-making bases and the assistant opens up new ideas in the planning process. It encourages you to try something new. And all of this with a multitude of data on the individual crop rotations.

Literatur

KOLBE H, 2008: Einfache Verfahren zur Berechnung der Humusbilanz für konventionelle und ökologische Anbaubedingungen. http://orgprints.org/13626/(1.9.2021).

KOLBE H, 2010: Site-adjusted organic matter-balance method for use in arable farming systems. J Plant Nutr Soil Sci 173, 678-691.
KOLBE H, KÖHLER B, 2008: Erstellung und Beschreibung des PC-Programms BEFU, Teil Ökologischer Landbau. Verfahren der Grunddüngung, legumen N-Bindung, Nährstoff-und Humusbilanzierung. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (36), 1-253. http://orgprints.org/15101/1/BEFU_Teil_Oekologischer_Landbau08.pdf (1.9.2021)
NEUBAUER T, HEURIX J, 2008: Defining Secure Business Processes with Respect to Multiple Objectives, Proceedings of the Third International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES), IEEE Computer Society, pp. 187-194, 2008.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien
[2] Technische Universität Wien, Institute of Information Systems Engineering, Information and Software Engineering Research Division (194-01), Favoritenstraße 9-11, 1040 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Mag. Dr. Thomas NEUBAUER, thomas.neubauer@tuwien.ac.at und DI Mag. Marie-Luise WOHLMUTH BEd, marie-luise.wohlmuth@boku.ac.at

Entwicklung einer Düngerstrategie für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung bei Getreide

Development of a fertilizer strategy for site-specific management in cereals

Philipp Kastenhofer*, Peter Prankl & Michael Datzberger

Einleitung

Die Basis von Stickstoff Düngemodellen ist eine elektronische Bestandesbeschreibung. Dabei wird ein Zusammenhang zwischen N-Aufnahmestatus des Bestandes und Messwerten aus Werkzeugen zur elektronischen Bestandesbeschreibung hergestellt (SÖDERSTRÖM et al. 2017). Durch zeitlich wiederholte Messungen und Regressionsanalysen kann der N-Aufnahme Verlauf festgehalten werden. Je nach Ertragserwartung kann über eine idealisierte N-Aufnahme Kurve und einem Messwert eine wachstumsangepasste N-Menge verabreicht werden (SHARIFI 2020). Zu hohe oder zu niedrige N-Aufnahmen können ermittelt und über die Düngung ausgeglichen werden. Unterschiedliche Ertragspotenziale innerhalb eines Standortes müssen durch Anpassung der Aufnahmekurven berücksichtigt werden. Ertragspotenziale können auf Basis von elektronischen Bodeninformationen und/oder auf Basis mehrjähriger Reflexionsmessungsanalysen ermittelt werden (YUZUGULLU et al. 2020). Zusätzlich ist zu beachten, dass Standorte, welche nicht kompensationsfähig sind, von bestehenden Systemen ausgenommen und gesondert behandelt werden müssen (KASTENHOFER et al. 2021).
Ziel dieser Arbeit war es, spektrale Pflanzenmessungen aus Satellitendaten zu verarbeiten und zu interpretieren, um daraus möglichst exakte Vorhersagen unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren auf den benötigten Nährstoffbedarf zu ziehen. So soll das standortspezifische Ertragspotential ausgeschöpft werden und Nährstoffverlagerungen in tiefere Bodenschichten minimiert werden.

Material und Methoden

Für die Entwicklung eines Düngemodells, welches mittels Multispektraldaten Stickstoffaufnahmen und folglich die Düngermenge schätzt, muss eine Datenbasis herangezogen werden, welches möglichst alle Wachstumsverhältnisse im Einsatzgebiet berücksichtigt. Um dies zu gewährleisten, werden Multispektraldaten, Biomasseanalysen, Ertragsdaten und Bewirtschaftungsdaten aus den Hauptanbaugebieten für Getreide in Österreich herangezogen. Dazu gehören (1) Exaktversuche zur Dünge-Kompensation aus Wieselburg und (2) Felderhebungen aus Pilotbetrieben in Oberösterreich, Niederösterreich, Burgenland und der Steiermark. Zusätzlich wird ein Modell zur Minderetragsstellendetektion verwendet (KASTENHOFER et al. 2021).

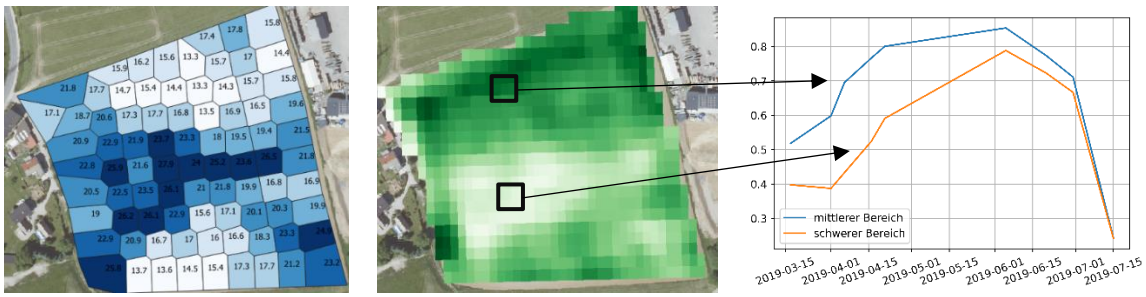
(1) Kompensationsversuche: Anlage von Varianten mit unterschiedlicher N-Gabenteilung aber gleicher N-Gesamtmenge, Spektralaufnahmen mit der Drohne, Biomasseanalyse (EC25, EC31, EC39, EC65), Ernteparameter (Kornertrag korr. 14% TM, Rohproteingehalt)
(2) Vergleich variable Düngung mit konstanter Düngung, Spektralaufnahmen mit der Drohne, teilweise Biomasseanalyse von gewählten Punkten, teilweise Erhebung von Ernteparameter (Kornertrag korr. 14% TM, Rohproteingehalt)

Ergebnisse und Diskussion

Folgend ist die Düngerstrategie für die drei Düngegaben bei Winterweizen angeführt:

<u>Strategie für die 1. Stickstoff Gabe (Andüngung) bei Getreide:</u>
In Abbildung 10a ist der Tongehalt eines Versuchsfeldes in Wieselburg in einem 25 m Raster dargestellt. Vergleicht man diesen mit den in Abbildung 10b dargestellten Vegetationsindex NDVI, so wird ersichtlich, dass schwerere Bereiche (hoher Tongehalt) im Frühjahr schlechter entwickelt sind. Schwere Bereiche innerhalb eines Schlages sind, im Vergleich zu mittlerer Bodenschwere, aufgrund der langsameren Erwärmung reaktionsträge und zeigen ein gehemmtes Mineralisationsverhalten. In Abbildung 10c ist der weitere Vegetationsverlauf von zwei gewählten Teilbereichen dargestellt (schwerer Bereich vs. mittlerer Bereich). Die zeitliche Kurve des schweren Bereiches nähert sich der Kurve vom mittleren Bereich im Laufe der Vegetationsperiode an, was eine Kompensation des stark tonhaltigen Bereiches

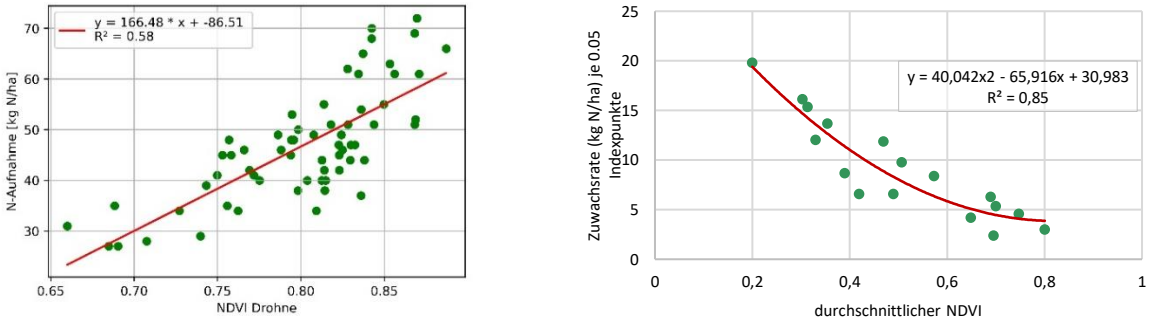
durch eine höhere Andüngung möglich macht. Um aber Falschreaktionen bei nicht kompensationsfähigen Standorten zu vermeiden, gilt es diese Bereiche (Minderertragsbereiche) zu detektieren und vom bestehenden Düngersystem auszunehmen.



a) b) c)

Abbildung 10: **a) Tongehalt Versuchsfeld (Bodenbeprobung am 17.11.2018) b) NDVI vom 07.03.2019 bei Winterweizen (aufgenommen mit Sentinel 2) c) Gegenüberstellung NDVI-Verlauf 2019 vom mittleren Bereich und schweren Bereich**

Über spektrale Pflanzenmessungen können Zusammenhänge zur Stickstoffaufnahme erstellt werden (Abbildung 11a). Aus diesem Zusammenhang kann eine relative Formel zur Berechnung der N-Menge abgeleitet werden. Hinzu kommt jedoch der multifaktorielle Einfluss von Standort und Klima auf den Wachstumsverlauf. Auf Versuchsflächen in verschiedenen Klimagebieten konnte festgehalten werden, dass bei besser entwickelten Beständen zu Vegetationsbeginn die N-Aufnahme je Vegetations-indexpunkt geringer ist. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 11b dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Zuwachsrate (=N-Aufnahme/Zeitraum) bei Ausgangsbeständen mit niedrigem NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) höher ist als bei Ausgangsbeständen mit hohem NDVI.



a) b)

Abbildung 11: **a) Korrelation NDVI (gemessen mit Drohne) und N-Aufnahme in kg/ha b) Zuwachsraten von Feldern in verschiedenen Klimaregionen in Österreich in Abhängigkeit des durchschnittlichen NDVIs**

Aus diesem Zusammenhang lässt sich eine Formel zur Berechnung der 1. Düngergabe bei Winterweizen ableiten:

$$Stickstoffmenge = -\left(\frac{40{,}04 * \ddot{x}^2 - 65{,}92 * \ddot{x} + 30{,}98}{0{,}05}\right) * x + \left(\frac{40{,}04 * \ddot{x}^2 - 65{,}92 * \ddot{x} + 30{,}98}{0{,}05}\right) * \ddot{x} + d$$

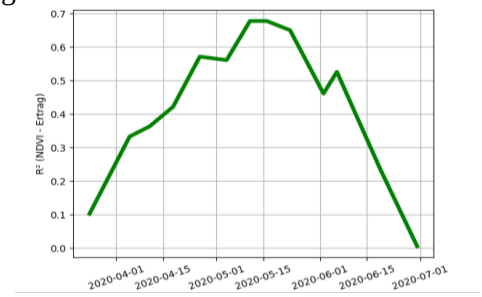
x…NDVI – Pixel März für die erste Düngergabe
ẍ… NDVI Mittelwert des gesamten Feldes
d… durchschnittliche Düngermenge nach sachgerechter Düngung

<u>Stickstoff Gabe 2 bei Winterweizen</u>

Bei der zweiten N-Düngergabe ist der Zeitpunkt der Düngergabe entscheidender als die absolute Menge. Während schwach entwickelte Bestände bereits bei Ende der Bestockung (EC 29/30) nachgedüngt werden sollten, sollten starke Bestände erst bei Aufhellen der überschüssigen Triebe nachgedüngt werden. Daher sollte bei einer teilflächenspezifischen ersten N-Düngergabe die zweite nur dann teilflächenspezifisch gedüngt werden, wenn die N-Menge bei schweren Stellen für einen Ausgleich sichtlich nicht gereicht hat. Generell werden hier moderatere Steigungen empfohlen. Bei anhaltender Trockenheit sollten leichte sandige Bereiche (=Minderertragsstellen) wieder knapper versorgt werden, um die Gefahr einer unnötigen N-Verlagerung zu vermindern.

Stickstoff Gabe 3 bei Winterweizen

Mit fortschreitender Vegetation steigt der Zusammenhang von Vegetationsindex zum späteren Ertrag. Zu EC 39 erreicht dieser sein Maximum und sinkt anschließend wieder (Abbildung 12a). Damit lässt sich unter Berücksichtigung des erwarteten Rohproteingehaltes der N-Entzug durch das Korn abschätzen. Nach Abzug der bereits applizierten N-Menge kann die N-Menge für die dritte Düngergabe berechnet werden. Formeln für die relative Ertragsberechnung können aus Abbildung 12b entnommen werden. Diese wurden aus linearen Regressionsanalysen von NDVI und Ertrag an den Versuchsstandorten hergeleitet.



a)

Formel zur Ertragsschätzung im Trockengebiet:

$$N - Menge = (26683 * (x + (0.6 - \ddot{x})) - 10056 - 5954 + d$$

Formel zur Ertragsschätzung im Feuchtgebiet:

$$N - Menge = (22367 * (x + (0.83 - \ddot{x})) - 8978.5 - 9581 + d$$

x…NDVI – Pixel März für die erste Düngergabe
ẍ… NDVI Mittelwert des gesamten Feldes
d… durchschnittlicher erwarteter Ertrag

b)

Abbildung 12: **a) Korrelationsverlauf von Winterweizen (NDVI zu späterem Ertrag (kg/ha korrigiert auf 14%TM)**
b) Formel zur Ertragsschätzung im Trocken- und Feuchtgebiet.

Zusammenfassung

Über eine elektronische Bestandesbeschreibung (insbesondere Spektrale Aufnahmen) können Vegetationsindices berechnet und ein Zusammenhang zu N-Aufnahmen und Kornertrag hergestellt werden. Mithilfe von Regressionsanalysen wurden Formulierungen für die erste und dritte Düngergabe bei Winterweizen entwickelt. Diese Formulierungen geben relative Empfehlungen für die N-Düngermenge in Teilflächen mit gleichen Eigenschaften.

Abstract

Using an electronic stand description (especially spectral images), vegetation indices can be calculated and a correlation to N uptake and grain yield can be established. Regression analyses were used to develop formulations for the first and third fertiliser application in winter wheat. These formulations give relative recommendations for N fertiliser rates in subareas with the same characteristics.

Literatur

A. SHARIFI, 2020 "Using Sentinel-2 Data to Predict Nitrogen Uptake in Maize Crop," in IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 13, pp. 2656-2662, doi: 10.1109/JSTARS.2020.2998638

SÖDERSTRÖM, M., PIIKKI, K., STENBERG, M., STADIG, H., & MARTINSSON, J., 2017. Producing nitrogen (N) uptake maps in winter wheat by combining proximal crop measurements with Sentinel-2 and DMC satellite images in a decision support system for farmers. Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science, 67(7), 637–650. https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1324044

YUZUGULLU O, LORENZ F, FRÖHLICH P, LIEBISCH F., 2020. Understanding Fields by Remote Sensing: Soil Zoning and Property Mapping. Remote Sensing. 12(7):1116. https://doi.org/10.3390/rs12071116

KASTENHOFER, P., PRANKL, P., RIEGLER-NURSCHER, P., PRANKL J., 2021, New approaches for improving nitrogen efficiency based on clustering algorithms, AgEng2020

Adresse der Autoren

Josephinum Research, Rottenhauser Straße 1, 3250 Wieselburg

* Ansprechpartner: Philipp Kastenhofer BSc., philipp.kastenhofer@josephinum.at

Anwendung des Spektralindex CCCI-CNI zur Bestimmung der N-Versorgung von österreichischem Winterweizen

Evaluating the performance of the CCCI-CNI index for estimating N status of winter wheat in Austria

Marlene Palka[1*], Ahmad M. Manschadi[1], Lukas Koppensteiner[1],
Thomas Neubauer[2] & Glenn J. Fitzgerald[3]

Einleitung

Der Druck auf die Landwirtschaft in ausreichender Menge und Qualität Lebensmittel herzustellen und gleichzeitig auf "grüneren" Produktionsmethoden umzustellen, hat vor allem in der jüngeren Vergangenheit stark zugenommen. Auf der einen Seite werden die Auswirkungen des Klimawandels die weltweiten Erträge negativ beeinflussen (z. B. RAY et al. 2019). Zum anderen trägt die landwirtschaftliche Produktion zu bis zu 31 % der globalen Treibhausgasemissionen bei, im Ackerbau besonders durch NO_x Emissionen der synthetischen Stickstoff(N)-düngung (OECD 2016). Unter anderem die Europäische Kommission 2018 daher ein "verpflichtendes Nährstoffmanagementtool, dass LandwirtInnen bei der Verbesserung der Wasserqualität und Reduktion der Ammonium- und Lachgasbelastung auf ihren Betrieben unterstützt", angekündigt. Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist es, N-Düngegaben auf den tatsächlichen Bedarf von Nutzpflanzen abzustimmen. Das wiederum macht eine rasche Bestimmung der aktuellen N-Versorgung notwendig. Dafür wurde in früheren Studien für Winterweizen eine Kombination aus dem „Canopy Chlorophyll Content Index (CCCI)“ und dem „Canopy Nitrogen Index (CNI)“ verwendet (FITZGERALD et al. 2010, CAMMARANO et al. 2011, PERRY et al. 2012). Dieser kombinierte CCCI-CNI Index wurde allerdings nur bis zum Ende des Schossenstadiums und unter Wachstumsbedingungen entwickelt wurde, die sich von denen österreichischer Ackerbauregionen unterscheiden. Daher wurde in dieser Studie der CCCI-CNI für österreichische Bedingungen angepasst und bis zum Ende des Ährenschwellens erweitert, das heißt für gesamten Zeitraum, in dem LandwirtInnen Entscheidungen zur N-Düngung treffen.

Material und Methoden

Es wurde ein Datensatz aus drei Feldversuchen verwendet, die in den Saisonen 2017/18, 2018/19 und 2019/20 mit vier verschiedenen Winterweizensorten (Arnold, Aurelius, Bernstein, Emilio) unter vier N-Düngestufen (0, 70, 140, 210 kg N ha^{-1}) in Tulln durchgeführt wurden. Der Boden am Versuchsstandort ist als kalkfreie Feuchtschwarzerde klassifiziert. N-Düngungen wurden auf zwei Gaben gleicher Menge geteilt, die jeweils zu Beginn und Ende des Schossens ausgebracht wurden.
Während der Saison wurden regelmäßig Phänologie (BBCH Stadien) und oberirdische Trockenbiomasse (g m^{-2}) und N-Konzentration (%) destruktiv bestimmt. Reflexionsdaten wurden mithilfe eines hyperspektralen Handlesegerätes FieldSpec HandHeld 2 (ASD Inc., USA) ermittelt und in multispektrale Bänder im roten (RED, 658-682 nm), Red Edge (RE, 715-725 nm) und nah-infraroten (NIR, 778-802) Bereich zusammengefasst. Aus diesen Bändern errechnen sich CCCI (1.) und CNI (2.) anhand folgender Formeln und Parameter (FITZGERALD et al. 2006):

1.	$CCCI = \frac{NDRE - NDRE_{min}}{NDRE_{max} - NDRE_{min}}$	2.	$CNI = \frac{\%N - \%N_{min}}{\%N_{max} - \%N_{min}}$
1.a.	$NDRE_{min/max} = NDVI * k_{min/max}$	2.a.	$\%N_{min/max} = b_1 + e^{(b_2 + b_3 * TDM)}$
1.b.	$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$		
1.c.	$NDRE = \frac{NIR - RE}{NIR + RE}$		

Die Parameter $k_{min/max}$ und $b1,2,3_{min/max}$ wurden im Weiteren an die gemessenen Daten angepasst. Dafür wurden Daten aus den ersten beiden Feldversuchen (2017/18 und 2018/19) als Trainingsdatensatz verwendet. Daten aus dem dritten Versuchsjahr wurden zur Validierung der neuen Parameter verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Durch die CCCI-CNI Kombination im Verhältnis $CNI = 0.728 * CCCI + 0.117$ konnte ein breiter Bereich an N-Konzentrationen (1,00-6,20 %) und N-Gehalten (0,11-24,32 g m^{-2}) über spektrale Reflexionsdaten erfolgreich abgeschätzt werden (Abbildung 1). Für den Trainingsdatensatz ergaben sich R^2-Werte von 0,81 (RMSE = 0,72 %) bzw. 0,96 (RMSE = 0,83 g m^{-2}). Für den unabhängigen Validierungsdatensatz ergaben sich R^2-Werte von 0,59 (RMSE = 0,8 %) bzw. 0,90 (RMSE = 1,84 gm^{-2}).

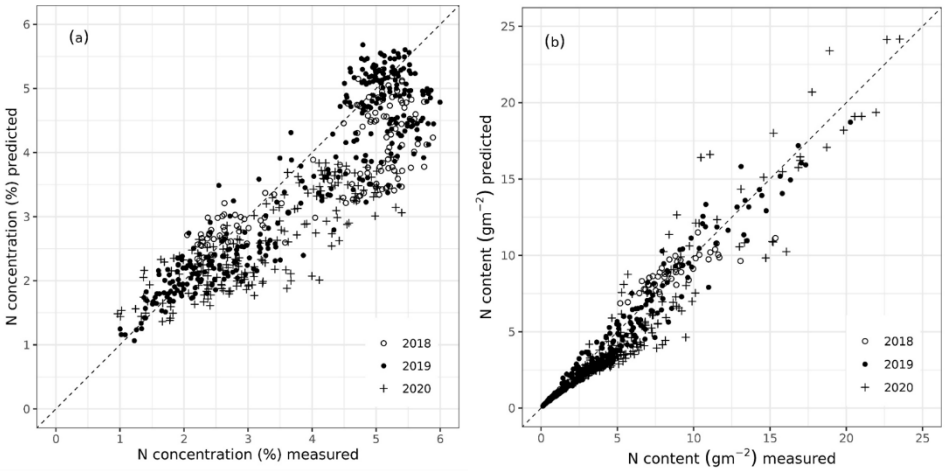


Abbildung 13: **Bestimmung der N-Konzentration (%, (a)) bzw. N-Gehalts (g m^{-2}, (b)) in österreichischem Winterweizen vom 3-Blattstadiums bis zum Ende des Ährenschwellens.**

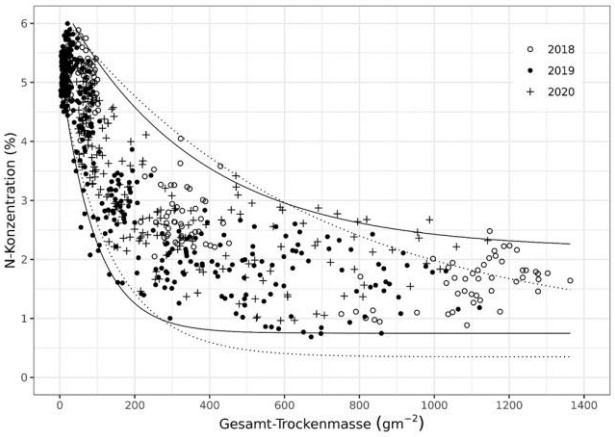


Abbildung 14: **Verdünnungskurve der N-Konzentration (%) in Abhängigkeit der gesamten Trockenbiomasse (g m^{-2}) in österreichischem Winterweizen. Die durchgezogenen Kurven entsprechen der maximalen und minimalen N-Konzentration in Österreich. Die gestrichelten Kurven entsprechen australischen Daten.**

Damit diese Methode allerdings auch in österreichischen Winterweizenbeständen zufriedenstellende Ergebnisse lieferte, waren im Vergleich zum ursprünglichen Index Anpassungen notwendig.

Der CNI basiert setzt Trockenmasse und N-Konzentration in Beziehung (siehe Formel 1. und 1.a.). Durch den sogenannten N-Verdünnungseffekt nimmt die N-Konzentration über die Vegetationsperiode mit steigender Biomasse ab (Abbildung 3). Nachdem dieser Index für australische Anbaugebiete entwickelt wurde, wo Erträge und die gesamte oberirdische Biomasse deutlich unter den Niveaus der gemäßigten Ackerbaugebiete in Österreich liegen, musste für die CNI Berechnung der Effekt höherer Trockenmassen berücksichtigt werden. Dieser Umstand machte außerdem eine Anpassung des CCCI-CNI Verhältnisses notwendig.

Zusammenfassung

Spektrale Vegetationsindizes haben sich in der Landwirtschaft als vielseitige Hilfsmittel zur raschen, nicht-destruktiven Abschätzung verschiedener Bestandesparameter erwiesen. In früheren Studien wurde eine Kombination aus dem „Canopy Chlorophyll Content Index (CCCI)“ und dem „Canopy Nitrogen Index (CNI)“ verwendet, um die Stickstoff(N)-versorgung von Weizen bis zum Ende des Schossenstadiums (BBCH-Stadium 13–37) abzuschätzen. Ziel dieser Studie war die Evaluierung und Erweiterung des CCCI-CNI Ansatzes zur Bestimmung der N-Versorgung in österreichischem Winterweizen bis zum Ende des Ährenschwellens (BBCH 49). Eine Anpassung des CCCI-CNI Verhältnisses an die gemäßigten Wachstumsbedingungen in österreichischen Ackerbaugebieten führte zu einer erfolgreichen Bestimmung eines breiten Bereichs von N-Konzentration (%) und N-Gehalt (g m^{-2}). Die Ergebnisse zeigen,

dass der CCCI-CNI ein vielversprechender Index zur Bestimmung der N-Versorgung in österreichischem Winterweizen bis zum BBCH-Stadium 49 ist, d.h. in dem Zeitraum, in dem LandwirtInnen Entscheidungen zur N-Düngung treffen.

Abstract

Spectral vegetation indices have proved versatile for rapid estimation of different canopy parameters. A combination of the canopy chlorophyll content index (CCCI) and the canopy nitrogen index (CNI) was used in previous studies to predict the canopy nitrogen (N) status of wheat until the end of stem elongation. The objective of this study was to evaluate and extend the CCCI-CNI approach to the end of booting for Austrian winter wheat. After a modification of the regression model between CCCI and CNI to meet the temperate, high-yielding growing conditions of Austria, the CCCI-CNI combination resulted in a skilful prediction of a broad range of for N concentration (%) and content (g m^{-2}). The results indicate that CCCI-CNI is a promising index for estimating nitrogen (N) status of Austrian winter wheat until the end of the time when farmers make decisions about top dress N fertilization.

Danksagung

Wir danken Hermann Bürstmayr, Matthias Fidesser, Mouhannad Alsalem, Wolfgang Fuchs und Stefan Peter Ryall für Infrastruktur und Durchführung der Feldversuche. Außerdem danken wir dem Österreichischen Klimaforschungsprogramm des Klima- und Energiefonds (ACRP, Projekt AGROFORECAST [Fördernummer KR18AC0K14640]) und der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG, Projekt FarmIT [Fördernummer 859304]) für finanzielle Unterstützung.

Literatur

CAMMARANO D, FITZGERALD G, BASSO B, O'LEARY G, CHEN D, GRACE P, FIORENTINO C, 2011: Use of the Canopy Chlorophyl Content Index (CCCI) for remote estimation of wheat nitrogen content in rainfed environments. Agronomy Journal, 103(6), 1597-1603.

FITZGERALD G, RODRIGUEZ D, CHRISTENSEN LK, BELFORD R, SADRAS VO, CLARKE TR, 2006: Spectral and thermal sensing for nitrogen and water status in rainfed and irrigated wheat environments. Precision Agriculture, 7(4), 233-248.

FITZGERALD G, RODRIGUEZ D, O'LEARY G, 2010: Measuring and predicting canopy nitrogen nutrition in wheat using a spectral index-The canopy chlorophyll content index (CCCI). Field Crops Research, 116(3), 318-324.

PERRY EM, FITZGERALD GJ, NUTTALL JG, O'LEARY GJ, SCHULTHESS U, WHITLOCK A, 2012: Rapid estimation of canopy nitrogen of cereal crops at paddock scale using a Canopy Chlorophyll Content Index. Field Crops Research, 134, 158-164.

RAY DK, WEST PC, CLARK M, GERBER JS, PRISHCHEPOV AV, CHATTERJEE S, 2019: Climate change has likely already affected global food production. PloS one, 14(5), e0217148.

Siehe auch:

PALKA M, MANSCHADI AM, KOPPENSTEINER L, NEUBAUER T, FITZGERALD GJ, 2021: Evaluating the performance of the CCCI-CNI index for estimating N status of winter wheat. European Journal of Agronomy, 130, 126346.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenbau, Konrad-Lorenzstraße 24, 3430 Tulln

[2] Technische Universität Wien, Institut für Information Systems Engineering, Favoritenstraße 9-11, 1040 Wien

[3] Centre for Agricultural Innovation, School of Agriculture and Food, Faculty of Veterinary and Agricultural Sciences, The University of Melbourne, VIC, Australia

[*] Ansprechpartnerin: Marlene Palka MSc., marlene.palka@boku.ac.at

Nutzen und Funktionalitäten von Farmmanagement- und Informationssystemen

Benefits and functionalities of farm management and information systems

Reinhard Streimelweger*

Einleitung

Landwirtschaftliche Betriebe sind im Zuge der fortschreitenden (agrar-) technologischen, ökologischen ökonomischen sowie rechtlichen Entwicklungen verstärkt mit der Erfassung von Daten bei der Bewirtschaftung sowie Dokumentation am Betrieb konfrontiert. Ebenso gilt es steigende Verbrauchererwartungen in puncto Nachhaltigkeit an die produzierten Lebensmittel mit der Bewirtschaftung in Einklang zu bringen. Um den daraus resultierenden Herausforderungen besser entsprechen, sowie LandwirtInnen bei der Bewirtschaftung bessere Entscheidungsgrundlagen bieten zu können, ist der Einsatz eines digitalen Werkzeuges für das Büro durch den Einsatz eines sog. FMIS, einem Farmmanagement- und Informationssystem, sinnvoll. Welchen Nutzen ein solches FMIS für den Anwender haben kann, hängt unter anderem vom Anwender selbst, der Nutzerfreundlichkeit, der Kompatibilität, den rechtlichen Rahmenbedingungen und den verschiedenen Funktionalitäten eines FMIS ab. In diesem Rahmen wird versucht, durch eine Übersicht einzelner ausgewählter Funktionalitäten den Nutzen des digitalen Werkzeuges FMIS aufzuzeigen.

Material und Methoden

Es wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um eine Übersicht aktueller Entwicklungen im Bereich von FMIS abzudecken. Es wurde jedoch keine Erprobung von subjektiven Kriterien, wie etwa der Anwenderfreundlichkeit der Systeme vorgenommen. Aufgrund der großen Anzahl an verschiedenen Systemen am Markt, werden die Funktionalitäten im Allgemeinen betrachtet. Außerdem wurde eine Marktforschungsumfrage zum Thema Landwirtschaft 4.0 aus dem Jahr 2021 miteinbezogen.

Ergebnisse und Diskussion

Ein FMIS ist ein Werkzeug für die landwirtschaftliche Betriebsführung und dient der Vernetzung von Daten am und um den Betrieb, um bessere Entscheidungsgrundlagen für den Anwender zu bieten. Steigende Anforderungen in der Bewirtschaftung durch rechtliche Vorgaben im Zusammenhang mit Ökologisierung und steigende Verbrauchererwartungen fördern den Einsatz dieser bzw. neuer Technologien im Allgemeinen.

In einer österreichischen Umfrage der KeyQUEST Marktforschung aus dem Jahr 2021 unter landwirtschaftlichen BetriebsführerInnen ab 5 ha bewirtschafteter Fläche (n=1010) wurden unter anderem Einstellung und Nutzung zu 25 „neue Technologien“ abgefragt (KeyQUEST, 2021).
Die Einstellung der befragten LandwirtInnen gegenüber „neuen Technologien“ war überwiegend positiv. 43 % der Befragten stehen der zunehmenden Technologisierung, Automatisierung und Digitalisierung positiv gegenüber, 46 % neutral und 11 % negativ.
Je jünger die BetriebsführerInnen waren oder auch je größer die bewirtschaftete Fläche der Betriebe war, desto eher war die Einstellung gegenüber den „neuen Technologien“ positiv.
Das Spektrum der Technologien umfasste Bereiche für die allgemeine Betriebsführung, der Produktion bis hin zu vermarktungsrelevanten Technologien. Die höchsten Nutzungsraten wurden dabei im Bereich der Betriebsführung erzielt. Dabei waren „Digitale Lösungen zur Dokumentation gegenüber der AMA“ (70 %), „Messenger Dienste zum beruflichen Austausch“ (70 %), Vorhersagemodelle „Pflanzenschutz-Warndienst / Agrarwetter“ (65 %), sowie die Nutzung von speziellen Agrar-Apps am Smartphone (44 %) am Beginn des Rankings. Danach kamen FMIS (inkl. Buchhaltungssysteme), welche von 21 % der Befragten in Verwendung waren. Hauptgrund für die Nutzung von neuen Technologien war die „Arbeitserleichterung“. Weitere Motive wie Qualitäts- oder Ertragssteigerung, Erhöhung der Rentabilität kamen deutlich dahinter. (MAYR, J., 2021)

Um den Nutzen eines FMIS für den Anwender darstellen zu können, kann bei einem Systemvergleich nach Kriterien wie Funktionen, Anbieterinformationen (zB Service, Netzwerk-partner, etc.), allgemeine Systeminformationen (z. B. Updates, Zugriffsmöglichkeiten, Kostenmodelle, etc.) aber auch Bedienerfreundlichkeit, Datensicherheit & Datenhoheit vorgegangen werden. (STREIMELWEGER, R., HANDL, L. und HAUER, L., 2020). Zentral für den Nutzen eines FMIS sind jedoch die Funktionen die ein solches umfassen kann. Ausgehend von der digitalen Ackerschlagkartei, worin sämtliche Maßnahmen auf Schlagebene aufgezeichnet werden können, stellt ein FMIS das digitale Werkzeug für das innerbetriebliche Datenmanagement bereit, um bei der Betriebsführung und Bewirtschaftung zu unterstützen. In einer Studie (FOUNTAS et. al., 2015) wurden elf übergeordnete Funktionsbereiche herausgearbeitet, welche ein FMIS generell haben kann. Diese können vom Maschinen-, Personal-, Waren-, Qualitäts-, bzw. Verkaufsmanagement bis hin zu Teilflächenmanagement reichen. Wesentlichste Funktion neben der Dokumentation ist die Bereitstellung von Berichten und Auswertungen um etwa gesetzlich vorgeschriebene Dokumentations- und Nachweispflichten erfüllen zu können. Je nach FMIS Anbieter werden unterschiedliche Funktionen, oftmals in Form von Bausteinen, welche der Anwender optional wählen kann, angeboten. Die Anwendung eines FMIS am Betrieb eröffnet auch die Möglichkeit, als Schnittstelle nach außen zu fungieren. So wird eine Verknüpfung von und zu Daten, wie etwa Wetterdaten, Betriebs- und Maschinendaten oder Satellitendaten ermöglicht, um etwa Applikationskarten zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung oder A-B Linien zu erstellen (WIELTSCH, C., 2021). Je nach System kann dies auch mobil am Feld mittels Smartphone oder Tablet erfolgen. Der Trend geht weg von reinen Desktopsystemen hin zu Online-Systemen, welche im Hintergrund eine Cloud verwenden. (SCHULZE-HARLING, M., 2021). Verschiedene FMIS unterscheiden sich oftmals dann vor allem in den Funktionen, wenn der Fokus des FMIS Anbieters entweder nur im Bereich Außenwirtschaft generell oder auf Spezialkulturen, oder auch in der Innenwirtschaft oder beidem liegt. Ein FMIS kann, um den Nutzen für den Anwender zu optimieren, im Allgemeinen etwa folgende Funktionen (STREIMELWEGER, R., HANDL, L. und HAUER, L., 2020) enthalten: 1) Stammdatenverwaltung, 2) Anbauplanung, 3) Dokumentation, 4) Dünge- und Pflanzenschutzmanagement, 5) Arbeitszeiterfassung, 6) Sammelbuchungen, 7) Zugriffsrechtemanagement, 8) Navigation, 9) Flottenmanagement, 10) Wetterdaten sowie 11) Berichte & Auswertungen. Der Trend im Speziellen geht in Richtung teilflächenspezifischer Bewirtschaftung bei Aussaat, Düngung und Pflanzenschutz. Hier können Planung und Überprüfung von Maßnahmen im Feld besser unterstützt werden.

Der Funktionsumfang eines FMIS sollte vom Anwender optional festlegbar bzw. buchbar sein. Auch der Anwendertyp, also ob dieser etwa Anfänger oder Profi bei der Handhabung von neuen Technologien ist, spielt für die Handhabung, die Zufriedenheit mit dem System und dem daraus ziehbaren Nutzen bei der Anwendung eine Rolle (STREIMELWEGER, R., HANDL, L. und HAUER, L., 2020). Der Nutzen selbst und somit Berichte und Auswertungen für eine bessere Entscheidungsgrundlage, hängen stark von der Datengrundlage und der Qualität der verwendeten und eingegebenen Daten ab. Hierfür benötigt es einerseits Schnittstellen zu den benötigten Daten, um auch entsprechende qualitative Auswertungen einfacher und zeitschonender als in Papierform erledigen zu können. Derzeit gibt es noch unzureichende Vorgaben in puncto einheitlicher Datenstandards und Schnittstellen auf überörtlicher Ebene. Hier könnte eine einheitliche Datenplattform mit Schnittstellen, welche von nationaler oder auf EU-Ebene umgesetzt wird, um die Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Daten für die Allgemeinheit zu gewährleisten, Abhilfe schaffen. Allgemein verfügbare Daten müssen möglichst offen, computerlesbar, einheitlich, standardisiert und bundesweit zentral zugänglich sein (BARTELS, N. et. al., 2020). Hierfür benötigt es auch angepasste rechtliche Rahmenbedingungen, um Datensicherheit und Datenhoheit für die Anwender gewährleisten zu können.

Zusammenfassung

Der Einsatz eines FMIS ermöglicht die Optimierung der Bewirtschaftung und Betriebsführung infolge Bereitstellung zahlreicher digitaler Funktionen, wie etwa durch eine bessere Dokumentation der Maßnahmen und Verknüpfung von Daten am und um den Betrieb. Bei Einsatz von Precision Farming Technologien, insbesondere bei Fahrspurplanungen oder teilflächenspezifischer Bewirtschaftung kann ein FMIS unterstützen. Der Nutzen eines FMIS kann vielfältig sein, wobei im Allgemeinen neben der Einsparung von Betriebsmitteln, generell die Arbeitserleichterung bei der Dokumentation hervorzuheben ist. Die Hintergründe für eine Nicht-Nutzung sind ebenso vielfältig. Jedoch der Nutzen stützt sich

auf die Funktionen und ganzheitlich auf die bereitgestellten Entscheidungsgrundlagen durch Berichte und Auswertungen. Der Nutzen liegt in der Optimierung der Bewirtschaftung und der Betriebsführung, welcher folglich in einem ökologischen und ökonomischen Nutzen resultieren kann.

Abstract

The use of an FMIS enables the optimisation of management, for example through better documentation of measures and linking of data on and around the farm. An FMIS can support the use of precision farming technologies, especially in lane planning or site-specific management. The benefits of using an FMIS can be manifold, whereby in addition to the savings in operating resources, the workload reduction in documentation should generally be emphasised. There are many reasons why potential users do not use FMIS. However, the benefit lies in the functions and holistically in the decision-making bases provided. The benefit lies in the optimisation of management and operation, which can consequently result in an ecological and economic benefit.

Literatur

BARTELS, N. et.al. (2020): Abschlussbericht Machbarkeitsstudie – Machbarkeitsstudie zu staatlichen digitalen Datenplattformen für die Landwirtschaft, Fraunhofer IESE-Report Nr. 022.20/D Version 1.1 –final.

FOUNTAS et. al. (2015): Farm management information systems: Current situation and future perspectives, in: Computers and electronics in agriculture: an international journal. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier.

MAYR, J. (2021): Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung in der österreichischen Landwirtschaft, Pressekonferenz vom 29. Juli 2021, KeyQUEST Umfrage.

KeyQUEST (2021): Landwirte-Befragung - Technologisierung & Digitalisierung in der Landwirtschaft, Berichtsband, Juli 2021, Garsten.

SCHULZE-HARLING, M. (2021): Fünf für die Dokumentation, in: topagrar – Mehr Landwirtschaft, Fachzeitschrift, Nr. 04/2021, S. 104-109.

STREIMELWEGER, R., HANDL, L. und HAUER, L. (2020): GIS-ELA_FMIS_Übersicht 2020, Bericht zum Forschungsprojekt GIS-ELA, Internet: https://gis-ela.josephinum.at/fmis_vergleich/. Zugriff am 07. September 2021.

WIELTSCH, C. (2021): Lösungen im Smart-Farming-Dschungel, in: Digitalisierung nutzen – Unser Land, Fachzeitschrift, Nr. 6/2021. S. 48-51.

Adresse des Autors

Josephinum Research, Rottenhauser Straße 1, A-3250 Wieselburg

* Ansprechpartner: DI Reinhard STREIMELWEGER LL.M, r.streimelweger@josephinum.at

Mykotoxine - Vorerntemonitoring bei Mais, Ergebnisse aus den Jahren 2016-2020, für den österreichischen Pflanzenschutz-Warndienst

Mycotoxins – pre-harvest monitoring on maize, results from the years 2016-2020, for the Austrian plant protection alert service

Vitore Shala-Mayrhofer[1*] & Klemens Mechtler[2]

Einleitung

Seit 2016 führen die Landwirtschaftskammern in Österreich in Kooperation mit der AGES ein Vorerntemonitoring der Mykotoxine (DON, ZON, FUM, AFLA) bei Mais durch. In Österreich wird Mais hauptsächlich durch *Fusarium*-Pilzarten (vor allem *Fusarium graminearum, F. subglutinans, F. verticillioides, F. proliferatum*) mit Mykotoxinen kontaminiert. Mykotoxine sind Giftstoffe. Es handelt sich dabei um sekundäre Stoffwechselprodukte verschiedener Pilzarten, welche die Qualität und Verwendbarkeit des Erntegutes stark beeinträchtigen können. Pilzauftreten und Schädigungsausmaß durch Mykotoxine sind stark witterungsabhängig. Ausschlaggebend ist die daher rechtzeitige Kenntnis von einer drohenden Mykotoxinbelastung. Die Ergebnisse werden zeitnah online auf www.warndienst.at veröffentlicht. Mit diesem Service der LKn und der AGES werden Landwirte rechtzeitig darauf hingewiesen, auf ihre Maisfelder zu achten und rechtzeitig zu handeln.

Material und Methoden

Das Mykotoxin-Vorerntemonitoring wurde seit 2016 jedes Jahr durchgeführt. Je nach Jahr wurden jährlich 8 bis 14 Versuchsstandorte (Streifenversuche) der LKn in Bgld, Ktn, NÖ, OÖ und 24 bis 34 AGES-Sortenprüfungen verteilt über das heimische Maisanbaugebiet untersucht. Die Standorte liegen in drei verschiedenen Klimagebieten: nördliches Feuchtgebiet (Oberösterreich, westliches Niederösterreich); Pannonikum (östliches Niederösterreich, nördliches Burgenland) und Illyrikum (östliches Kärnten, Südoststeiermark und Südburgenland). Die nach Reifegruppen (sehr früh bis früh, mittelfrüh, mittelfrüh bis mittelspät, mittelspät bis sehr spät) unterteilten Prüfsortimente umfassten je nach Jahr und Standort etwa 20 bis 36 Sorten. Im Vorerntemonitoring werden standortspezifische Mischproben benötigt, die den aktuellen Befallsdruck vor Ort widerspiegeln. Diese Mischprobe muss groß genug sein, um die am Standort vorhandene genetische Variation in der Anfälligkeit für Kolbenfäule und Mykotoxinbildung zu erfassen und kleinräumige Unterschiede im Befallsdruck auszugleichen. Von anfänglich 30 Kolben pro Standort (2016) wurde die örtliche Probennahme auf 60 Kolben (2017 bis 2019) auf letztlich 100 Kolben pro Standort (2020) erhöht. Vorgegeben wurde eine systematische Beprobung, welche Parzellen aller vorhandenen Sorten einschloss und somit die Kolbenentnahmen zumindest über viele hundert Quadratmeter pro Versuchsort verteilte (SHALA-MAYRHOFER et al 2018). Die Probennahme (drei Termine in 2016, 2017, zwei Termine in 2018 und 2020) und Analysen erfolgten in zwei- bzw. dreiwöchigem Abstand ab Ende August/Anfang September und fanden immer montags statt. Montag bis Mittwoch erfolgten die Vorbereitungen der Kolben (Vortrocknung, Ausdrusch, Druschguttrocknung bis Lagerfähigkeit (6-20 h), der Labortransport und anschließend donnerstags die Mykotoxinanalyse mittels ELISA auf DON, ZEA, FUM und AFLA. Die Mykotoxinanalysen erfolgten in der AGES im Labor des Instituts für Tierernährung und Futtermittel. Am Ende der Woche (freitags) wurden die Daten online auf warndienst.at dargestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Im Zuge der zeitnahen, digitalisierten Veröffentlichung auf der Österreichkarte (https://warndienst.lko.at/mykotoxine+2500++1074092+6632) werden die Belastungssituationen je Standort und Termin nach einem 5-stufigen Farbsystem (grün, gelb, orange, rot, dunkelrot) und getrennt für jedes Mykotoxin (gefärbte Kreissektoren für DON, ZEA, FUM und AFLA) ausgewiesen. Diese Information wird ergänzt durch unmittelbar auf der Webseite abrufbare und farbkonform dargestellte Hinweise auf

Grenz- und Richtwerte für die verschiedenen Verwendungszwecke und auf Risiken bei der Verfütterung an die verschiedenen Nutztierarten. Abbildungen 1, 2 und 3 zeigen den jährlichen Verlauf der Belastung mit DON getrennt nach Anbauregion (Nordalpines Feuchtgebiet, Pannonikum und Illyrikum) aus dem nunmehr fünfjährigen Untersuchungszeitraum zum Vorerntemonitoring. Aufgrund der Witterung wurden im Jahr 2016 deutlich höhere DON-Werte als in den Jahren 2017 bis 2019 festgestellt. Ähnliches gilt für 2020, wo die gebietsspezifischen Medianwerte für DON noch geringfügig niedriger lagen als in 2019, ausgenommen das Illyrikum, wo es verschiedentlich Hagelereignisse gab. Die Belastung im nordalpinen Feuchtgebiet und im Pannonikum war vergleichbar mit jener der Vorjahre.

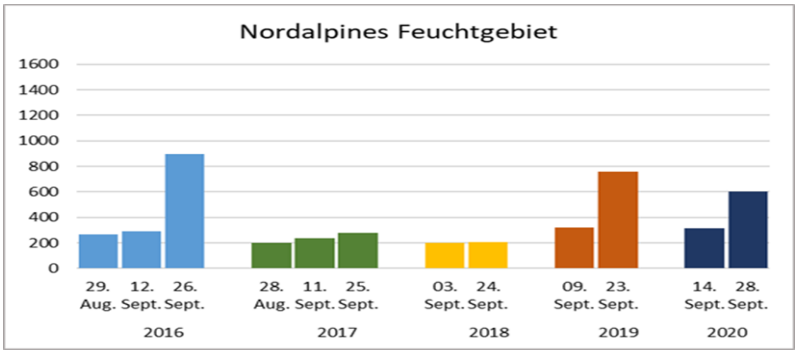


Abbildung 1: **Belastung der Maiskolben mit Deoxynivalenol (Medianwerte) in der Anbauregion Nordalpines Feuchtgebiet im Rahmen des Vorerntemonitorings in den Jahren 2016 bis 2020**

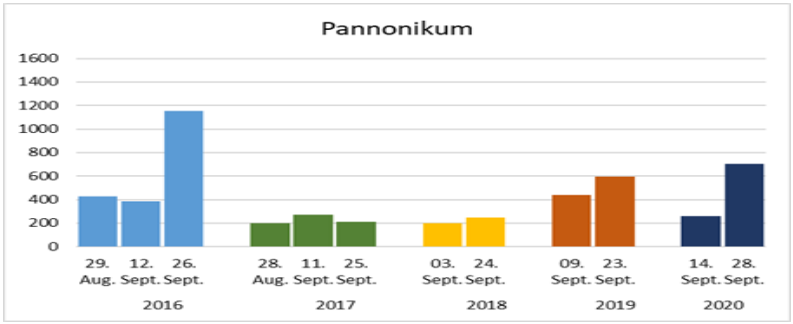


Abbildung 2: **Belastung der Maiskolben mit Deoxynivalenol (Medianwerte) in der Anbauregion Pannonikum im Rahmen des Vorerntemonitorings in den Jahren 2016 bis 2020**

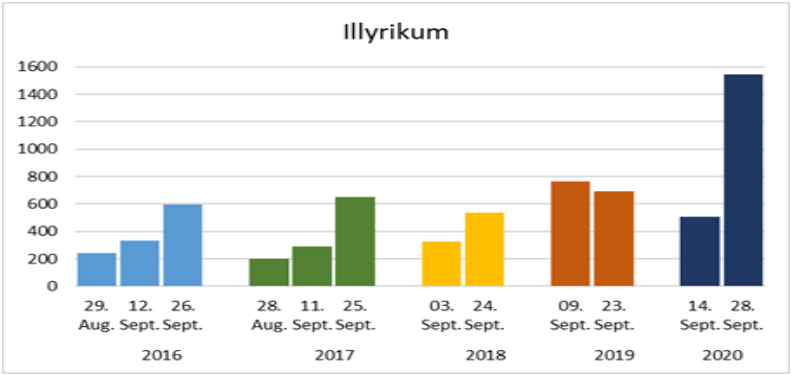


Abbildung 3: **Belastung der Maiskolben mit Deoxynivalenol (Medianwerte) in der Anbauregion Illyrikum im Rahmen des Vorerntemonitorings in den Jahren 2016 bis 2020**

ZEA- und FUM-Gehalte blieben in aller Regel unauffällig, von jeweils vereinzelt höheren Werten abgesehen, in der Regel unter der Nachweisgrenze. In 2020 lagen aber auch der Medianwert für die ZEA-

Gehalte im Illyrikum über der Nachweisgrenze, einzelne Standorte durch Hagelereignisse sogar sehr deutlich.
Auf Alfatoxine wurden nur die Proben aus dem Osten und Südosten untersucht. entsprechend den höheren Wärmeanforderungen der Plize *Aspergillus flavus* oder *A. parasiticus*. Die Nachweisgrenze wurde bisher weder im Median noch im Mittelwert und auch nicht in den Einzelwerten überschritten.

Für den Landwirt spielt neben der Sortenwahl, Fruchtfolge und Bodenbearbeitung die Wahl des Erntezeitpunktes insbesondere bei feuchter Herbstwitterung die entscheidende Rolle für die Vermeidung oder den Aufbau einer zunehmenden Mykotoxinbelastung im Erntegut. Hagelschlag kann die Mykotoxinanreicherung im Kolben zudem noch deutlich beschleunigen. Durch die regional/lokal differenzierte, frühzeitige Ausweisung der Belastungssituation hat der Landwirt nunmehr eher die Möglichkeit mit einem angepassten Erntetermin ein höheres Mykotoxinrisiko abzuwenden.

Zusammenfassung

Bei Körnermais wird in Österreich seit 2016 von den Landwirtschaftskammern in Kooperation mit der AGES ein Vorerntemonitoring bei den *Fusarium*-Mykotoxinen Deoxynivalenol, Zearalenon, Fumonisinen und Aflatoxinen durchgeführt, um rechtzeitig über eine drohende Mykotoxinbelastung zu informieren. Die im Laufe des Septembers an zwei bis drei Terminen erhobenen Ergebnisse werden zeitnah für aktuell 32 Standorte im heimischen Maisanabaugebiet nach einem 5-stufigen Ampelfarbsystem auf www.warndienst.at ausgewiesen. Hinweise auf Grenzwert und Richtwerte sowie auf Risiken in der Nutztierfütterung ergänzen das Informationsangebot für die Landwirte.

Abstract

Since 2016, on maize, pre-harvest monitoring of the Fusarium mycotoxins desoynivalenol, zearalenone, fumonisins and aflatoxins has been carried out in Austria by the Chambers of Agriculture in cooperation with AGES, in order to provide timely information about impending mycotoxin contamination. The results, collected on two to three dates during September, are promptly reported for currently 32 sites in the Austrian maize growing area according to a 5-level traffic light colour system on www.warndienst.at. Information on limit and guideline values as well as risks in livestock feed supplement the information offered to farmers.

Literatur

SHALA-MAYRHOFER V, MECHTLER K, REITER E, 2018: Mykotoxinbelastung und Erntezeitpunkt zur Toxinreduktion: Vorerntemonitoring bei Mais bietet Entscheidungshilfe. Der Pflanzenarzt, 5, 71, 24-25.
REITER E, MECHTLER K, SHALA-MAYRHOFER V, 2017: Futtermittelqualität beginnt am Feld. Blick ins Land: 10, 23.

Adressen der Autoren

[1] Landwirtschaftskammer Österreich, Abteilung Marktpolitik, Referat Pflanzliche Erzeugnisse, Schauflergasse 6, A-1015 Wien

[2] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[*] Ansprechpartnerin: DI Dr. Vitore Shala-Mayrhofer, v.shala-mayrhofer@lk-oe.at

Möglichkeiten zur Verbesserung des Tierwohls durch Smart Dairy Farming

Ways to improve animal welfare through Smart Dairy Farming

Elfriede Ofner-Schröck*, Thomas Guggenberger, Edina Scherzer & Andreas Steinwidder

Einleitung

Das Thema Tierwohl gewinnt in der Landwirtschaft aber auch in der gesellschaftlichen Diskussion immer mehr an Bedeutung. Was unter Tierwohl zu verstehen ist, lässt sich nicht einfach definieren und überprüfen. Zur Messung von Tierwohl wurden im Laufe der Zeit verschiedene Indikatoren entwickelt, die ressourcenbezogen, managementbezogen oder tierbezogen sein können. Durch die verschiedenartige Kombination dieser Indikatoren entstehen Beurteilungssysteme, mit deren Hilfe man das Tierwohl seiner Herde messen kann. Auch Online-Anwendungen gewinnen immer mehr an Bedeutung.

Ziel

Ziel eines aktuellen Forschungsprojektes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein war es, geeignete Parameter und Methoden zur Bewertung des Tierwohl-Potenzials von Haltungssystemen am Beispiel der Rinderhaltung zu entwickeln und in das Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife zu integrieren (OFNER-SCHRÖCK et al. 2020). Dazu bedurfte es eines Ansatzes mit einem hohen Maß an Praktikabilität, der auf alle Rinderhaltungssysteme unter Berücksichtigung österreichischer Betriebsbedingungen anwendbar ist.

Material und Methoden

Es wurden national und international bestehende Beurteilungssysteme analysiert und darauf aufbauend zwei Expertenmeetings sowie Praxiserprobungen durchgeführt. Auf dieser Basis ergab sich ein Indikatoren-Set, das für die Erstellung des Beurteilungstools Verwendung fand. Die ausgewählten Indikatoren wurden in das Betriebsmanagement-Tool FarmLife implementiert, sodass die Erhebung am landwirtschaftlichen Betrieb mithilfe eines Tablets als EDV-Anwendung erfolgen kann.
Um das Ziel einer ganzheitlichen Gesamtbewertung in Form eines Tierwohl-Index zu erreichen, war es erforderlich, die einzelnen Indikatoren mit Punkten zu bewerten und die Teilbereiche zueinander zu gewichten. Die Punkte wurden auf einen homogenen Datenraum (0 – 100 Punkte) normiert, um die Kommunikation der Ergebnisse zu erleichtern. Dazu wurden umfangreiche Bewertungsmodelle entwickelt.

Ergebnisse und Diskussion

Als Ergebnis der wissenschaftlichen Synthese und der grundlegenden Anforderungen für die praktische Anwendung wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Beurteilungssystem für das Tierwohl-Potenzial von Milchviehstallungen entwickelt – der FarmLife-Welfare-Index (OFNER-SCHRÖCK et al. 2020). Die Anwendung erfolgt im Rahmen des Betriebsmanagement-Tools FarmLife (Ökoeffiziente Landwirtschaft, HERNDL et al 2016) online über die gemeinsame technische Plattform www.farmlife.at. Die Dateneingabe kann am Tablet durch einfaches Tippen auf den Bildschirm erfolgen und gestaltet sich auch durch viele hinterlegte Fotos sehr bedienerfreundlich. Alle Objekte und ihre Eigenschaften aber auch alle Beobachtungen können über sehr große, quadratische Schaltflächen erfasst werden, Zahlen werden direkt eingegeben.
Der FarmLife-Welfare-Index gliedert sich in die drei Teilbereiche „Haltungsbedingungen“, „Tierbetreuung und Management“ sowie „Tierwohl“. In diese drei Teilbereiche fließt die Bewertung von 18 Indikatorengruppen bestehend aus 43 Einzelindikatoren ein. Bei den Haltungsbedingungen wird beispielsweise die Weichheit und Trittsicherheit des Liegebereiches oder die Qualität der Wasserversorgung beurteilt. Auslauf und Weide spielen in der Bewertung eine große Rolle. Im Teilbereich Tierbetreuung und Management geht es unter anderem darum, die Mensch-Tier-Beziehung durch Ermittlung der Ausweichdistanz der Tiere darzustellen, aber auch Pflege und Gesundheitsmanagement sind hier von Interesse. Der Teilbereich Tierwohl bildet direkte Indikatoren für die Gesundheit und das Wohlbefinden von Rindern ab. Dazu wird das Tier selbst genau betrachtet und unter anderem auf Verletzungen

an den Gelenken, Klauenzustand oder Lahmheiten untersucht, um hier gegebenenfalls Verbesserungspotenzial erkennen zu können.
Nach Abschluss der Dateneingabe erzeugen die Algorithmen des FarmLife-Welfare-Tools zwei verschiedene Arten von Informationen. Das erste Ergebnis zeigt die Buchungsdaten das zweite die eigentliche Bewertung (Abbildung 1). Das Gesamtergebnis zeigt sich zentral in einem Dreieck, die drei Teilbereiche werden im jeweiligen Sechseck bewertet. Die Indikatorgruppen können im Netzdiagramm abgelesen werden. Der Bewertungshintergrund, sowie Stärken und Schwächen können über den Link der Indikatorgruppen aufgerufen werden.

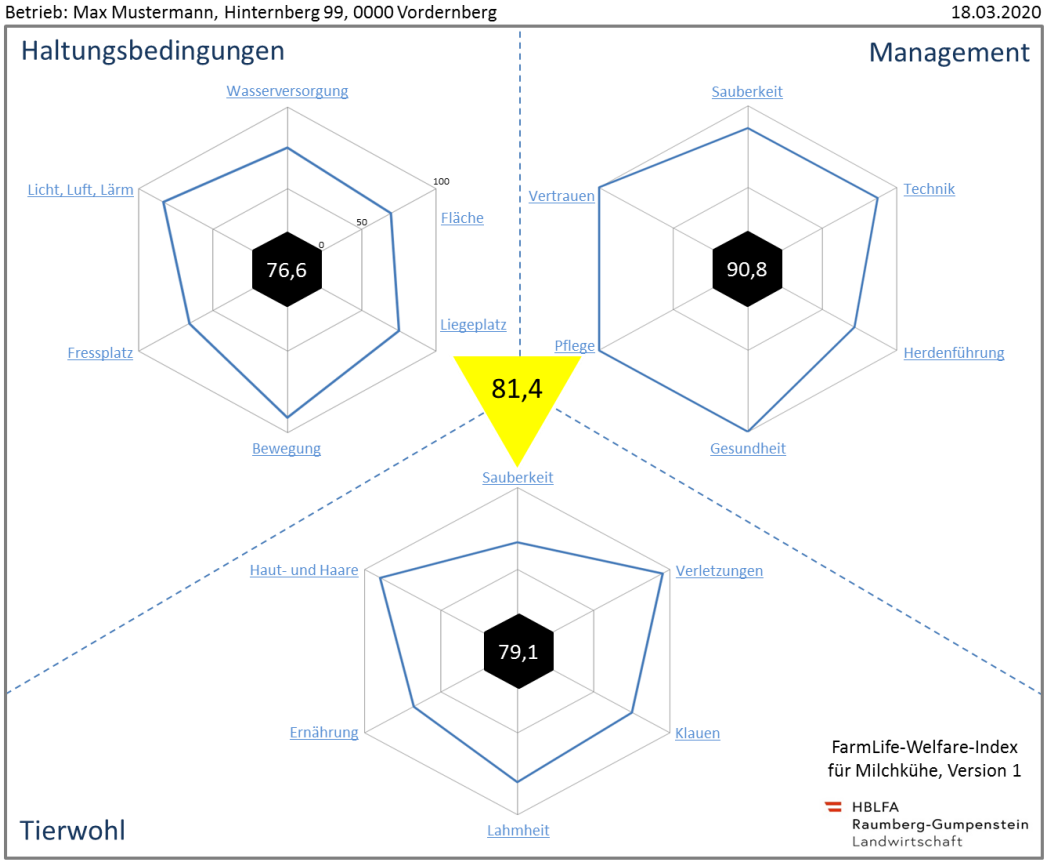


Abbildung 1: **Ergebnisblatt des FarmLife-Welfare-Index**

Ausblick

Der FarmLife-Welfare-Index steht Interessentengruppen offen zur Verfügung. Eine erste Anwendung wird derzeit mit einem großen österreichischen Vermarktungsunternehmen und einer Molkerei umgesetzt. Außerdem kommt der FarmLife-Welfare-Index im aktuell laufenden EIP-Projekt „Berg-Milchvieh“ zum Einsatz, das sich zum Ziel gesetzt hat, innovative Stallumbaulösungen speziell für kleine Bergbetriebe zu entwickeln, umfassend zu evaluieren und zu dokumentieren (STEINWIDDER und SCHINDECKER 2019).
Eine Weiterentwicklung des Systems ist vorgesehen. Derzeit liegt das Beurteilungssystem für die Milchviehhaltung vor, nun startet eine Anpassung für Aufzuchtrinder, Mastrinder und Kälber und langfristig soll es auch für andere Tierarten wie Schweine und Geflügel erarbeitet werden. Die Einbeziehung von Daten aus PLF-Systemen könnte eine sinnvolle Ergänzung der Tierwohlbewertung darstellen. Eine Gesamtbetriebsanalyse mit dem Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife ist zusätzlich optional möglich, um Ökonomie, Ökologie und Tierwohl gesamthaft zu betrachten. Mit der Fertigstellung des FarmLife-Welfare-Index öffnet sich hier eine neue Ebene, die über die chemisch-physikalischen Grundlagen der Ökobilanzierung hinausreicht.

Zusammenfassung

In einem aktuellen Forschungsprojekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde basierend auf umfangreichen Bewertungsmodellen ein Beurteilungssystem für das Tierwohl-Potenzial von Milchviehstallungen entwickelt - der FarmLife-Welfare-Index (FWI). Der FarmLife-Welfare-Index gliedert sich in die drei Teilbereiche „Haltungsbedingungen", „Tierbetreuung und Management" sowie „Tierwohl". Die Beurteilung erfolgt online über die gemeinsame technische Plattform www.farmlife.at. Bei einem hohen Maß an Praktikabilität in der Anwendung steht bei diesem Beurteilungssystem das Tier im Fokus, gleichzeitig soll das Beurteilungsergebnis aber auch Rückschlüsse auf die Einflussfaktoren zulassen und dem Landwirt Empfehlungen zur Verbesserung etwaiger Haltungs- oder Managementmängel an die Hand geben. Durch die hohe Granularität des Systems sind neben der Fokussierung auf einen Gesamt-Index die Ergebnisse der einzelnen Themenbereiche klar erkennbar.

Summary

In a current research project of HBLFA Raumberg-Gumpenstein, an assessment system for the animal welfare potential of housing systems for dairy cattle was developed based on extensive evaluation models - the FarmLife Welfare Index (FWI). The FarmLife Welfare Index is divided into the three sub-areas "husbandry conditions", "stockmanship and management" and "animal welfare". The assessment is carried out online via the common technical platform www.farmlife.at. With a high degree of feasibility, this assessment system focuses on the animal, but at the same time the assessment result should also allow conclusions to be drawn about the influencing factors and provide the farmer with recommendations for improving any lack in husbandry or management. Due to the high granularity of the system, in addition to the focus on an overall index, the results of the individual subject areas are clearly visible.

Literatur

HERNDL, M., BAUMGARTNER, D.U., GUGGENBERGER, T., BYSTRICKY, M., GAILLARD, G., LANSCHE, J., FASCHING, C., STEINWIDDER A., NEMECEK, T., 2016: Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftl. Betriebe in Österreich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, Österreich und Agroscope, Zürich, Schweiz, Abschlussbericht BMLFUW, 99 S.

OFNER-SCHRÖCK, E., GUGGENBERGER, T., STEINWIDDER, A., HERNDL, M., TERLER, G., FRITZ, C., SCHERZER, E., ZAMBERGER, I., GASTEINER, J., 2020: Abschlussbericht zum Projekt „Entwicklung eines Beurteilungssystems für Tiergerechtheit zur Implementierung in das Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife. Projekt-Nr. 2440. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal.

STEINWIDDER, A. und SCHINDECKER, S., 2019: Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh. Tagungsband zur Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, S. 5-8.

Adressen der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning

*Ansprechpartnerin: Dr. Elfriede OFNER-SCHRÖCK, elfriede.ofner-schroeck@raumberg-gumpenstein.at

Neue Entwicklungen zur indirekten automatischen Lahmheitserkennung bei Milchkühen mittels automatisch erfasster Leistungs- und Verhaltensdaten

New developments in indirect automatic lameness detection in dairy cows using behaviour and performance data

Isabella Lorenzini[1*], Katharina Grimm[2] & Bernhard Haidn[1]

Einleitung

Klauenerkrankungen bei Milchkühen verursachen Schmerzen und Leiden für die betroffenen Tiere und hohe direkte und indirekte Kosten für Landwirte. Laut der 2021 veröffentlichten PräRi-Studie, liegt die durchschnittliche Lahmheitsprävalenz auf süddeutschen Milchviehbetrieben bei 23.9 % (TIHO HANNOVER, FU BELRIN, LMU MÜNCHEN 2020). Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen sind laut LKV Bayern seit vielen Jahren mit circa 9 % der Gesamtabgänge die drittwichtigste Abgangsursache auf bayerischen Milchviehbetrieben (LKV BAYERN e.V. 2009 bis 2019). Die Standardmethode zur Lahmheitserkennung ist die Gangbeurteilung, auch Locomotionscoring genannt. Das manuelle Locomotionscoring ist eine sowohl subjektive als auch sehr zeitintensive Bonitierungsmethode, da regelmäßig die ganze Herde beurteilt werden muss, um lahme Tiere rechtzeitig zu entdecken. Automatische Lahmheitserkennung könnte Landwirt*innen dabei helfen, ihre lahmen Tiere früher zu detektieren und somit sowohl Schmerzen für das betroffene Tier als auch wirtschaftliche Einbuße zu vermeiden.

Material und Methoden

Die Datenerfassung erfolgte zwischen April 2017 und Juni 2018 auf vier Praxisbetrieben in Bayern und auf dem Versuchsbetrieb der Bayerischen Staatsgüter in Grub. Die Projektbetriebe hatten zwischen 65 und 90 Milchkühe; drei davon waren Melkstandbetriebe, während zwei davon ein automatisches Melksystem (AMS) hatten. Bei allen Tieren im Versuch wurde am rechten Vorderbein ein Pedometer zur Erfassung von Verhaltensdaten befestigt. Die „Track a Cow" Pedometer (ENGS Dairy Solutions, Israel) enthalten einen dreidimensionalen Beschleunigungssensor, der die Aktivität sowie das Liegeverhalten der Tiere erfasst. Zusätzlich wird das Futteraufnahmeverhalten über die Erkennung der Einzeltiere am Futtertisch vom Pedometer erfasst. Über eine entlang des Futtertisches installierte Induktionsschleife und einen Aktivator wird ein magnetisches Feld erzeugt, worüber die Aufenthaltsdauer der Tiere am Futtertisch erfasst werden. Zusätzlich zu den Verhaltensdaten wurden die Melkdaten vom AMS bzw. die monatlichen Melkdaten vom LKV erfasst, um eine durchschnittliche Tagesmilchleistung für jedes Tier zu berechnen. Die Klauengesundheit der Tiere im Versuch wurde alle zwei Wochen über Locomotionscoring erfasst. Die Tiere wurden über Videoaufnahmen beim Verlassen des Melkstandes bzw. des AMS anhand eines 3-Punkte Systems bonitiert (LORENZINI et al. 2019). Ein Tier, das keine Gangunregelmäßigkeiten zeigte, wurde als „gesund" (Locomotionscore (LMS) = 1) eingestuft. Zeigte das Tier Kopfnicken, eine Entlastungshaltung im Stand oder einen gekrümmten Rücken, wurde es als „Verdacht auf Lahmheit" eingestuft (LMS = 2). Ein Tier, das einen asymmetrischen, unregelmäßigen Gang zeigte, wurde als „lahm" bonitiert (LMS = 3).
Alle manuell und automatisch erfassten Daten wurden in einem Gesamtdatensatz mit einem Tagesdatensatz pro Tier zusammengefasst. Dafür wurden die von den Pedometern und vom AMS erfassten Rohdaten in einer PostgreSQL Datenbank als Tageswerte zusammengefasst und mit Stamm-, Reproduktions- und Leistungsdaten des LKV Bayern sowie die Daten zur Klauengesundheit kombiniert. Der entstandene Datensatz bestand aus 42 verschiedenen Variablen.
Die erhobenen Daten des Hauptversuchs wurden auf Zusammenhänge zwischen den festgestellten Klauenerkrankungen bzw. Lahmheiten und den automatisch erfassten Verhaltensparametern mit geeigneten statistischen Verfahren untersucht. Sämtliche statistische Auswertungen wurden mit der Statistiksoftware „R-Studio" (R Foundation for Statistical Computing, R Version 3.4.1) erstellt. Um die Zusammenhänge zu untersuchen und eine Vorhersage über den Klauengesundheitsstatus (lahm/nicht lahm) für ein Tier an einem gegebenen Tag wurde ein generalisiertes, gemischtes, lineares Modell (GGLM) aus dem R-Package lme4 (BATES et al. 2015) angewendet. Die Vorhersagegenauigkeit der Modelle

wurde mittels ROC (receiver operating characteristics) Kurvenanalyse über die AUC (Fläche unter der Kurve) berechnet, die bei einem perfekten Modell 1, und bei einem Modell, bei dem die Vorhersagegenauigkeit dem Zufall entspricht, 0,5 ist.

Ergebnisse und Diskussion

Das Ziel der Untersuchungen im aktuellen Projekt war es, ein in einem Vorgängerprojekt entwickeltes Vorhersagemodell (GRIMM et al. 2019) anhand von Daten aus Praxisbetrieben zu testen und weiterzuentwickeln. Das Modell aus dem Vorgängerprojekt war ein sogenanntes Enet-BETA Modell (LIU und LI 2017); eine Form von logistischer Regression, die dafür geeignet ist, übersichtliche Vorhersagemodelle zu generieren. Das Enet-BETA Modell wurde auch mit den Daten aus den fünf Projektbetrieben getestet, wies aber eine geringe Vorhersagegenauigkeit auf. Dies liegt vermutlich daran, dass es im Enet-BETA Modell nicht möglich ist, zufällige Effekte in den Daten zu berücksichtigen. Die Berücksichtigung von zufälligen Effekten ermöglicht eine genauere Vorhersage bei mehrschichtigen, gruppierten Daten, wie sie in dieser Studie vorliegen. Die zufälligen Effekte beschreiben die tierindividuelle Abweichung vom Populationsdurchschnitt.
Deshalb wurde ein GGLM gewählt, um die Zielvariable „Klauengesundheitsstatus“ anhand verschiedener Parameter und unter Berücksichtigung von Betriebsunterschieden bzw. Unterschieden zwischen den einzelnen Tieren, vorherzusagen. Um die Datenstruktur im Modell korrekt darzustellen, hätte der zufällige Effekt als „Einzeltier innerhalb des einzelnen Betriebes“ programmiert werden müssen. Aufgrund der niedrigen Betriebszahl und somit der möglicherweise ungenauen Schätzung des Effekts, wurde der Betrieb als zufälliger Effekt aus dem Modell gelassen. Nachdem die relevanten Interaktionsparameter anhand einer schrittweisen Regression hervorgehoben wurden, wurde BTN (das Einzeltier) als zufälliger Effekt des Achsenschnittpunkts zum Modell hinzugefügt. Somit hatte jedes Einzeltier im Modell einen individuellen Achsenschnittpunkt. Zusätzlich dazu wurden die Tage in Milch (DIM), die Milchleistung (MMY), die Futteraufnahme (FD) und die Liegedauer (LD) als zufällige Effekte der Steigung kombiniert. Dies bedeutet, dass für jedes Tier und für jeden der oben genannten Parameter auch eine individuelle Steigung im Modell berechnet wurde. Diese zufälligen Effekte berücksichtigen den tierindividuellen Zusammenhang zwischen manchen Parametern (beispielsweise die LD) und der Zielvariable.
Das finale Modell war wie folgt aufgebaut:

$$Klauengesundheitsstatus \sim FD + DIM + C.MN + LD + FDR + MMY{:}FD + MMY{:}LD + DIM{:}MMY\ (DIM + MMY + FD + LD \mid BTN)$$

Das GGLM wies 8 fixe Effekte, mit drei Interaktionsparametern zwischen jeweils den Tagen in Milch und der Tagesmilchleistung, der Milchleistung und der Liegedauer und der Milchleistung und der Futteraufnahmedauer, auf. Die Parameter in Klammern sind die zufälligen Effekte. Ein begünstigender Effekt für den Status „lahm“ bestand für den Interaktionsparameter Milchleistung mit Futteraufnahmedauer (MMY:FD), den Interaktionsparameter Milchleistung mit Tage in Milch (MMY:DIM) sowie für die Parameter Liegedauer und Milchleistung (MMY:LD). Alle weiteren Parameter, wie beispielweise die Futteraufnahmedauer (FD) und die Anzahl an Futtertischbesuche (C.MN) hatten einen protektiven Effekt auf das Auftreten von Lahmheiten. Somit sinkt laut GGLM bei einer höheren Futteraufnahmedauer oder einer erhöhten Anzahl an Futtertischbesuchen die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier an dem gegebenen Tag lahm ist.
Das finale GGLM Modell hatte auf dem Trainingsdatensatz eine Sensitivität von 0,83 (Konfidenzintervall (KI) 0,83 – 0,84) und eine Spezifität von 0,79 (KI 0,78 – 0,80). Die AUC betrug 0,89 (KI 0,89 – 0,90). Auf den Testdaten wies das GGLM eine AUC von 0,82 (KI 0,80 – 0,83) auf.
Die Ergebnisse der GGLM zeigen zwar eine sehr gute Vorhersagegenauigkeit, es ist aber nicht möglich, eine hohe Genauigkeit bei der Vorhersage vom Klauengesundheitsstatus bei neuen, dem Modell unbekannten Tieren zu erzielen, da hierfür die individuellen Steigungen bzw. Achsenschnittpunkte außer Acht gelassen werden müssen.

Zusammenfassung

Klauenerkrankungen bei Milchkühen haben eine hohe wirtschaftliche und tierschutzrechtliche Relevanz. Eine automatische Lahmheitserkennung anhand von Verhaltens- und Leistungsparametern könnte Landwirt*innen dabei helfen, lahme Tiere früher zu erkennen. Die in dieser Studie angewandten Modelle zeigten zwar eine sehr hohe Genauigkeit bei Tieren, für die zufällige Effekte bereits geschätzt wurden, konnten aber bei dem Modell unbekannten Tieren keine so guten Ergebnisse erzielen. Trotzdem ist diese Form von indirekten Lahmheitsvorhersage eine praxisnahe Lösung, da hierfür Technik eingesetzt wird, die auf vielen Milchviehbetrieben bereits vorhanden ist. Weitere Forschung ist allerdings notwendig, um die Vorhersagemodelle unter Berücksichtigung von tierindividuellen Unterschieden weiterzuentwickeln.

Abstract

Claw diseases in dairy cows are highly relevant from both an economic and an animal welfare point of view. Automatic lameness detection based on behavioural and performance parameters could help farmers to detect lame animals earlier. The models used in this study showed very high accuracy for animals for which random effects had already been estimated but could not achieve such good results for animals unknown to the model. Nevertheless, this form of indirect lameness prediction is practice-oriented solution as it uses technology that is already available on many dairy farms. However, further research is needed to further develop the prediction models and to further analyse animal-specific differences.

Literatur

BATES D, MÄCHLER M, BOLKER B, WALKER S, 2015: Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. J. Stat. Soft. 67.

GRIMM K, HAIDN B, ERHARD M, TREMBLAY M, DÖPFER D, 2019: New insights into the association between lameness, behavior, and performance in Simmental cows. J. Dairy Sci. 102, 2453–2468. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15035

LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG IN BAYERN E.V., 2015: LKV Leistungsprüfung und LKV-Beratungsgesellschaft mbH in der Milchviehhaltung in Bayern 2015, Ergebnisse und Auswertungen. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_jahresbericht2015.pdf (accessed 5.29.17).

LIU W, LI Q, 2017: An Efficient Elastic Net with Regression Coefficients Method for Variable Selection of Spectrum Data. PLOS ONE 12, e0171122. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171122

LORENZINI I, SCHINDHELM K, HAIDN B, MISHA E, 2017: Using a three point lameness scoring system combined with a clinical examination to increase the reliability of visual locomotion scoring., in: Proceedings of the 19th International Symposium and 11th International Conference on Lameness in Ruminants.

STIFTUNG TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER (TIHO), FREIE UNIVERSITÄT BERLIN (FU), LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN (LMU), 2020: Abschlussbericht: Tiergesundheit, Hygiene und Biosicherheit in deutschen Milchkuhbetrieben – eine Prävalenzstudie (PraeRi), 262 pp.

Adressen der Autoren

[1] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Grub

[2] Praxisgemeinschaft für Klauengesundheit, Auenbruggerstrasse 23, 80999 München

[*] Ansprechpartnerin: Isabella LORENZINI, isabella.lorenzini@lfl.bayern.de

Digitalisierung im Milchviehbereich und ihr Beitrag zum Tierwohl und zur Früherkennung von Tierkrankheiten

Digitization in the dairy sector and its contribution to animal welfare and the early detection of animal diseases

Johann Gasteiner* & Christian Fasching

Einleitung

Die Richtlinie 2003/30/EG bestimmt, dass bis 2010 mindestens 5,75 % Biokraftstoffe den Mineralöltreibstoffen beigemischt werden. Im Werk Pischelsdorf werden bis zu 480.000 t Körnermais (Nassmais, Trockenmais) und Getreide (hauptsächlich Weizen, untergeordnet Triticale) zu Treibstoffalkohol (Bio- oder Agroethanol) verarbeitet. Ziel der Arbeit war es, den Einfluss variierender Protein- und Stärkegehalte auf die Ethanolausbeute zu quantifizieren.

Brunsterkennung

Die Erkennung einer Brunst ist ein ausschlaggebender Faktor für den Erfolg in der Milchproduktion. In Österreich ist die visuelle Beobachtung von klassischen Brunstsymptomen am weitesten verbreitet. DOBSON *et al.* (2008) geben an, dass sich der Anteil der Kühe, die in der Brunst einen Duldungsreflex zeigen von 80 % auf 50 % reduziert hat. Gleichzeitig hat auch die Duldungsdauer von 15 h auf 5 h abgenommen. Eine weitere Herausforderung bei der visuellen Brunsterkennung ist die Tatsache, dass sich das Brunstgeschehen bei mehr als der Hälfte der Kühe auf die Nacht beschränkt (DIETRICH, 2012). Trotz dieser schwierigen Rahmenbedingungen werden mit der visuellen Beobachtung, in Abhängigkeit vom zeitlichen Aufwand, 60 % bis 85 % der Brunstereignisse erkannt (BECKER *et al.*, 2005).
Sensorbasierte Systeme beobachten für 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche. Die Zuverlässigkeit wurde in zahlreichen Studien untersucht. Die Brunsterkennungsrate wird in Abhängigkeit vom System mit 62 % bis 90 % und der positive Vorhersagewert (Wahrscheinlichkeit, dass die Kuh bei einem positiven Ergebnis auch brünstig ist) mit 67 % bis 84 % angegeben (CHANVALLON et *al*. 2014; HOCKEY et *al.* 2010; Jonsson et *al.* 2011); TALUKDER et *al.* 2015) Eigene Untersuchungen belegen Brunsterkennungsraten von über 90 % und einen positiven Vorhersagewert von ebenfalls über 90 %. Damit werden Brunst und Nichtbrunst von sensorbasierten Systemen wesentlich besser erkannt als mit der visuellen Beobachtung (FASCHING *et al.*, 2017).
Um eine Brunst zuverlässig zu erkennen, verwenden die Hersteller verschiedene, physiologisch relevante Parameter. Einer beispielsweise nutzt den aus mehreren Parametern bestehenden Brunstindex. Dieser wird unter anderem von der Zyklusregelmäßigkeit, der Wiederkau- und der Bewegungsaktivität beeinflusst. Andere wiederrum nutzen verstärkt die für die Brunst charakteristischen Kopfbewegungen, die Aktivitätsänderung (Abbildung 15) oder auch Veränderungen im Wiederkauverhalten. Im Wesentlichen ist es jedoch eine Kombination von Parametern und/oder von dimensionslosen Messgrößen.

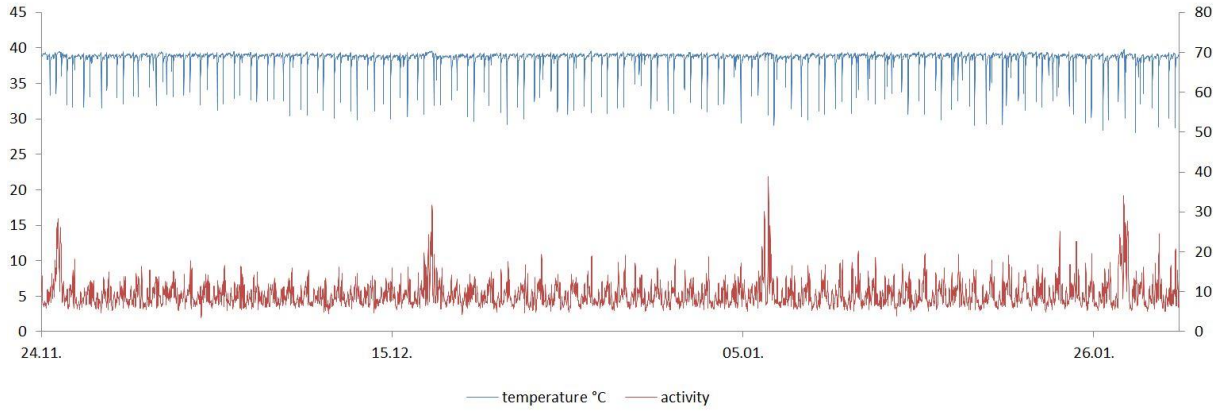


Abbildung 15: **Die mit einem Pansensensor gemessene Vormagentemperatur und Aktivität der Kuh Viola von 24. November 2015 bis 31. Jänner 2016. Der Temperaturverlauf ist durch die Wasseraufnahme beeinflusst und wird zur Mustererkennung bereinigt. Der Verlauf der Aktivität lässt ein deutliches und zyklisches Brunstgeschehen erkennen.**

Neben der Brunsterkennung und dem Gesundheitsmonitoring verfügen diese Systeme über zahlreiche weitere Funktionen und erheben die unterschiedlichsten Parameter. Diese reichen vom Erkennen einer herannahenden Abkalbung, dem Liegemonitoring, dem Hitzestressmonitoring bis hin zum Monitoring der Wasseraufnahme, der Tieridentifikation oder der Tierortung. Mit Gruppenfunktionen wie beispielsweise der Gruppenroutine (Wiederkauen und Aktivität) bzw. der Gruppenkonstanz ist es möglich, Stressfaktoren zu erkennen bzw. die Ration gezielt zu optimieren.

Gesundheitsmonitoring

Die Früherkennung von Erkrankungen durch PLF hat sehr großes Potenzial. So geben KING *et al.* (2017) an, dass die Wiederkaudauer bei einer Labmagenverlagerung bereits acht Tage vor dem Zeitpunkt der klinischen Diagnose, pathologisch bedingt reduziert ist. Durch die frühzeitige Behandlung auffälliger Tiere kommt es zu einem abgeschwächten Krankheitsverlauf bzw. kann ein klinischer Verlauf sogar verhindert werden. Diese gezielt und präventiv getroffenen Maßnahmen haben zur Folge, dass sich der Einsatz von Medikamenten und der Anteil von krankheitsbedingten Ausfällen reduziert sowie Schmerzen und Leiden für das Tier verringern (GASTEINER, 2018).
Um den Zeitpunkt der Abkalbung sowie in den ersten sechs bis acht Laktationswochen sind Milchkühe besonderen Stressfaktoren ausgesetzt. Dies führt zum gehäuften Auftreten von Erkrankungen wie Labmagenverlagerung, Ketose, Gebärparese oder auch Pansenazidose. Vorrangiges Ziel ist einerseits die Vermeidung von Erkrankungen und andererseits eine möglichst frühzeitige Erkennung. Ein sensorbasiertes Herdenmanagementsystem unterstützt den Betriebsleiter in beiderlei Hinsicht.
Gesundheitsrelevante Parameter welche einen Alarm auslösen, können die Wiederkauaktivität, die Bewegungsaktivität, die Vormagentemperatur und daraus abgeleitet die Innere Körpertemperatur, das Trinkverhalten oder auch ein aus mehreren Parametern gebildeter Gesundheitsindex sein. Im Vergleich zur Beobachtung klinischer Symptome, können mit diesen Parametern pathologische Vorgänge wesentlich früher erkannt werden (BRAUN et. *al.* 2017; KING et *al.* 2017; STANGAFERRO et *al.* 2026). Untersuchungen von (HOY, 2015) und (BRAUN *et al.*, 2017) zeigen auch, dass bei Kühen mit Erkrankungen zum Laktationsstart, die Wiederkaudauer am Tag der Kalbung stärker einbricht und im Anschluss langsamer als bei gesunden Kühen ansteigt. Für den Betriebsleiter besteht einerseits die Möglichkeit, den Verlauf von Parametern während kritischer Zeiten zu beobachten und andererseits, auf Gesundheitsalarme zu reagieren. Die Empfehlung liegt hier bei der täglichen Kontrolle der Wiederkauaktivität während der ersten 14 Laktationstage. Zum Zeitpunkt, bei dem der Parameterverlauf auffällig ist, fehlen meist klinische Symptome. Die Herausforderung liegt dann in der Wahl einer gezielten Behandlung. Gelingt es, diesen Informationsvorsprung zu nutzen, nimmt die Krankheit einen schwächeren Verlauf bzw. kann ein klinischer Verlauf verhindert werden.
Das Ziel einer Studie der Colorado State University (ADAMS *et al.*, 2013) war es, Zusammenhänge zwischen der erhöhten Vormagentemperatur (VT) und der Diagnose von Gebärmutterinfektionen, Euterentzündungen, Lahmheiten und Lungenentzündungen zu untersuchen. In die Studie wurden 1047 Holstein-Kühe einer kommerziell bewirtschafteten Farm in den USA aufgenommen. Jede Kuh erhielt nach der Abkalbung oral einen Bolus zur Temperaturmessung verabreicht, der in den Vormägen (Reticulum) verbleiben sollte. Die Messungen im Reticulum wurden über einen Zeitraum von 350 Tagen dreimal täglich im Melkstand ausgelesen. Eine erhöhte Innere Körpertemperatur („Fieber“) wurde als eine Überschreitung der VT von mindestens 0,8°C über einem Basiswert definiert, der aus 30 vorhergehenden Messungen ermittelt worden war. Tageszeitliche und tierindividuelle Schwankungen wurden statistisch berücksichtigt. Über den gesamten Versuchszeitraum wurde der Gesundheitszustand der Tiere überwacht. Diagnosen und Krankheitsverläufe der zu überprüfenden Tierkrankheiten wurden dokumentiert. Für die retrospektive Auswertung wurden die Werte der VT-Messung in den vier Tagen vor der jeweiligen Diagnosestellung herangezogen. Als Kontrolle wurden VT-Werte von vier Tagen einer diagnosefreien Zeit der gleichen Tiere ausgewählt. Da für Tiere mit Metritis (Gebärmutterentzündung) in den ersten 12 Tagen nach der Abkalbung (p.p.) ein Basiswert vorlag, wurde dieser aus Messergebnissen anderer Tiere ermittelt. Insgesamt waren 201 Erkrankungsfälle in dem Datensatz enthalten, die sich zu 54 % aus Mastitis, 32 % Lahmheiten, 8 % Metritis und 7 % Lungenentzündung zusammensetzten. Die statistischen Auswertungen ergaben, dass bei einer Kuh mit Mastitis mit einer 6,7fach höheren Wahrscheinlichkeit eine erhöhte VT festgestellt wurde als bei Tieren ohne Mastitis. Bei Kühen mit Lun-

genentzündung lag dieser Faktor sogar bei 7,5. Für Lahmheiten oder Metritiden konnten keine signifikanten Zusammenhänge mit der VT ermittelt werden. Als möglichen Grund für die fehlende Assoziation zwischen Metritis und VT gaben die Autoren die fehlenden Basiswerte der Tiere vor der Geburt an.

Motility - Ein vielversprechender, neuer Gesundheits-Parameter

Die Motility (Pansenmotorik oder auch Vormagenmotorik) ist für das Verdauungssystem des Wiederkäuers von großer Bedeutung. Sie wird mit dem primären und sekundären Kontraktionszyklus des Pansens beschrieben und ist für den Weitertransport der aufgenommenen Nahrung aus dem Reticulorumen in den Psalter verantwortlich. Am Beginn des primären Kontraktionszyklus steht die Haubenmotorik. Diese ist in Ruhe und beim Fressen durch zwei Haubenkontraktionen und beim Wiederkauen durch eine dritte Kontraktion, der sogenannten Rejektionskontraktion gekennzeichnet (KASKE, 2015). Indem die Aktivität der Haube erfasst wird, können vom Zyklus der Haubenmotorik, die Kontraktionsdauer (Pulsbreite) und die Dauer zwischen zwei Zyklen (Periodizität) bestimmt werden. Die Pulsbreite ist dabei in Ruhe und beim Fressen kürzer als beim Wiederkauen (RAUCH, 2008).
Im Rahmen umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist es an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit dem Smaxtec Pansensensor erstmals gelungen, die Dauer der Haubenkontraktion (Pulsbreite) und die Dauer zwischen zwei Zyklen (Periodizität), mit Hilfe der Aktivitätsmessung kontinuierlich zu erheben (
Abbildung 16). Wie von RAUCH (2008) beschrieben, zeigen die Ergebnisse beim Wiederkauen deutlich längere Pulsbreiten als beim Fressen oder in Ruhe (

Abbildung 17). Dies ist auf die zusätzliche Kontraktion beim Wiederkauen und die mögliche Pause zwischen Rejektionskontraktion und der ersten Haubenkontraktion zurückzuführen. Erste Vergleichsmessungen mit alternativen Verfahren, wie beispielsweise der Videobeobachtung oder den Systemen Rumiwatch und Heatime, sind vielversprechend. Die Ergebnisse lassen erwarten, dass die Wiederkaudauer mit Hilfe der Haubenaktivität sehr zuverlässig erfasst werden kann.

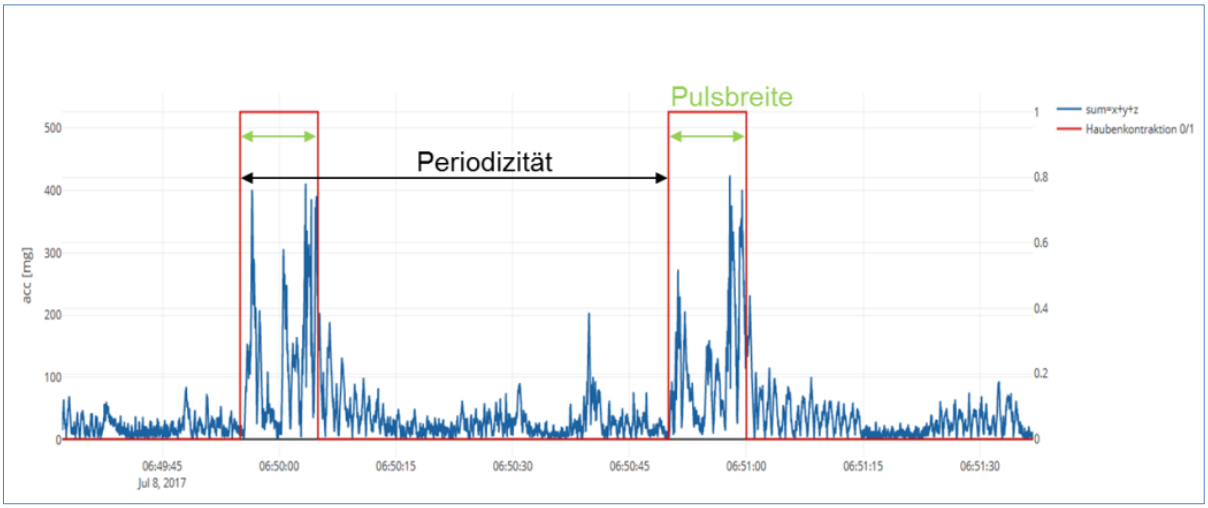


Abbildung 16 : **Zeitlicher Verlauf der Haubenaktivität (milli-g). Mit der Kontraktionsdauer der Haube (Pulsbreite) und der Dauer zwischen zwei Kontraktions-Zyklen (Periodizität) ist es möglich, die Motility zu beschreiben. Sie liefert wertvolle Informationen über den Gesundheitszustand und kann auch zur Brunsterkennung herangezogen werden. Im einfachsten Fall wird aus dieser Messung im Pansen die Wiederkaudauer abgeleitet. Erste Vergleichsmessungen mit Verfahren wie der Videobeobachtung lassen vielversprechende Ergebnisse erwarten.**

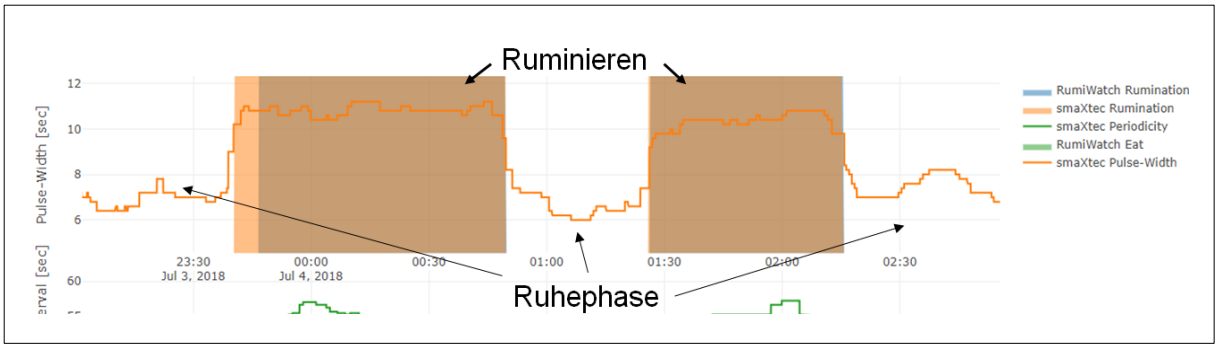


Abbildung 17: **Zeitlicher Verlauf der Pulsbreite in Sekunden. Die Pulsbreite kann genutzt werden um Phasen wie das Wiederkauen, die Futteraufnahme und Ruhe zu definieren. In Abhängigkeit der Aktivität ist die Pulsbreite erhöht (wiederkauen), niedrig und stark variierend (fressen) bzw. konstant niedrig (Ruhephasen).**

Mit der Weiterentwicklung dieser Methode werden in Zukunft zwei zusätzliche, sehr aussagekräftige und vielversprechende Parameter für das Erkennen einer Brunst und das Gesundheitsmonitoring (z.B. Störungen der Vormagenaktivität) zur Verfügung stehen. Darüber hinaus werden sie auch zum Überwachen der Pansengesundheit Verwendung finden.

Tierwohl

Zur Beurteilung der Frage, ob und inwieweit PLF-Systeme verwendet werden können, um als Tierschutzindikatoren zur Überprüfung des Tierwohls Verwendung finden zu können, wurden im Folgenden die KTBL-Tierschutzindikatoren für Milchkühe herangezogen (Literaturangabe). Produktionsdaten fallen nicht unter diese Beurteilung, sehr wohl jedoch wurden alle tierbezogenen Indikatoren für diesen Vergleich in Betracht gezogen.
Unter 2.5 wird im KTBL-Leitfaden die Schwergeburtenrate als Tierschutzindikator zur Überprüfung des Tierwohl angeführt. Die Ursachen für Schwergeburten und Geburtskomplikationen sind vielfältig, doch lässt sich die Forderung nach einer Abkalbung unter Aufsicht in jedem Fall ableiten. Nur so ist gewährleistet, dass etwaig notwendige Maßnahmen zur Verbesserung des Kalbeverlaufes zeitgerecht eingeleitet werden können. Der Beitrag von PLF ist hier im Bereich der Systeme mit Abkalbealarm zu sehen. Hier stehen mehrere Lösungen zur Verfügung. Intravaginal eingebrachte Sensoren werden im Rahmen des Geburtsaktes aus dem Geburtskanal ausgepresst und registrieren eine Temperaturveränderung, welche als Kalbealarm gewertet wird. Systeme, welche die innere Körpertemperatur bzw. die Vormagentemperatur kontinuierlich messen, registrieren die physiologische Temperaturabsenkung um den Abkalbezeitpunkt und melden eine anstehende Abkalbung. GASTEINER et al (2018) fanden ebenfalls einen deutlichen Einfluss der Abkalbung auf die Vormagentemperatur. 24 Stunden vor der Abkalbung war bei 43 kalbenden Kühen ein signifikanter Rückgang der Vormagentemperatur durchschnittlich um 0,43°C bei einer diagnostischen Sicherheit von 0,99 festzustellen. Es ist wissenschaftlich zu klären, inwieweit Kalbealarme mithelfen können, die Schwergeburtenrate bei Milchkühen zu senken.
Unter 2.8 wird im KTBL-Leitfaden die Körperkondition als Tierschutzindikator zur Überprüfung des Tierwohls angeführt. Systeme zur kontinuierlichen Überprüfung der Körperkondition mit 3-D-Kameras sind in Erprobung und HANSEN et al. (2018) fanden bei dem von ihnen geprüften System eine diagnostische Sicherheit von 82 %, was laut ihren Aussagen eine ähnliche Sicherheit darstellt wie die konventionelle optisch-manuelle Beurteilung der Körperkondition. Der Vorteil der automatisierten Systeme liegt hier in der kontinuierlichen Erhebung, die bereits geringe Abweichungen von einer definierten Normkurve detektieren können und im Komfort, da die Erhebung der konventionelle BCS einen entsprechenden Zeitaufwand darstellt.
Unter 2.9 bzw. 2.10 werden im KTBL-Leitfaden die Verschmutzung der Tiere bzw. Integumentschäden als Tierschutzindikatoren zur Beurteilung des Tierwohls angeführt. Derzeit kann die Erhebung der Verschmutzung der Hautoberfläche und von Integumentschäden nicht durch PLF-Systeme abgedeckt werden. Kamera-Aufnahmen und ein daran angeschlossenes Bilderkennungsprogramm wären denkbar und technisch möglich, sie dürften jedoch derzeit nicht im zentralen Fokus der Entwicklungen stehen.
Unter 2.11 bzw. 2.12 werden im KTBL-Leitfaden der Klauenzustand und Lahmheit als Tierschutzindikatoren zur Beurteilung des Tierwohls angeführt. Von BURLA et *al.* (2018) wurden Untersuchungen

bei Milchkühen mit Aktivitätsmessgeräten und Lagesensoren durchgeführt, um die Aktivität und auch die Liegedauer von lahmen Kühen zu ermitteln. Mäßig lahme Kühe zeigten eine längere Liegedauer pro 24 h ($p = 0.027$) und eine längere durchschnittliche Liegedauer pro Liegeperiode ($p = 0.008$) als nicht lahme Kühen. Jedoch war kein Unterschied in der Anzahl Liegeperioden pro 24 h ($p = 0.11$) vorhanden. Die durchschnittliche Bewegungsaktivität pro Stunde war bei den mäßig lahmen Kühen geringer als bei nicht lahmen Kühen ($p = 0.007$), ebenso auch die Bewegungsaktivität in den ersten 60 min nach Fütterung (frische Futtervorlage oder Nachschieben; $p = 0.008$). Die Fressdauer pro 24 h ($p = 0.033$) und die Anzahl Kauschläge pro 24 h ($p = 0.05$) war bei mäßig lahmen Kühen geringer als bei nicht lahmen Kühen. Die durchschnittliche Fressgeschwindigkeit unterschied sich jedoch nicht ($p = 0.98$). Ebenfalls wurde kein Einfluss von mäßiger Lahmheit auf die Wiederkaudauer pro 24 h ($p = 0.53$), die Anzahl Wiederkauschläge pro 24 h ($p = 0.86$) und die durchschnittliche Wiederkaugeschwindigkeit ($p = 0.17$) gefunden. Mäßig lahme Kühe hatten jedoch eine geringere Anzahl von Besuchen an den Kraftfutterstationen ($p = 0.014$) und an rotierenden Kratzbürsten ($p = 0.046$) als nicht lahme Kühe und standen in der Melkreihenfolge weiter hinten ($p = 0.001$). Die Ergebnisse veranschaulichen, dass eine Lahmheit bereits in einem frühen Stadium zu deutlichen Verhaltensänderungen führt. Diese Veränderungen entsprechen jenen, die in anderen Studien an Kühen mit ausgeprägter Lahmheit beschrieben wurden, das Ausmaß der Veränderungen ist bei mäßig lahmen Kühen jedoch geringer. Des Weiteren zeigt die vorliegende Studie, dass sich automatisiert erfassbare Verhaltensänderungen potenziell als Indikatoren zur Früherkennung von Lahmheiten bei Milchkühen eignen.

In einer Untersuchung in Raumberg-Gumpenstein (SCHACHNER und STREIT, 2019) wurden die Aktivitätswerte von lahmen und nicht lahmen Kühen eines 100-Kuh-Betriebes retrospektiv miteinander verglichen. Dazu wurden die per Software „Klauenmanager" dokumentierten Diagnosen (Dermatitis Digitalis DD; Mortellaro ab Grad M2) von 6 Terminen eines Klauenpflegers, welche in halbjährlichen Intervallen stattfanden, mit den Aktivitätswerten, gemessen mit einem Pansensensor, verglichen. Während gesunde Kühe keine Veränderungen hinsichtlich ihrer Aktivitätswerte aufwiesen, zeigte sich bei lahmen Kühen aufgrund der Infektion mit DD eine signifikante Verminderung der Aktivitätswerte, die sich bis 6 Wochen vor den jeweiligen Klauenpflegetermin zurückverfolgen ließ. Die vorliegenden Ergebnisse lassen den Rückschluss zu, dass sich die Aktivitätsmessung sehr gut zur Lahmheitsbeurteilung eignet und daher PLF eine interessante und vielversprechende Ergänzung als Tierschutzindikator in diesem Bereich ist.

Unter 2.13 wird im KTBL-Leitfaden die Liegeplatznutzung als Tierschutzindikator zur Überprüfung des Tierwohls angeführt. Die Art der Liegeplatznutzung, d.h. ob die Tiere „vollständig auf der Liegefläche bzw. in der Box liegen", „unvollständig auf der Liegefläche liegen, z.B. Hinterviertel auf der Lauffläche", „mit zwei oder vier Beinen auf der Liegefläche stehen" kann derzeit nicht mit PLF ermittelt werden. Es bestehen aber sog. Real Time Location Systeme, (RTLS) welche zur Bearbeitung von wissenschaftlichen Fragestellungen und auch in der Praxis erfolgreich eingesetzt werden, wenn es um die Ermittlung der „Dauer". Im konkreten Fall werden über eine Ohrmarke, die mit einer entsprechenden Sensortechnik ausgestattet ist, die Positionsdaten der Tiere direkt auf einen Server weitergeleitet. Der Aufenthalt jedes mit einem Sensor ausgestatteten Tieres lässt sich jederzeit sehr genau ermitteln. Durch Definition bestimmter Funktionsbereiche kann die Aufenthaltsdauer im jeweiligen Funktionsbereich ermittelt werden. OFNER-SCHRÖCK (2016) setzten das System in einem wissenschaftlichen Versuch ein und ermittelten mithilfe von RTLS, inwieweit Kühe unterschiedliche zur Verfügung stehende Liegeboxenvarianten zum Abliegen auswählten. Für die unter 2.15 im KTBL-Leitfaden angeführte Ausweichdistanz sind dem Autor derzeit keine derartigen Untersuchungen bekannt bzw. müssten erst entsprechende Software-Lösungen entwickelt werden. Das unter 2.14 angeführte Aufstehverhalten kann durch RTLS nicht ermittelt werden. Auch Lagesensoren, die erfolgreich in wissenschaftlichen Versuchen zum Liegeverhalten von Kühen eingesetzt werden, können das Aufstehverhalten nicht „messen".

Unter 2.16 wird im KTBL-Leitfaden die Wasserversorgung als Tierschutzindikator zur Überprüfung des Tierwohls angeführt. Dabei bezieht sich die Erhebung insbesondere auf die Qualität der Wasserversorgung im Sinne von Funktionsfähigkeit der Tränken, Nachflussgeschwindigkeit des Wassers sowie auf Anzahl der Tränken je Tier. Somit bliebe die Wasserversorgung ein ressourcen- bzw. haltungsumweltbezogener Indikator. GASTEINER et *al.* (2018) beschrieben die Möglichkeit der Erhebung der Wasseraufnahmezyklen mithilfe der automatisierten Messung der Vormagentemperatur durch einen Pansensensor. Infolge der Aufnahme von kühlem Wasser wird die Vormagentemperatur für etwa 30 Minuten abgesenkt, was eindeutig als Trink-Akt definiert ist. Mit diesem System kann die Anzahl der Trink-Akte automatisiert ermittelt werden bzw. wird ein Alarm generiert, wenn es zu einem Entfall von

Wasseraufnahme binnen einer gewissen Zeit kommt (siehe auch Abbildung 1). Untersuchungen mit diesem System haben gezeigt, dass laktierende Milchkühe durchschnittlich 6x pro Tag eine Wasseraufnahme zeigen während trächtige Kühe lediglich 3x pro Tag Wasser trinken.

Zusammenfassung

Die sich rasant entwickelnden technischen und elektronischen Neuerungen schaffen auch im Bereich der Tierhaltung vollkommen neue Möglichkeiten zur Tierbetreuung und Tierüberwachung. So wird das Herdenmanagement zunehmend von den Begriffen Precision Livestock Farming (PLF), Smart Farming und Big Data geprägt. Sie stehen für Datenverarbeitung und Analyse von tierbezogenen Daten. Aufgrund der Speicherung der Daten ist die retrospektive Betrachtung und auch Bewertung von Ereignissen möglich und dies stellt einen wesentlichen, künftig zu berücksichtigenden Umstand dar. Bei einem modernen, sensorbasierten Herdenmanagementsystem sind, immer auf der Basis der individuellen Tiererkennung, die Brunsterkennung und das Gesundheitsmonitoring die klassischen Anwendungsbeispiele für Big Data. Physiologisch und pathologisch relevante Parameter werden dazu mit Hilfe von Sensoren tierindividuell und ununterbrochen erfasst und bleiben dauerhaft gespeichert. Das Ergebnis der Analyse dieser Parameter ist die Information über das Verhalten, den Brunststatus (brünstig//nicht brünstig) und Gesundheitszustand. Die Validierung von Smart Farming-Systemen im Bereich der Brunsterkennung zeigt, dass diese Systeme mittlerweile sehr verlässlich sind. Die Früherkennung der verschiedensten Tierkrankheiten anhand von Smart Farming-Systemen birgt ungeahnte Möglichkeiten, doch ist die diagnostische Sicherheit vieler Systeme sowie im Hinblick auf einzelne Tiergesundheitsparameter noch nicht ausreichend wissenschaftlich geprüft. Für den Bereich der Überwachung des Tierwohls besteht für PLF ein sehr großes Potential. Einige der derzeit angewandten tierbezogenen Kennzahlen und Indikatoren können durch Smart Farming zwar derzeit nicht erhoben bzw. ersetzt werden (z.B. Verschmutzung oder Technopathien). Andere tierbezogene Kennzahlen und Indikatoren wie insbesondere gesundheitsbezogene Parameter (Innere Körpertemperatur, Lahmheiten,..) können die Beurteilung des Tierwohls sehr wohl sinnvoll ergänzen. Und es gibt auch neue Parameter wie etwa die Ermittlung des Wasseraufnahmeverhaltens, welche die bislang verwendeten Kennzahlen zum Tierwohl sinnvoll ergänzen können.
Alle PLF-Systeme und deren Informationen können jedoch nur als sinnvolle Ergänzung im Herdenmanagement und bei der Tierbeobachtung angesehen werden. Letztlich muss es immer der fachkundige Mensch sein, der die von einem Sensor abgegebenen Informationen und Alarme auf ihre Plausibilität und ihren Wahrheitsgehalt am Tier überprüft, um in der Folge die richtigen Schritte einleiten zu können.

Literatur

ADAMS, A.E.; OLEA-POPELK, F.J.; ROMAN-MUNIZ, I.N. (2013): Using tempoerature-sensing reticular boluses to aid in the detection of production diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **96** (3), 1549-1555.
BECKER, F.; KANITZ, W. und HEUWIESER, W. (2005): Vor-und Nachteile einzelner Methoden der Brunsterkennung beim Rind. *Züchtungskunde* **77**, 140-150.
BRAUN, U.; BUCHLI, H. und HÄSSIG, M. (2017): Eating and rumination activities two weeks prepartum to one month postpartum in 100 healthy cows and cows with peripartum diseases. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde* **159** (10), 535-544.
CHANVALLON, A.; COYRAL-CASTEL, S.; GATIEN, J.; LAMY, J.M.; RIBAUD, D.; ALLAIN, C. und CLÉMENT, P. (2014): Comparison of three devices for the automated detection ofestrus in dairy cows. *Theriogenology* **82** (5), 734-741.
DIETRICH, O. (2012): Etablierung einer neuen Methode zur automatisierten Brunsterkennung beim Rind. Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, München, 139 S.
DOBSON, H.; WALKER, S.L.; MORRIS, M.J.; ROUTLY, J.E. und SMITH, R.F. (2008): Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? *Animal* **2** (8), 1104-1111.
FASCHING, C.; GASTEINER, J.; HUBER, G. und GALLNBÖCK, M. (2017): Brunsterkennung-Moderne Systeme im Überblick. *Klauentierpraxis* **25**.
GASTEINER, J. (2018): Technik und Elektronik zur Überwachung der Tiergesundheit und des Herdenmanagements am Beispiel des Pansensensors. *Proc. 12. Berlin-Brandenburgischer Rindertag.* 39-42.
HOCKEY, C.D.; MORTON, J.M.; NORMAN, S.T. und MCGOWAN, M.R. (2010): Evaluation of a

Neck Mounted 2-Hourly Activity Meter System for Detecting Cows About to Ovulate in Two Paddock-Based Australian Dairy Herds. *Reproduction in Domestic Animals* **45** (5), e107-e117.
HOY, S. (2015): Zur Prognose des Kalbebeginns durch Messung der Wiederkaudauer. *Praktischer Tierarzt* **96**, 164-172.
JÓNSSON, R.; BLANKE, M.; POULSEN, N.K.; CAPONETTI, F. und HØJSGAARD, S. (2011): Oestrus detection in dairy cows from activity and lying data using on-line individual models. *Computers and Electronics in Agriculture* **76** (1), 6-15.
JUNG, M. (2009): Brunstbeobachtung - Welche Möglichkeiten bieten Technische Hilfsmittel? Milchrindtage Brandenburg, Brandenburg, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung.
KASKE, M. (2015): Vormagenmotorik und Ingestapassage. In Engelhardt *et al.* (Eds.): Physiologie der Haustiere, 5, *Enke Verlag*, Stuttgart, 361-372.
KING, M.T.M.; DANCY, K.M.; LEBLANC, S.J.; PAJOR, E.A. und DEVRIES, T.J. (2017): Deviations in behavior and productivity data before diagnosis of health disorders in cows milked with an automated system. *Journal of Dairy Science* **100** (10), 8358-8371.
KUNISCH, M. (2016): Big Data in der Landwirtschaft–Perspektiven eines Datendienstleisters. *Landtechnik* **71** (1), 1-3.
RAUCH, S. (2008): Haubenmotorik bei gesunden Kühen und bei Kühen mit Hoflund-Syndrom. Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich.
OFNER-SCHRÖCK; E. (2016): Beurteilung einer neuartigen Tierfboxvariante mit Gummiunterlage unter Anwendung eines Animal Positioning Systems. Dafne Abschlussbericht 3623; www.raumberg-gumpenstein.at
STANGAFERRO, M.L.; WIJMA, R.; CAIXETA, L.S.; AL-ABRI, M.A. und GIORDANO, J.O. (2016): Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part III. Metritis. *Journal of Dairy Science* **99** (9), 7422-7433.
TALUKDER, S.; THOMSON, P.; KERRISK, K.; CLARK, C. und CELI, P. (2015): Evaluation of infrared thermography body temperature and collar-mounted accelerometer and acoustic technology for predicting time of ovulation of cows in a pasture-based system. *Theriogenology* **83** (4), 739-748.

Adresse der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Johann Gasteiner, johann.gasteiner@raumberg-gumpenstein.at

Arbeitswirtschaftliche Aspekte teilautonomer Feldroboter

Aspects of labour economics of semi-autonomous field robots

Franz Handler* & Emil Blumauer

Einleitung

Erste Feldroboter, die am Schlag autonom arbeiten, wurden in den vergangenen Jahren vorgestellt (SHAMSHIRI et al. 2018, FOUNTAS et al. 2020). Diese Roboter weisen im Vergleich zu den üblichen traktorbetriebenen Maschinen kleine Arbeitsbreiten auf, wodurch sie leichter und damit bodenschonender sind. Um dieselbe Fläche zeitgerecht bearbeiten zu können, müssen mehrere Roboter zeitgleich eingesetzt werden und diese müssen auch außerhalb der Dienstzeit der Bedienperson weiterarbeiten. Sie dürfen aber unter den heutigen technischen und verkehrsrechtlichen Rahmenbedingungen noch nicht autonom auf öffentlichen Straßen den Schlag wechseln. Sie müssen für das Umstellen am Dreipunkt eines Traktors angebaut oder auf ein Transportfahrzeug verladen werden. Da die Schlaggröße in vielen Betrieben zwischen einem und zwei Hektar liegt und die Betriebe nicht arrondiert sind, hat der Arbeitszeitbedarf für den Schlagwechsel eine große Bedeutung.
Weiters stellten MARINOUDI et al. (2019) und LOWENBERG-DEBOER et al. (2020) in Literaturrecherchen fest, dass für eine ökonomische Bewertung von Feldrobotern Daten bezüglich ihres Arbeitszeitbedarfes und der Veränderung von Arbeitsabläufen fehlen.
Im Folgenden werden deshalb der Arbeitszeitbedarf bzw. die auftretenden Wartezeiten bei den Feldrobotern in Zusammenhang mit dem Schlagwechsel und die Zeitspanne, die die Roboter nach Ende der täglichen Dienstzeit der Bedienperson autonom weiterarbeiten können, untersucht.

Material und Methoden

Ausgehend von einer Prozessbeschreibung auf der Ebene von Teilvorgängen wird der Arbeitsablauf für einen Arbeitstag für verschiedene Arbeiten simuliert. Die Arbeitszeitmodelle für die Teilvorgänge basieren auf Zeitstudien an vergleichbaren von Arbeitskräften bedienten Maschinen. Die Arbeitszeitgliederung erfolgt in Anlehnung an WINKLER UND FRISCH (2014). Der erste Schritt in der Simulation ist die Planung der Fahrspuren der eingesetzten Maschinen und Bedienpersonen. Danach wird jedem Fahrspurabschnitt und dem damit verbundenen Teilabschnitt der erforderliche Zeitbedarf zugeordnet und die Fortschrittzeit der eingesetzten Maschinen und Personen ermittelt. Auf dieser Basis werden ablaufbedingte Wartezeiten und der Zeitbedarf auf den einzelnen Schlägen ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Sollen mehrere relativ kleine Roboter, die für das Überstellen von Schlag zu Schlag eine Bedienperson benötigen, ein leistungsfähigeres, am Traktor angebautes Gerät ersetzen, muss der Überstellungsvorgang zeiteffizient gestaltet werden. Ist das nicht der Fall, liegt der Arbeitszeitbedarf der Bedienperson deutlich über dem der Arbeitskraft am Traktor und die Verfahrenszeit liegt deutlich über der der Traktormechanisierung. Besonders kritisch sind in diesem Zusammenhang kleine Schläge bei Arbeiten mit einer hohen Flächenleistung, wie zum Beispiel das Mähen von Grünland (siehe Abb. 1). Sollen mehrere Roboter auf einem Schlag arbeiten, muss bei der Konstruktion des Transportfahrzeuges darauf geachtet werden, dass die Roboter möglichst gleichzeitig das Transportfahrzeug verlassen bzw. befahren können, da es ansonsten zu leistungsmindernden Wartezeiten kommt.
Werden alle Roboter auf verschiedenen Flächen eingesetzt, steigen im Vergleich zum gemeinsamen Einsatz auf einer Fläche die Wegzeiten sowie Ver- und Entladezeiten der Bedienperson. Allerdings steigt bei den Robotern der Anteil der Hauptzeit[2] an der Gesamtarbeitszeit, das heißt, sie nützen die verfügbare Feldarbeitszeit besser aus (HANDLER UND BLUMAUER 2020).
Der Anteil der ablaufbedingten Wartezeiten der Bedienperson nimmt bei einer bestimmten Anzahl zu bedienender Roboter bei geringerem Zeitbedarf für das Überstellen der Roboter und bei steigender

[2] Hauptzeit umfasst die Zeit für die reine Arbeitsverrichtung (z. B. Mähen, Hacken) und das Wenden.

Schlaggröße zu (siehe Abb. 1). Um Wartezeiten der Bedienperson zu vermeiden, muss die Wartezeit für erforderliche Pausen, eine andere Arbeit oder die Bedienung weiterer Roboter verwendet werden.

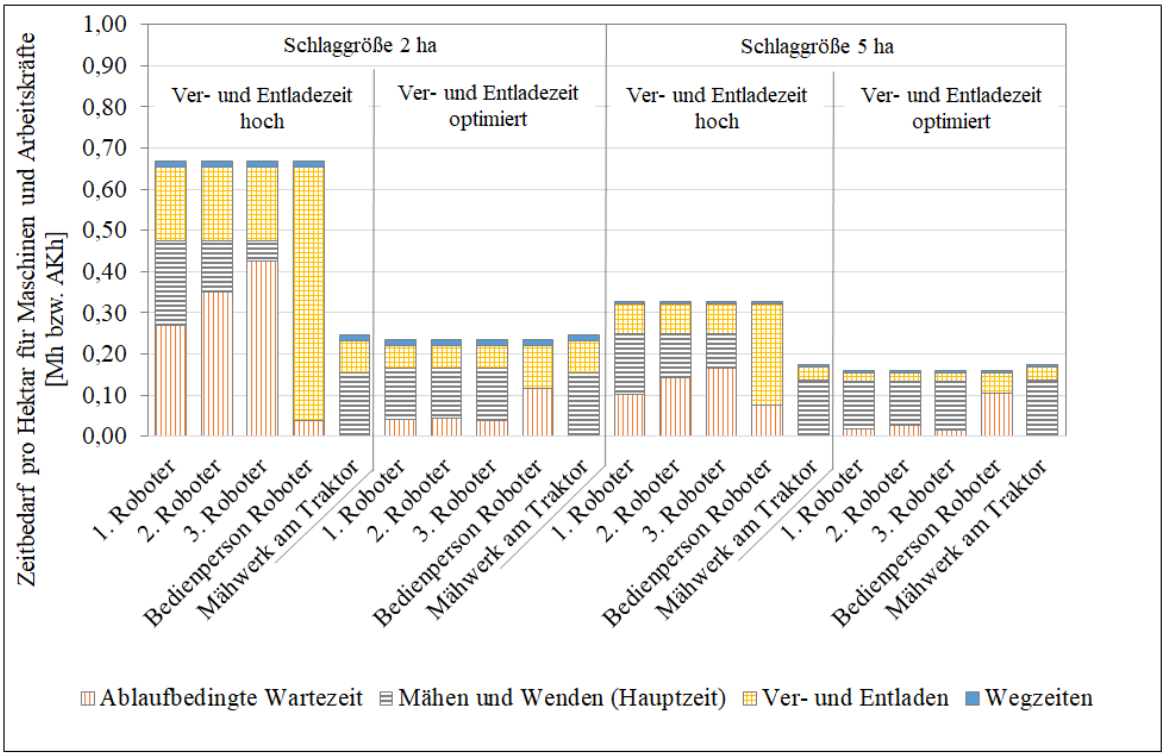


Abbildung 1: **Vergleich des Zeitbedarfes für das Mähen von Grünland mit drei Robotern (3 m Arbeitsbreite) bzw. einem Traktor mit Mähwerk (9 m Arbeitsbreite)**[3]

Wie viele Roboter eine Person bedienen kann, ohne dass Wartezeiten vor dem Überstellen auf den nächsten Schlag bei den einzeln auf einem Schlag arbeitenden Robotern auftreten, hängt vom Verhältnis zwischen Hauptzeit eines Roboters auf einem Schlag und der Summe aus der Wegzeit sowie der Zeit für Ver- und Entladen eines Roboters ab. Dies bedeutet, dass eine Bedienperson umso mehr Roboter bedienen kann, je größer die Schläge und je kleiner die Flächenleistung der Roboter, die Wegzeit sowie die Zeit für Ver- und Entladen sind. Durch unregelmäßig auftretende Störungen bei den Robotern, die durch die Bedienperson behoben werden müssen, können die maximale Anzahl der durch eine Person bedienbaren Roboter erheblich sinken oder Stehzeiten bei den Robotern entstehen. Autonom am Schlag arbeitende Roboter bieten auch die Möglichkeit, dass sie nach dem Ende der täglichen Arbeitszeit der Bedienperson weiterarbeiten und so die verfügbare Feldarbeitszeit besser ausnützen als dies mit einer manuell gesteuerten Maschine möglich wäre. Können sie nicht autonom den Schlag wechseln, entspricht dieser Zeitraum, wenn sie einzeln am Schlag arbeiten, maximal der Hauptzeit, die für das Bearbeiten des Schlages erforderlich ist. Tabelle 1 illustriert den Effekt der Schlaggröße und der Flächenleistung bei der betreffenden Tätigkeit, wenn ein Roboter auf dem Schlag arbeitet. Beim Mähen von kleinen Schlägen ist der Zeitraum, in dem Roboter autonom außerhalb der Dienstzeit der Bedienperson nacharbeiten, gering. Beim Hacken von Zuckerrüben auf großen Schlägen kann der Roboter durchaus bis zum nächsten Dienstantritt der Bedienperson durcharbeiten.

Tabelle 1: **Zeit, die ein Roboter nach Ende der Dienstzeit der Bedienperson autonom weiterarbeiten**

Tätigkeit	Einheit	Schlaggröße [ha]			
		1	2	5	10
Mähen - Roboter mit Mähwerk (3 m Arbeitsbreite)	h	0,4	0,6	1,4	2,6
Hacken - Roboter mit Hackgerät (1,8 m Arbeitsbreite)	h	2,2	4,2	10,0	19,2

[3] Rahmenbedingungen: Alle Roboter arbeiten am gleichen Schlag; Ver- und Entladezeit hoch: Bedienperson lädt die Roboter nacheinander ab und auf; Ver- und Entladezeit optimiert: Roboter fahren gleichzeitig vom bzw. auf das Transportfahrzeug, Bedienperson überwacht.

Zusammenfassung

Die in den vergangenen Jahren vorgestellten Feldroboter dürfen unter den heutigen technischen und verkehrsrechtlichen Rahmenbedingungen noch nicht autonom auf öffentlichen Straßen den Schlag wechseln. Ausgehend von einer Prozessbeschreibung auf der Ebene von Teilvorgängen wurden der Arbeitsablauf für einen Arbeitstag von mehreren gleichzeitig arbeitenden Robotern simuliert und daraus der Arbeitszeitbedarf bzw. die auftretenden Wartezeiten bei den Feldrobotern und der Bedienperson in Zusammenhang mit dem Schlagwechsel sowie die Zeitspanne, die die Roboter nach Ende der täglichen Dienstzeit der Bedienperson autonom weiterarbeiten können, untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass der Überstellungsvorgang zeiteffizient gestaltet werden muss, da ansonsten der Zeitbedarf der Bedienperson der Roboter jenen der Bedienperson einer in der Flächenleistung vergleichbaren Traktormechanisierung übersteigt. Besonders kritisch sind in diesem Zusammenhang kleine Schläge bei Arbeiten mit einer hohen Flächenleistung wie zum Beispiel das Mähen von Grünland. Die verfügbare Feldarbeitszeit außerhalb der Dienstzeit der Bedienungsperson kann umso besser ausgenützt werden, je geringer die Flächenleistung beim durchgeführten Arbeitsgang ist, je größer die Schläge sind und wenn Roboter einzeln auf einem Schlag arbeiten.

Abstract

Autonomously working field robots were introduced on farms. However, under today's traffic law framework, they cannot switch between fields on public roads autonomously.
Based on a process description at the level of sub-processes, the workflows of the robots and the operator for a working day are simulated. This gives the following results: The number of robots that an operator can operate depends on the field size and the work rate as well as on the time for the transfer to the next field. The time for loading and unloading the robots onto the transport vehicle influences the efficiency significantly. If several robots work at the same time, the strategy of using them on different fields results in higher working time requirement of the operator and lower idle time of the robots before being transferred to the next field. Robots with a high work rate can autonomously work while operator´s end of working day only on large fields for a long period. Several small robots with low work rate working on different fields are advantageous in this context. To avoid idle time for the robots breaks for the operator have to be planned depending on field size and work rate of the robots.

Literatur

FOUNTAS S, MYLONAS N, MALOUNAS I, RODIAS E, HELLMANN SANTOS C, PEKKERIET E. 2020. Agricultural Robotics for Field Operations. Sensors 2020, 20, 2672. https://doi.org/10.3390/s20092672.

LOWENBERG-DEBOER J, HUANG I Y, GRIGORIADIS V, BLACKMORE S. 2020: Economics of robots and automation in field crop production. Precision Agric 2020, doi:10.1007/s11119-019-09667-5.

HANDLER F, BLUMAUER E. 2020: Nebenzeiten und ablaufbedingte Wartezeiten beim Einsatz von Feldrobotern. Agroscope Science, Nr. 94, Seite 19 – 28, Agroscope, Tänikon, 2020.

MARINOUDI V, SØRENSEN C. G, PEARSON S, BOCHTIS D. 2019: Robotics and labour in agriculture. A context consideration. Biosystems Engineering, Volume 184, 2019, Pages 111-121.

SHAMSHIRI R, WELTZIEN C, HAMEED I, YULE I, GRIFT T, BALASUNDRAM S, PITONAKOVA L, AHMAD D, CHOWDHARY G. 2018: Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 11(4), 1-14, https://doi.org/10.25165/ijabe.v11i4.4278.

WINKLER B, FRISCH J. 2014: Weiterentwicklung der Zeitgliederung für landwirtschaftliche Arbeiten. Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 83, Seite 14 – 21.

Adresse der Autoren

HBLFA Francisco Josephinum, Rottenhauser Str. 1, 3250 Wieselburg

* Ansprechpartner: Franz HANDLER, franz.handler@josephinum.at

SpectroAnalyst – Management von Hyperspektraldaten für die Grünlandforschung

SpectroAnalyst – Management of hyperspectral data for grassland research

Andreas Schaumberger* & Manuel Adelwöhre

Einleitung

Die Pflanzenbestände einer Grünlandfläche entwickeln sich in Abhängigkeit der Nutzungsintensität und der Standortbedingungen sehr unterschiedlich. Eine kontinuierliche, nicht destruktive Beobachtung während eines Aufwuchses ermöglicht im Gegensatz zur Ernte die Erfassung von Entwicklungsparametern. Neben traditionellen Pflanzenbestandsbeobachtungen liefert die Feldspektrometrie umfangreiche Daten zu den Eigenschaften eines Pflanzenbestandes, die unter anderem dazu genutzt werden, Modelle zur Ertrags- und Qualitätsschätzung zu entwickeln bzw. Vegetationskennwerte abzuleiten (vgl. BIEWER et al. 2009, KLINGLER et al. 2019, PUNALEKAR et al. 2018, THENKABAIL et al. 2014). Mit der Umformung von Hyperspektraldaten in Sentinel-2 entsprechende Multispektraldaten mit Hilfe von Spectral Response Functions (S2-SRF) besteht zudem die Möglichkeit, regional anwendbare Modelle zu entwickeln.
Ausgehend von den Rohdaten bis hin zur Anwendung von hyperspektralen Daten sind viele Arbeitsschritte notwendig, die ohne softwaretechnische Unterstützung und konsistentem Datenmanagement kaum zu bewältigen sind. Zudem können mit einem Feldspektrometer viele Beobachtungen innerhalb kürzester Zeit durchgeführt werden, da der Messaufwand bei günstigen Witterungsbedingungen vergleichsweise gering ist. Bei den dabei entstehenden großen Datenmengen, die einer persistenten Speicherung zugeführt werden, ist es hinsichtlich einer langfristigen Verwertbarkeit notwendig, die Spektren mit Metadaten zu verknüpfen. Sie spielen eine entscheidende Rolle bei der Beurteilung der Qualität von Spektren, indem sie Einblicke in die Entstehungsgeschichte geben (RASAIAH et al. 2015).

Implementierung

Datenmodell

Um eine vollständige Verknüpfung zwischen Metadaten, Rohdaten, weiter verarbeiteten Daten und den daraus abgeleiteten Statistiken und Indizes zu realisieren, ist der Einsatz eines Datenbankmanagementsystems sinnvoll. Dazu wurde die Software SpectroAnalyst entwickelt, die neben der Schnittstelle zu einer relationalen Datenbank auch eine Oberfläche für Eingabe, Visualisierung und Management von Spektren bieten. Abbildung 1 zeigt das dafür konzipierte relationale Datenmodell.
Werden Spektren gemessen, ergeben sich für die Eingabe in die Datenbank folgende Arbeitsschritte: Zunächst wird ein neuer Datensatz in der Tabelle *PlotSpectralData* mit einer laufenden ID angelegt. Dieser Datensatz enthält eine Reihe von Fremdschlüsselattributen, die auf Tabelleneinträge verweisen, in denen Metadaten definiert sind (Wetter, Oberfläche, phänologische Phase, usw.). Ebenso wird auf die Parzellendefinition (*ExperimentalUnit*) mit der jeweiligen dort stattfindenden Behandlung (*Treatment*) verwiesen. Ein Tupel in *PlotSpectralData* bildet auf diese Weise die Klammer über Spektral- und Metainformationen. Um aus Messwiederholungen eine für die erfasste Versuchsfläche repräsentative Spektralsignatur zu generieren, werden die entsprechenden Spektren gemittelt und als Mittelwertsignatur in die Tabelle *PlotSpectrogram* gespeichert. Verschiebungen im Übergangsbereich zwischen verschiedenen Sensoren (z.B. VNIR/SWIR1) werden als Korrekturfaktoren in der Tabelle *PlotCorrection* gespeichert und über *PlotSpectralData* mit den betreffenden Spektren verknüpft.
In der Datenbank werden neben Spektren und Metadaten auch Index-Definitionen in der Tabelle *IndexDefinition* gespeichert. Sie enthält Formeln der erfassten Vegetatationsindizes, die auf beliebige Spektren angewendet werden können. In der Tabelle *PlotIndexResult* werden die Berechnungsergebnisse abgelegt und auch hier besteht über die *PlotSpectralData*-Tabelle eine direkte Verknüpfung mit allen dazugehörigen Spektral- und Metainformationen. Die in Abbildung 1 in blauer Farbe markierten Relationen weisen die gleiche Funktionalität wie die grün markierte Plot-Struktur auf, beziehen sich jedoch auf Spektren, die zu Varianten zusammengefasst werden können.

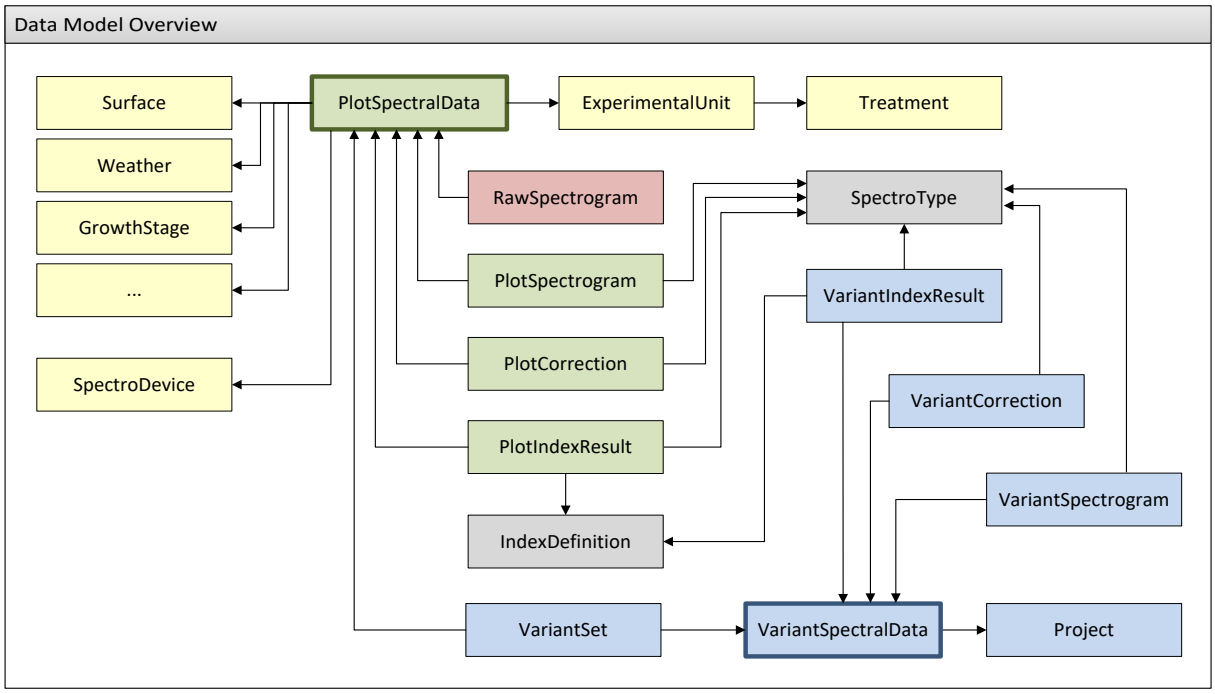


Abbildung 1: **Vereinfachtes Datenmodell des SpectroAnalyst auf Relationenebene**

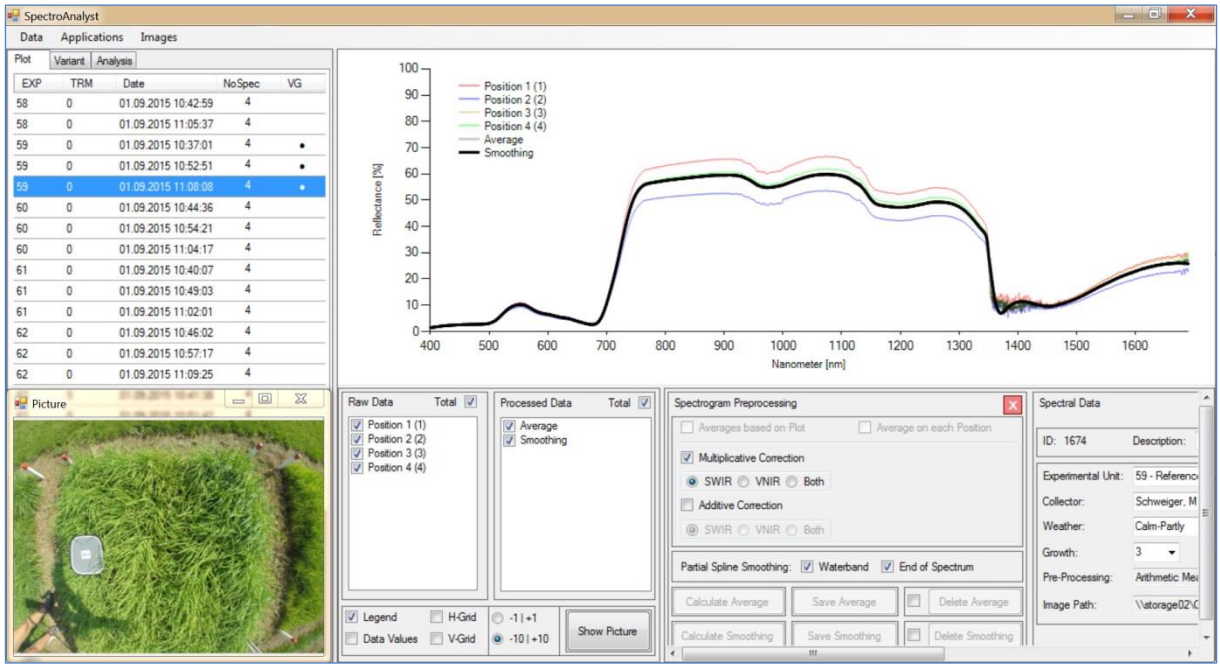


Abbildung 2: **Benutzeroberfläche des SpectroAnalyst**

Systemkomponenten

Das Softwaresystem des SpectroAnalyst entspricht dem Konzept einer Dreischichtenarchitektur. Auf Ebene der Datenhaltung wurde ein relationales Datenmodell im Datenbankmanagementsystem MS SQL Server implementiert. Die Anwendungslogik befindet sich in MS C# erstellten Klassen des .NET-Frameworks und ist über ADO.NET Data Provider Objects mit der Datenhaltungsebene verbunden. Neben den eigenen Klassen wird weitere Funktionalität über externe Prozesse (R, MATLAB) eingebunden. Die Präsentationsschicht als Benutzerschnittstelle wurde mit C#.NET GUI-Klassen erstellt und bietet dem Benutzer die Möglichkeit, Spektraldaten zusammen mit Metainformationen zu importieren bzw. einzugeben, aus der Datenbank nach Meta-Kriterien aufzurufen, zusammenzufassen, dynamisch zu visualisieren und zu exportieren (vgl. Abbildung 2).

Zielsetzungen

Der SpectroAnalyst wurde mit dem Anspruch entwickelt, ein offenes System zur Verwaltung von Hyperspektraldaten aus verschiedenen Quellen bereitzustellen. Im Laufe mehrerer Versuchsjahre sammeln sich viele tausend Spektren, deren systematische Bearbeitung ein Werkzeug erfordert, das den Benutzer bei allen Arbeitsschritten bestmöglich unterstützt und den dafür erforderlichen Zeitaufwand auf ein Mindestmaß beschränken kann. Die Metadateneingabe, die Korrektur, die Mittelwertbildung für Parzellen und Varianten sowie die gesamte statistische Auswertung inklusive der Berechnung von mehreren dutzend Vegetationsindizes kann für viele Spektren mit Stapelverarbeitung in wenigen Minuten vollständig und nachvollziehbar bewerkstelligt werden. Damit der SpectroAnalyst auch für künftige Forschungsprojekte und Anforderungen gerüstet bleibt, wurde zum einen die Erweiterbarkeit des Datenmodells durch die streng relationale Struktur sichergestellt und zum anderen Schnittstellen zu extern entwickelten Analysewerkzeuge, wie beispielsweise R-Packages oder MATLAB, implementiert.

Zusammenfassung

Die Messung der Entwicklung von Pflanzenbeständen setzt nicht destruktive Beobachtungen voraus. Dabei stellt die Reflexionsspektroskopie eine Methode dar, mit der viele Vegetationscharakteristiken aus dem elektromagnetischen Spektrum des sichtbaren und nahen Infrarotbereiches ausgewertet werden. Wirtschaftsgrünland entwickelt sich in mehreren, durch Schnitte voneinander getrennten, relativ kurzen Wuchsperioden, in denen die vertretenen Arten den Pflanzenbestand unterschiedlich stark dominieren. Für Grünland braucht es deshalb dichte Zeitreihen mit vielen Messwiederholungen. Schnell fallen dabei mehrere tausend Spektralsignaturen an. Das hier vorgestellte Werkzeug SpectroAnalyst unterstützt den gesamten Arbeitsprozess von der Speicherung in einer relationalen Datenbank über Rohdatenverarbeitung und Korrektur bis hin zur Berechnung von Vegetationsindizes.

Abstract

The measurement of plant stand development requires non-destructive observations. Here, reflectance spectroscopy represents a method for evaluating many vegetation characteristics from the electromagnetic spectrum of the visible and near-infrared range. Grassland develops in several relatively short growth periods, separated from each other by cuts. For grassland, therefore, dense time series with many repeated measurements are needed. This quickly results in several thousand spectral signatures. The SpectroAnalyst presented here supports the entire work process from storage in a relational database to raw data processing and correction to the calculation of vegetation indices.

Literatur

BIEWER, S., FRICKE, T., WACHENDORF, M., 2009: Determination of Dry Matter Yield from Legume–Grass Swards by Field Spectroscopy. Crop Science 49 (5), 1927-1936.

KLINGLER, A., SCHAUMBERGER, A., VUOLO, F., KALMÁR, L.B., PÖTSCH, E.M., 2020: Comparison of Direct and Indirect Determination of Leaf Area Index in Permanent Grassland. PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science 88 (5), 369-378.

PUNALEKAR, S.M., VERHOEF, A., QUAIFE, T.L., HUMPHRIES, D., BERMINGHAM, L., REYNOLDS, C.K., 2018: Application of Sentinel-2A data for pasture biomass monitoring using a physically based radiative transfer model. Remote Sensing of Environment 218, 207-220.

RASAIAH, B., JONES, S., BELLMAN, C., MALTHUS, T., HUENI, A., 2015: Assessing Field Spectroscopy Metadata Quality. Remote Sensing 7 (4), 4499-4526.

THENKABAIL, P.S., GUMMA, M.K., TELUGUNTLA, P., MOHAMMED, I.A., 2014: Hyperspectral Remote Sensing of Vegetation and Agricultural Crops. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 80 (8), 697-709.

Adresse der Autoren

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Altirdning 11, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Andreas Schaumberger, andreas.schaumberger@raumberg-gumpenstein.at

Modellierung von Grünlanderträgen mittels Fernerkundungs- und Wetterdaten

Modelling of grassland yields using remote sensing and weather data

Andreas Klingler* & Andreas Schaumberger

Einleitung

Die Sentinel Satelliten der Europäischen Raumfahrtbehörde bieten für die Landwirtschaft die Möglichkeit auf Feldebene verschiedenste Aspekte der Bewirtschaftung in kurz aufeinanderfolgenden Zeitabständen von wenigen Tagen zu betrachten. Im Forschungsprojekt SatGrass wird unter anderem der Zusammenhang zwischen Satellitendaten, agrarmeteorologischen Parametern und der quantitativen Entwicklung von Grünlandbeständen untersucht. Um vegetationsrelevante Kennwerte aus den Satellitendaten ableiten zu können, eignen sich besonders Vegetationsindizes und biophysikalische Parameter aus Strahlungstransfermodellen (DARVISHZADEH et al. 2008, HOUBORG et al. 2007). Der Blattflächenindex, definiert als die gesamte einseitige Blattfläche pro Bodenoberfläche (CHEN und BLACK 1992), stellt einen der vielversprechendsten Parameter dar, um wichtige Wachstumsprozesse wie Fotosynthese oder Biomasseakkumulation beschreiben zu können (CLEVERS et al. 2017). Sowohl Umweltbedingungen als auch Pflanzenwachstum selbst können durch die Kombination von Fernerkundungs- und Wetterdaten kontinuierlich beobachtet und zur Optimierung und Anpassung der Landwirtschaft herangezogen werden.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet: Der Feldversuch wurde auf einer vierschnittigen Dauergrünlandfläche, welche sich auf einem Augley-Boden befindet, angelegt. Die Versuchsfläche befindet auf einer Seehöhe von 643 müA, die langjährige Durchschnittstemperatur (1981-2010) liegt bei 8,2 °C und der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 1056 mm.
Versuchsdesign: Als Versuchsdesign wurde eine Split-Plot-Anlage gewählt. Der Versuch besteht aus insgesamt 12 randomisiert verteilten main-plots, welche sich aus dem Vierschnittregime und einer dreifachen Wiederholung ergeben. Innerhalb der main-plots sind insgesamt 8 Parzellen (1,5 x 1,5 m) für die wöchentliche Ernte der oberirdischen Biomasse in randomisierter Form als sub-plots angelegt. Das Versuchsdesign bietet die Möglichkeit den Verlauf der Ertragsentwicklung durch mehrere Beprobungen je Aufwuchs beobachten zu können und liefert somit eine optimale Datenbasis für die Modellkalibrierung.
Spektralmessungen: Die räumliche Auflösung von 10 m der Sentinel-2-Daten ermöglicht zwar eine detaillierte Auswertung einzelner Feldstücke, eignet sich aber nicht für die Auswertung kleinstrukturierter Versuchsanlagen. Aus diesem Grund wurde die Reflexion der elektromagnetischen Sonnenstrahlung in diesem Versuch mithilfe eines Feldspektrometers (HandySpec Field VIS/NIR 1.7, tec5) gemessen. Die im Feld erhobenen Hyperspektralsignaturen wurden mit Hilfe von Spectral Response Functions in multispektrale Bänder, entsprechend den Sentinel-2-Definitionen, umgeformt und anschließend für die Berechnung des Blattflächenindex bereitgestellt (KLINGLER et al. 2020).
Blattflächenindex: Mithilfe eines neuronalen Netzes nach BARET et al. (2010) wurde aus den Multispektraldaten des Feldspektrometers der Blattflächenindex berechnet. Das neuronale Netz wurde speziell an die Daten von Sentinel-2 angepasst und mit Werten aus den physikalischen Strahlungstransfermodellen PROSPECT und SAIL (JACQUEMOUD et al. 2009, VERHOEF 1984) trainiert.
Modellierung: Für die Biomassemodellierung wurde ein robuster Machine Learning Algorithmus verwendet (Model Averaged Neural Network) und mithilfe der Funktion avNNet im R-Paket caret (KUHN 2015) trainiert. Als Prädiktoren für die Modelle wurden die Parameter Summe der Tagesmitteltemperatur, der Globalstrahlung, des Niederschlages, der Referenz-Evapotranspiration nach Penman-Monteih (ALLEN et al. 1998) und die Summe des Blattflächenindex des jeweiligen Aufwuchses verwendet. Für das Optimieren der Modellhyperparameter und die Modellkalibrierung wurde ein Trainingsdatensatz, welcher 75 % der Daten enthält, verwendet. 25 % der Daten wurden für die Modellvalidierung verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Eine objektive Einschätzung der Grünlanderträge unterstützt ein effizientes und standortangepasstes Grünlandmanagement auf betrieblicher Ebene einerseits und stellt eine wichtige Grundlage für die überregionalen Anwendungen andererseits dar. Die Kombination von wichtigen agrarmeteorologischen Parametern, fernerkundlichen Informationen und neuesten Algorithmen zeigt ein sehr hohes Potential zur Schätzung von Grünlanderträgen. Die Modellvalidierung mithilfe eines unbekannten Testdatensatzes ergab ein R^2 von 0,91 und einen mittleren Schätzfehler (RMSE) von 306 kg TM ha^{-1} (Abbildung 1). Das Streuungsdiagramm zeigt zudem einen starken Zusammenhang über den gesamten Wertebereich der Erträge.

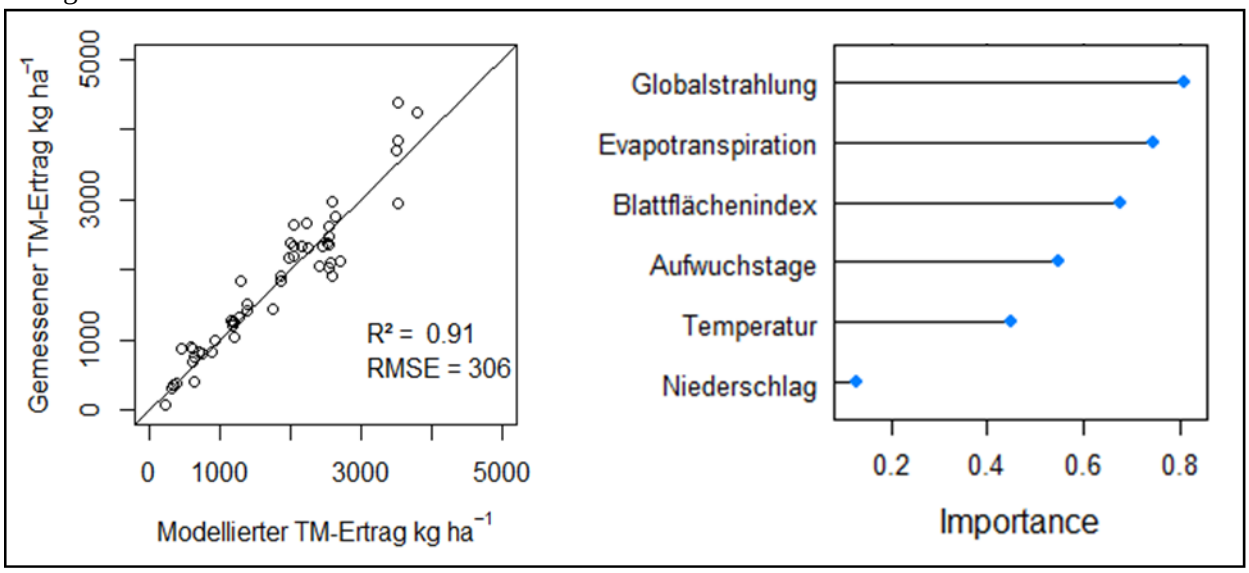


Abbildung 1: **Streuungsdiagramm der Modellvalidierung mit Bestimmtheitsmaß (R^2) und Root Mean Square Error (RMSE) links, sowie Variable Importance rechts.**

Um die Einflussgröße der einzelnen Prädiktoren auf den Trockenmasseertrag ermitteln zu können, wurde im Anschluss an die Kalibrierung die Variable Importance berechnet. Dabei zeigt sich, dass die Globalstrahlung, die Evapotranspiration und der Blattflächenindex den größten Einfluss auf das Modellierungsergebnis ausüben. Die Anzahl an Aufwuchstagen, die Temperatur und der Niederschlag tragen hingegen weniger zum Modellergebnis bei. Der geringe Einfluss des Niederschlages kann auf die stets wassergesättigten Bodenverhältnisse des Augley-Bodens zurückgeführt werden. Auf trockenheitsgefährdeten Standorten muss mit einer Zunahme der Variable Importance des Prädiktors Niederschlag gerechnet werden. Ein Bodenwassermodell, welches auch Parameter wie die nutzbare Feldkapazität miteinbezieht, könnte die Modellgenauigkeit und die räumliche Übertragbarkeit weiter steigern. Die gute Modellperformance zeigt, dass das Modell selbst bei unbekannten Datensätzen eine hohe Schätzgenauigkeit erreicht und deshalb belastbare Ergebnisse für unterschiedlichste Anwendungen liefern kann. In einem Folgeprojekt wird das Ertragsmodell und auch ein parallel entwickeltes Modell zur Schätzung der Futterqualität auf insgesamt 170 Standorten in ganz Österreich angewendet, um eine möglichst genaue und auch flächendeckende Beschreibung der Wachstumscharakteristiken für das gesamte Bundesgebiet zu erreichen.

Zusammenfassung

Die frei verfügbaren Daten der Sentinel-2 Satelliten des Copernicus Programms der Europäischen Raumfahrtbehörde bieten die Möglichkeit, bei wolkenfreien Bedingungen die Reflexion von Pflanzenbeständen in kurzen Abständen von etwa 5 Tagen in einer räumlichen Auflösung von bis zu 10 Metern zu betrachten. Daraus abgeleitete Parameter wie zum Beispiel der Blattflächenindex, können verwendet werden um wichtige Wachstumsprozesse wie Fotosynthese oder Biomasseakkumulation
im Grünland zu beschreiben. In der vorliegenden Arbeit wurde der Zusammenhang von agrarmeteorologischen Parametern, Blattflächenindex, berechnet aus den Reflexionsdaten und der quantitativen Entwicklung von Grünlandbeständen mithilfe eines robusten Machine Learning Algorithmus untersucht.

Die Ergebnisse der Modellvalidierung zeigen die hohe Eignung der verwendeten Methode um Wachstumsverläufe von Dauergrünlandflächen zu beschreiben. Eine Analyse der verwendeten Modellprädiktoren zeigt, dass die Globalstrahlung, die Evapotranspiration sowie der Blattflächenindex am meisten zur Modellperformance beitragen. Die Bereitstellung einer robusten Ertragsschätzung im Grünland liefert vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, wie etwa die Ermittlung von Grünlanderträgen auf lokaler Ebene zur Unterstützung eines optimalen, standortangepassten Managements auf den landwirtschaftlichen Betrieben. Eine überregionale Anwendung der Modelle ermöglicht unter anderem die Ermittlung von Grundfutterbilanzen und die Detektion von Schäden durch extreme Wetterereignisse und dient in weiterer Folge als fundierte Basis für agrarpolitische Entscheidungen.

Abstract

The free available data from the European Space Agency's Sentinel-2 satellites of the Copernicus program provide the opportunity to observe grassland at short intervals of about five days in cloud-free conditions at a spatial resolution of up to 10 meters. Parameter, such as the leaf area index, can describe growth processes like photosynthesis or biomass accumulation of grassland. In the present study, we relate satellite and meteorological data to yield data of permanent grassland using a robust machine-learning algorithm. The model validation shows the high suitability of the method to describe grassland growth dynamics. An importance-analysis of the used model predictors shows that global radiation, evapotranspiration, and leaf area index contribute most to model performance. The availability of a robust yield model for grassland provides multiple application possibilities, such as yield estimation on a local level to support optimal and site-adapted grassland management. On a regional level, the models can detect harvest failures caused by extreme weather events, enable the determination of forage balances or serve as a basis for agricultural policy decisions.

Literatur

ALLEN RG, PEREIRA LS, RAES D, SMITH M, (1998): Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Papers. Paper No 56, FAO, Rome, 326.

BARET F, WEISS M, BICHERON P, BERTHELOT B, (2010): Sentinel-2 MSI Products WP1152 Algorithm Theoretical Basis Document for Product Group B, INRA-EMMAH, Avignon, France.

CHEN JM, BLACK TA, (1992): Defining leaf area index for non-flat leaves. Plant, Cell & Environment 15 (4), 421-429.

CLEVERS J, KOOISTRA L, VAN DEN BRANDE M, (2017): Using Sentinel-2 Data for Retrieving LAI and Leaf and Canopy Chlorophyll Content of a Potato Crop. Remote Sensing 9 (5), 405.

DARVISHZADEH R, SKIDMORE A, SCHLERF M, ATZBERGER C, (2008): Inversion of a radiative transfer model for estimating vegetation LAI and chlorophyll in a heterogeneous grassland. Remote Sensing of Environment 112 (5), 2592-2604.

HOUBORG R, SOEGAARD H, BOEGH E, (2007): Combining vegetation index and model inversion methods for the extraction of key vegetation biophysical parameters using Terra and Aqua MODIS reflectance data. Remote Sensing of Environment 106 (1), 39-58.

JACQUEMOUD S, VERHOEF W, BARET F, BACOUR C, ZARCO-TEJADA P.J, ASNER GP, FRANÇOIS C, USTIN SL, (2009): PROSPECT + SAIL models: A review of use for vegetation characterization. Remote Sensing of Environment 113, Supplement 1 (0), 56-66.

KLINGLER A, SCHAUMBERGER A, VUOLO F, KALMÁR LB, PÖTSCH EM, (2020): Comparison of Direct and Indirect Determination of Leaf Area Index in Permanent Grassland. PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science 88 (5), 369-378.

KUHN M, (2015): caret: Classification and Regression Training. Astrophysics Source Code Library.

VERHOEF W, (1984): Light scattering by leaf layers with application to canopy reflectance modeling: The SAIL model. Remote Sensing of Environment 16 (2), 125-141.

Adresse der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft, Altirdning 11, 8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: DI Andreas KLINGLER, andreas.klingler@raumberg-gumpenstein.at

Kamerabasierte Methoden zum Erfassen von Grünlandbeständen

Camera based Methods for the Estimation of Grassland Parameters

Peter Riegler-Nurscher* & Johann Prankl

Einleitung

Echtzeit- Methoden zum Schätzen von Ertrag und Pflanzenarten im Grünland dienen als Grundlage für die automatisierte Maschinensteuerung, standortspezifische Anwendungen, der In-Field-Logistik und der logistischen Optimierung während der Ernte sowie der objektiven Betriebsmittelplanung. Neue kamerabasierte Methoden bieten das Potential zur effizienten Bonitierung von Grünland.

Material und Methoden

Die vorgestellte Methode nutzt eine Stereo Kamera um die Oberfläche des Bestandes dreidimensional zu rekonstruieren und daraus die Höhe des Bestandes zu bestimmen. Aus einem der beiden RGB-Bilder der Stereokamera wird eine Klassifizierung in Gräser und Leguminosen basieren auf einem Convolutional Neural Network (CNN) durchgeführt. Aufbauend auf Höhenmessung und Klassifizierung wird ein Ertragsmodell entwickelt.

Stereo-Höhenmessung: Zur Messung der Höhe des Bestandes wird aus den beiden RGB-Aufnahmen der kalibrierten Stereo Kamera eine Punktwolke berechnet. Aus den Abständen von der Punktwolke zur Kamera kann die Höhe des Bestandes geschätzt werden.

Klassifizierung von Gräsern und Leguminosen: Die Bestimmung der Zusammensetzung des Bestandes in Gräser und Leguminosen nutzt eine sogenannte semantische Segmentierung der RGB Bilder. Dabei wird jeder Pixel der entsprechenden Klasse, also Gras oder Leguminose zugeteilt. Für die Segmentierung mittels CNN wird das ERFNet, implementiert im Bonnet-Frameworks (MILIOTO und STACHNISS 2019), verwendet. Die Netzarchitektur des ERFNet ermöglicht eine performante Auswertezeit bei entsprechend guter Segmentierungsgenauigkeit. Der erstellte Trainingsdatensatz umfasst 1030 manuell annotierten Bildern (512 x 384 Pixel). Zusätzlich wurde das Netzwerk auf einem öffentlich verfügbaren Datensatz von Gräsern und Kleebeständen (SKOVSEN 2019) vortrainiert (sog. Pre-Training). Die Einflüsse des Vortrainierens wurden in (RIEGLER-NURSCHER, PRANKL und VINCZE 2020) vorgestellt. Eine zusätzliche Bild-Augmentierung (Skalierung, Rotation und Gamma) ermöglicht eine effizientere Nutzung der Trainingsdaten und führt zu einer höheren Generalisierung des Modells. Aus den Segmentierungsergebnissen können anschließend die prozentuellen Anteile an Gräsern und Leguminosen berechnet werden.

Ertragsmodell aus Höhenmessung und Klassifizierung: Im finalen Schritt wird basierend auf den Eingabeparametern, mittlere Bestandes-Höhe sowie Bestandes-Zusammensetzung ein Modell zur Abschätzung des Trockenmasse-Ertrages erstellt. Dabei wird der Zusammenhang zwischen dem Trockenmasse-Ertrag und der Eingangsparameter mittels Support Vector Regression modelliert.

Feldversuche: Zur Erstellung der Modelle und zur Validierung der Ergebnisse wurden in den Saisonen 2018-2020 Feldversuche durchgeführt. Dabei wurde an Standorten in Wieselburg sowie St. Leonhard am Forst Kameraaufnahmen mit anschließender Wiegung und Trockenmassebestimmung durchgeführt. An 13 Versuchstagen zwischen Mai und September wurden 382 Messpunkte, vorwiegend auf Standorten mit Kleegras und Luzerne, aufgenommen.

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Stereo Rekonstruktion der Bestandes-Oberfläche werden abhängig von Bildauflösung und Kameraabstand unterschiedliche Genauigkeiten erreicht. Mit einer Bildauflösung von 480x360 Pixel und einem Kameraabstand von 90 mm konnte eine ausreichende Tiefengengenauigkeit von 6 mm bei einer Arbeitshöhe von ca. 40 cm erreicht werden. Ein Beispielbild mit Rekonstruktion ist in Abbildung 1 zu sehen.

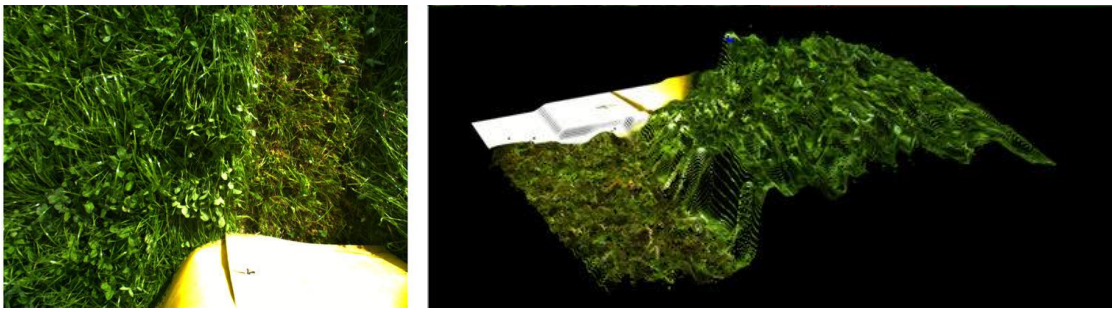


Abbildung 1: **Links: RGB- Kameraaufnahme eines Grünland-Bestandes; Rechts: 3D Stereo Rekonstruktion der Szene für die Höhenmessungen.**

Bei der Klassifizierung der Bestandes-Zusammensetzung konnte bei Trennung von Training- und Test-Daten eine Accuracy von 0,886 bzw. eine Intersection over Union (IoU) von 0,448 erreicht werden. In Abbildung 2 ist ein Ausschnitt einer Kameraaufnahme mit entsprechender manueller Segmentierung sowie prädizierter Segmentierung zu sehen.

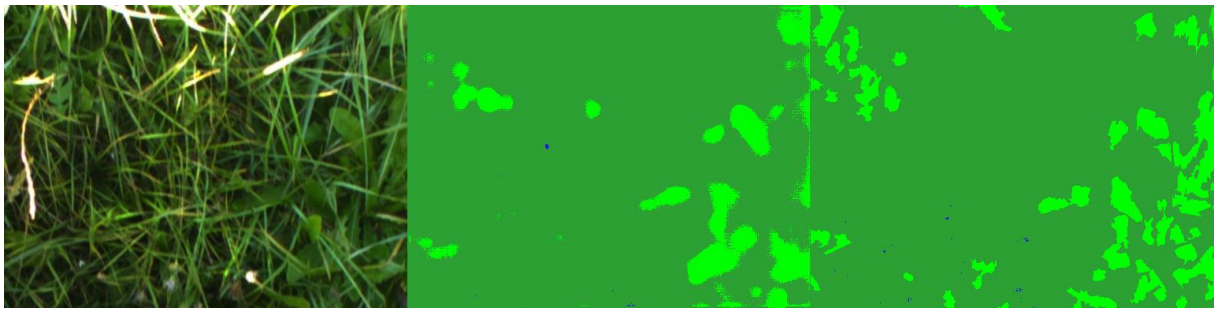


Abbildung 2: **Links: Ausschnitt aus einer Kameraaufnahme zur Bestimmung des Gräser/Leguminosen Verhältnisses; Mitte: Klassifizierungsergebnis durch CNN Methode; Rechts: Manuelle Klassifizierung (Gräser ■, Leguminosen ■).**

Das Ertragsmodell basierend auf den berechneten Kameraparametern wurde durch eine Aufteilung in Training sowie Testdaten validiert. Wie in Abbildung 3 (links) dargestellt, konnte bei der Prognose des Trockenmasseertrages mittels Support Vector Regression ein Bestimmtheitsmaß von R^2 = 0,5241 erreicht werden. Dabei wurden zufällig Punkte gewählt und vom Trainingsset ins Testdaten-Set verschoben. Werden bei der Validierung alle Punkte eines Feldes vom Trainingsset in das Testdaten-Set verschoben, wird ein R^2 von 0,2933 erreicht. Dadurch kann der Einfluss der Felder und Schnitt-Zeitpunkte auf das Modell abgeschätzt werden. Es wird erwartet, dass eine Erweiterung sowie Verbreiterung des Trainingsdatensatzes mit unterschiedlichsten Szenarien zu einer verbesserten Prognosequalität führt.

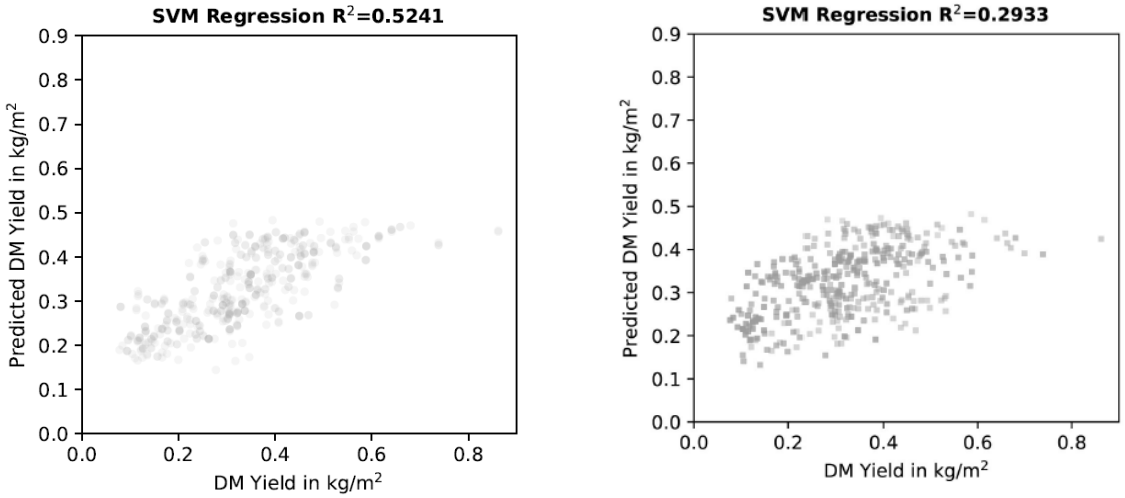


Abbildung 2: **Links: Prognose des Trockenmasseertrags (DM) für zufällig ausgewählte Testpunkte; Rechts: : Prognose des Trockenmasseertrags (DM) für zufällig ausgewählte Versuchsfelder.**

Zusammenfassung

Ertragsschätzung im Grünland mit Sensoren aus kurzer Distanz ermöglichen neue Anwendungen im Bereich Precision Farming. Kamerasysteme bieten dabei Aufgrund des hohen Informationsgehalts der Aufnahmen besonderes Potential. Durch Stereokamerasysteme kann die Bestandes-Höhe bestimmt werden. CNN basierte Methoden ermöglichen es außerdem Informationen zur Bestandes-Zusammensetzung aus den Bildern zu extrahieren. Dabei liefert die Segmentierung eine Accuracy von 0,886 bzw. eine Intersection over Union von 0,448. Die Kombination der berechneten Parameter der Kamera ermöglicht es den Trockenmasse-Ertrag mit einem Bestimmtheitsmaß von R^2 = 0,5241, bzw. von 0,2933 bei feldunabhängiger Betrachtung, vorherzusagen. Durch den Einsatz von Stereokamerasystemen können kostengünstig Informationen über Grünlandbestände gesammelt werden. Die erforschten Methoden können auch auf Landmaschinen sowie Unmanned Areal Vehicles (UAV ugs. Drohnen) verwendet werden.

Abstract

Yield estimation in grassland with sensors from a short distance enable new applications in the field of precision farming. Camera systems offer special potential due to the rich information content of the images. Stereo camera systems can be used to determine plant height. CNN based methods also allow to extract information about the crop composition from the images. In this context, the CNN based segmentation provides an accuracy of 0.886 and an intersection over union of 0.448. The combination of the calculated camera parameters allows to predict the dry matter yield with a coefficient of determination of R^2 = 0.5241, or of 0.2933 without field bias. By using stereo camera systems, information on grassland stands can be collected at low cost. The researched methods also allow the application of the methods on agricultural machinery as well as UAVs.

Literatur

MILIOTO A, STACHNISS C, 2019: Bonnet: An open-source training and deployment framework for semantic segmentation in robotics using CNNs. In: 2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA). IEEE, 7094-7100.

SKOVSEN S, et al., 2019: The grassclover image dataset for semantic and hierarchical species understanding in agriculture. In: Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops.

RIEGLER-NURSCHER P, PRANKL J, VINCZE M, 2020: Semantic Segmentation for the Estimation of Plant and Soil Parameters on Agricultural Machines, In: The Sixteenth International Conference on Autonomic and Autonomous Systems, September 27, 2020 to October 1, Lisbon, Portugal, ISBN: 978-1-61208-787-0, 87-90.

Adresse der Autoren

Josephinum Research, Rottenhauser Straße 1, A-3250 Wieselburg

[*] Ansprechpartner: DI Dr. Peter RIEGLER-NURSCHER, p.riegler-nurscher@josephinum.at

Umweltbewertungskonzept zur Beurteilung von Umweltauswirkungen bei der Anwendung von digitalen Technologien

Environmental assessment concept for the evaluation of environmental impacts in the application of digital technologies

Markus Herndl[1*], Christian Fritz[1], Andreas Bartel[2],
Bettina Schwarzl[2] & Andreas Baumgarten[3]

Einleitung

Die Digitalisierung hat auch in der Landwirtschaft schon lange Einzug gehalten. Neben produktionstechnischen und arbeitswirtschaftlichen Vorteilen wird ein großer Nutzen durch eine Steigerung der Erträge und eine deutliche Verringerung des Produktionsmitteleinsatzes gesehen. In vielen Arbeiten wird dabei auf die Vorteile und Chancen der Digitalisierung, meist in Zusammenhang mit einer nachhaltigen Intensivierung der Landwirtschaft hingewiesen (Link-Dolezahl et al., 2012; Lindblom et al., 2017). Bei der Bewertung der Praxistauglichkeit von digitalen Technologien werden meist ökonomische und technische Kriterien herangezogen. Die Bewertung der Umweltverträglichkeit und der Umweltleistungen des Einsatzes fehlen oft. Konzepte, die Umweltbewertungssysteme sowie Indikatoren und deren Monitoring beinhalten, könnten die Auswirkungen der Prozesse auf die Umwelt analysieren, darstellen und so weit als möglich quantifizieren. Im Rahmen des LE 14-20 finanzierten Clusters „Digitalisierung in der Landwirtschaft" werden neue Technologien im Praxiseinsatz erprobt. Eine Aufgabe im Cluster besteht darin, einen möglichen Zugang zur Umweltbewertung der technischen Innovationen zu erarbeiten. In einem explorativ ausgerichteten Projekt erarbeitet daher die HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit den Projektpartnern Umweltbundesamt und AGES ein Konzept und Kriterien zur Bewertung von Umweltauswirkungen bei der Anwendung von digitalen Technologien. Durch die Erstellung eines Umweltbewertungskonzeptes soll es in Zukunft möglich sein, die Praxisrelevanz des Einsatzes von digitalen Technologien aus Umweltsicht zu beurteilen.

Material und Methoden

Die Entwicklung des Umweltbewertungskonzeptes umfasst Überlegungen zur Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands und zum Methodenkonzept für Erhebungs-, Bewertungs- und Monitoringaufgaben sowie zum Wissenstransfer an die Stakeholder.

Untersuchungsrahmen

Als Referenzpunkt für die Entwicklungsarbeit wurde ein generisches Systembild erstellt, welches den Zweck der Untersuchung und den Rahmen der Wirkungsabschätzung skizziert. Eine Aufgabe war dabei, sowohl die Digitalisierungs-Technologie, als auch den Betrieb und seine Prozesse in der Innen- und Außenwirtschaft, sowie auch sektorale Zusammenhänge abbilden zu können.

Als Teil des Untersuchungsrahmens wurden zunächst grundsätzlich die betrachteten Umwelt-Wirkungskategorien diskutiert. Die Ausgangsbasis bildeten dabei die GAP-Indikatoren, die Agri-Environmental Indicators der EU, die SAFA-Richtlinien der FAO, die Methode Ökofaktoren Schweiz und bestehende landwirtschaftliche Lebenszyklusanalysen (LCA) auf Betriebsebene mit FarmLife (Herndl et al. 2015), sowie im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen und –erklärungen darzustellende Schutzgüter und Umweltauswirkungen.

Methodenkonzept

Die Erarbeitung des Umweltbewertungskonzepts war von mehreren Methoden begleitet. Anhand von Ergebnissen aus den Feldversuchen zu den ersten absolvierten Use-Cases (Jahr 2020) erfolgte eine Überleitung in Modellbetriebe für explorative LCA-Auswertungen. Damit konnten Erfahrungen zur Abbildbarkeit von konkreten Wirkungen in LCA gesammelt werden. Im Rahmen eines Workshops zum Umweltbewertungskonzept erfolgte ein Fachaustausch zu Agrarumweltbewertung und Digitalisierung aus der Schweiz, Deutschland und Österreich (Herbst 2020). Der Fokus lag darauf, verschiedene Erfahrungen, Zugänge und Anforderungen betreffend die Umweltbewertung von Agrartechnologien zu sammeln. Im Rahmen einer telefonischen Pilotbefragung von zehn Betrieben mit zwei unterschiedlichen

Use Cases aus der Innenwirtschaft wurde versucht, die subjektive Einschätzung zu möglichen Technologiewirkungen abzufragen (Winter 2020/21). Die Umsetzung erfolgte telefonisch teilstrukturiert, differenziert nach den Auswirkungen auf Betriebsmittelinput, Produktionsprozesse und Betriebsstrategie. Als zweiter Bestandteil zur Pilot-Einschätzung der Umweltwirkungen wurden zu einzelnen Use Cases ExpertInnenworkshops abgehalten. Es wurden jeweils Spezialisten für die jeweilige Technologie bzw. betroffene Produktionsprozesse eingeladen und die Technologieanwendung und mögliche Umweltwirkungen diskutiert. Potenzielle Wirkmechanismen wurden vorab aufbereitet und im Workshop plausibilisiert, adaptiert bzw. erweitert.

Ergebnisse und Diskussion

Wirkungskategorien und –mechanismen

Der Vergleich der einzelnen Indikatorsysteme zeigt, dass zentrale Wirkungskategorien in den folgenden Bereichen liegen: Ressourcen, Emissionen, Ökosysteme, Resilienz inkl. Tierwohl und umweltrelevante strukturelle Indikatoren der agrarischen Produktion. Der Fachworkshop machte, zusätzlich zu zahlreichen konkreten Anwendungserfahrungen zur Umweltbewertung, v.a. zwei Punkte deutlich: Wesentlich ist, (1) in welcher Relation der Technologie-Einsatz zur Ertragsstrategie steht, und (2) ob eine Effizienzanalyse oder die Betrachtung der Gesamtfracht im Vordergrund steht.

Pilot-Betriebsbefragung und ExpertInnenworkshops

Die Ergebnisse der Telefonbefragung zur subjektiven Einschätzung der Technologiewirkungen von Anwendern in der Innenwirtschaft zeigen, dass Wirkmechanismen über mehrere Stufen ablaufen. Während die mit der Innovation intendierten Hauptwirkungen (z.B. Futterumsatz, Tiergesundheit) durchwegs benannt werden, ergibt sich für Begleit- und Folgeeffekte, die auch umweltrelevant sind, ein differenzierteres Bild (z.B. Deckung des Futterbedarfs, Strategie für Herdenleistung). Bei den ExpertInnenworkshops wurden Umweltauswirkungen, sowohl positive als auch negative, in den Bereichen Energie- und Materialeinsatz am häufigsten genannt; mit Folgewirkungen auf Emissionen in Richtung Wasser, Luft und Bodenqualität (Nährstoffangebot, Humusgehalt) und die Abfälle (Material für Technologie-Anwendung, Entsorgung von Sondermüll. Änderungen in der Betriebsführung, die mit Umweltauswirkungen verbunden sind, werden mit äußeren Treibern assoziiert; Die Umweltauswirkungen werden maßgeblich von der Betriebsstrategie beeinflusst, also von den Managemententscheidungen der Landwirt*innen, die Digitalisierungstechnologie unterstützt lediglich die Betriebsstrategie.

Umweltbewertungsmatrix

Die gesammelten Überlegungen flossen in die Entwicklung einer Umweltbewertungsmatrix ein. Zentrale Dimensionen bilden darin die Technologiewirkgruppe, die Prozessschritte am landwirtschaftlichen Betrieb und Ansätze für mögliche Indikatoren (Tab. 1).

Tabelle 1: **Konzept zur Umweltbewertungsmatrix mit Technologiewirkgruppe, Prozessschritte mit Haupt- und Subaspekten und Ansätzen für mögliche Indikatoren.**

Gruppe Hauptwirkung	**Hauptaspekte**	**Subaspekte**	**Ansätze für Indikatoren**
Effizienz Input	Vorleistungsbedarf, Betriebsmittel, Ressourcen	Material	Phosphorverbrauch, Nährstoffbilanz, Wassereinsparungsziel, Produktionskosten
		Energie	Energieverbrauch, (Nicht) erneuerbare Energieressourcen
		Fläche	Landnutzung, Flächeninanspruchnahme und -versiegelung, Bodenerhaltungs- und -sanierungspraktiken
		Tiere	Zukauf Tiere, Nachzucht
		Arbeitskraft/Zeit	Arbeitskräfte, Arbeitsverwertung
Suffizienz Output	Ertrag, Produktionsumfang, Emissionen	Stoffausträge	Stickstoff / Phosphor in Wasser, Treibhausgase, Ammoniak, Pestizide in Wasser
		Produkte	Ertrag, Brutto-und Nettoproteinoutput
		Nebenprodukte	Betriebszweigergebnis aus Nebenprodukten
		Abfälle	Abfallreduktionsziele und -praktiken, Reduktion Lebensmittelverlust
Resilienz Stabilität	Biodiversität, Boden, Pflanze, Tier	Betriebsdiversität	Anzahl/Anteil Produkte und Betriebszweige, Anzahl Kulturen
		Ökosystemvielfalt	Strukturelle Diversität von Ökosystemen, Flächendiversität
		Artenvielfalt	Schlüsselarten, Populationen
		Genetische Vielfalt	Natürliche genetische Vielfalt, Agrobiodiversität, Erhalt von Saatgut/Rassen
		Anpassung an Klimawandel	resiliente Kulturen, resilienter Pflanzenbestand, Ausweichkulturen, gedämmter Stall
		Bodenqualität	Wertzahl der Finanzbodenschätzung; Erosionsschutzfaktor landwirtschaftlicher Nutzflächen
		Tierwohl	Anteil unverletzter Tiere, Tierverluste, Weide, Arzneimittelbedarf
		Lebenszufriedenheit	Arbeitszufriedenheit, Lebensqualität, Freizeit, Gesundheit der Menschen
Konsistenz Kompetenz	Vereinbarkeit Standort, Produktion, Natur	Standortkenntnis	Erfahrung in der Bewirtschaftung, stantortangepasste Ertragserwartung
		ökosystemares Denken	Lernen aus den Erfahrungen am Betrieb, Verzahnung lfd. Aufgaben und strategische Entscheidungen
		Wissen und Kooperation	Inanspruchnahme geeigneter Beratung, Aus- und Weiterbildung, Kooperationsbedarf/möglichkeiten
		Betriebsmanagement	Instrumente für betriebliche Kennzahlen und für ein integriertes Betriebsmanagement
		Entwicklungspotenzial	Hofnachfolge, Flächenheterogenität, freie Flächen an der Hofstelle, Erspartes/finanzieller Background
		Betriebsstrategie, -strukturen	Viehdichte, Anteil Biolandbaufläche, Intensität der Bewirtschaftung

Zusammenfassung

Im Rahmen des LE 14-20 finanzierten Clusters „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ wird ein Konzept zur Bewertung von Umweltauswirkungen digitaler Technologien erstellt. Der Bewertungsrahmen wird in Zusammenarbeit mit mehreren Stellen der angewandten Forschung, Technologieanbietern und Praktikern der Anwendung am landwirtschaftlichen Betrieb entwickelt. Unterschiedliche Digitalisierungstechnologien der Außen- und Innenwirtschaft sollen dabei in Technologiewirkgruppen charakterisiert werden, die sich durch ähnliche Wirkmechanismen in der ökologischen und teilweise in der sozioökonomischen Dimension auszeichnen. Durch geeignete Indikatoren, die an den jeweiligen Produktionsprozess hinsichtlich Ertragsstrategie und Bewirtschaftung angepasst werden, soll eine praxistaugliche Beurteilung der Umweltauswirkungen ermöglicht werden. Die zukünftige Entwicklungsarbeit im Projekt umfasst die Anwendung für unterschiedliche Technologiegruppen und die Erweiterung um ein Monitoringkonzept am Beispiel Boden.

Abstract

As part of the LE 14-20 funded cluster "Digitisation in Agriculture", we aimed for developing an environmental impact assessment framework for digital technologies. The development of the assessment framework takes place in collaboration between several partners of applied research, technology providers and practitioners of on-farm application. We assign different digitisation technologies of outdoor and indoor applications to technology impact groups being characterised by similar impact mechanisms in the environmental and, partly, in the socio-economic dimension. Suitable indicators, adapted to the respective production process in terms of yield strategy and management, should enable a practical assessment of the environmental impact. Future development work in the project includes the application for different technology groups and the extension by a monitoring concept using soil as an example.

Literatur

HERNDL M, BAUMGARTNER D.U, GUGGENBERGER T, BYSTRICKY M, GAILLARD G, LANSCHE J, FASCHING C, STEINWIDDER A, NEMECEK T, 2016: Abschlussbericht FarmLife - Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning und Agroscope, Zürich, Abschlussbericht, BMFLUW, 99 S.

LINDBLOM J, LUNDSTRÖM C, LJUNG M., JONSSON A, 2017: Promoting sustainable intensification in precision agriculture: review of decision support systems development and strategies. Precision Agriculture 18, 309–331.

LINK-DOLEZAHL J, ZECHA C, CLAUPEIN W, 2012: Sensoreinsatz und Datenanalyse in der Landwirtschaft. 16. GMA/ITG-Fachtagung Sensoren und Messsysteme, 48-53.

Adressen der Autoren

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

[2] Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[*] Ansprechpartner: Dr. Markus HERNDL, markus.herndl@raumberg-gumpenstein.at

Aspekte der Minimalbodenbearbeitung in Niederösterreich

Aspects of minimum tillage systems in Lower Austria

Josef Rosner[1] & Andreas Klik[2]

Einleitung

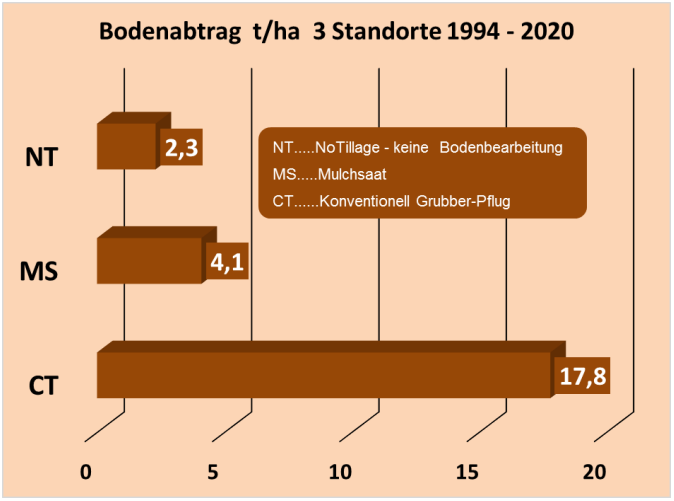
Der Boden ist eine der wichtigsten Lebensgrundlagen und nicht vermehrbar. Lediglich 3 % der Erdoberfläche sind ackerbaulich nutzbar und davon stehen nur 18 % für den Anbau von Nahrungsmitteln zur Verfügung, das sind 0,6% der Erdoberfläche. Der Boden ist nicht nur Substrat für die Pflanzen sondern ökologisch gesehen ein riesiger Pool an Organismen und an Kohlenstoff, den er sehr gut speichern kann. 1 ha Boden enthält 20 t Bakterien und Pilze, 30.000 Bakterienarten, 60.000 Algenarten und 1.5 Mio. Pilzarten. 25 t Flora und 5 t Fauna finden sich in einem gesunden Ackerboden, was 6 GVE (Großvieheinheiten) entspricht. Diese arbeiten für uns, wenn wir sie nicht allzu sehr stören und wenn wir sie entsprechend mit organischer Substanz (Ernterückstände, Gründecken) versorgen.
Trockenheit und Hitze sind in Ostösterreich aber mittlerweile in ganz Mitteleuropa, wenn nicht sogar weltweit der begrenzende Faktor in der Pflanzenproduktion. Umso sorgfältiger soll und muss man mit diesen Produktionsbedingungen umgehen. Dabei muss bewusstwerden, dass jeder Eingriff in den Boden nicht nur Kohlenstoff abbaut (verbrennt) und damit auch Humus, sondern auch Wasser verbraucht, indem feuchter Boden auf die Bodenoberfläche gebracht wird und dann austrocknet. Diese Aspekte und jene der Bodenerosion in Hanglagen haben weltweit zur Entwicklung von Mulch- und Direktsaatsystemen geführt, um die Erträge zu stabilisieren und auch zu steigern.

Material und Methoden

In Niederösterreich werden Mulch- und Direktsaat seit nunmehr 3 Jahrzehnten entwickelt und getestet und seit 27 Jahren in Kooperation mit der Universität für Bodenkultur (Univ. Prof. Dr. A. Klik) Erosionsmessstellen an 2 Standorten betrieben. Diese sind auf Flächen der an die Landwirtschaftlichen Fachschulen angegliederten Lehr- und Versuchsbetriebe angelegt. Zusätzlich werden seit 2004 auch 4 Bodenbearbeitungsmanagements an den Lehr- und Versuchsbetrieben der Landwirtschaftlichen Fachschulen in Niederösterreich entwickelt und geprüft.
Die Versuche werden als Langparzellen mit 3 Wiederholungen angelegt, um ein reibungsloses Arbeiten der Direktsämaschinen zu gewährleisten. Nettoparzellen mit 1.5 m Breite werden mit Parzellenmähdreschern geerntet.

Ergebnisse und Diskussion

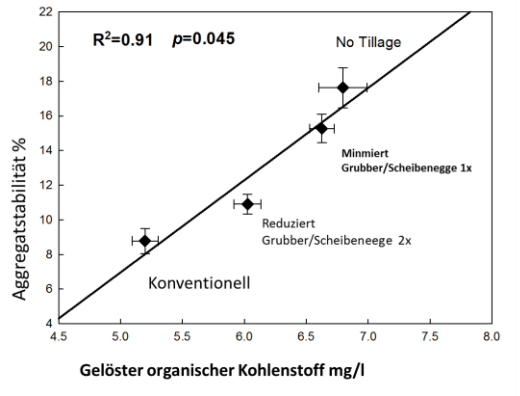
8 Verschiedene Bodenbearbeitungs- und Gründecken werden in den Erosionsversuchen geprüft und die Ergebnisse aufgearbeitet. Die folgende Grafik zeigt die zusammengefassten Ergebnisse dieser Erosionsversuche – 3 der Versuchsvarianten werden gemessen.

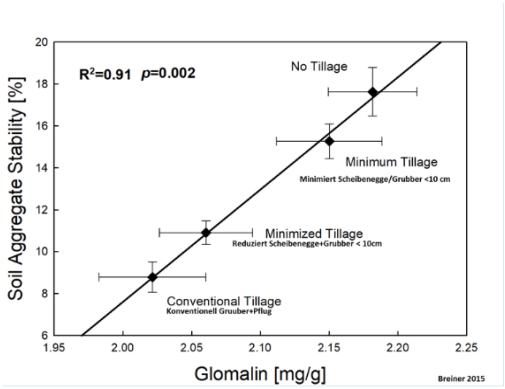


Im Schnitt der 27 Messjahre konnte durch Mulchsaat die Bodenerosion um 77 % und durch Direktsaat um 87 % gesenkt werden – ein deutlicher Beweis, dass durch die konservierende Bodenbearbeitung aktiver Bodenschutz betrieben werden kann.

CT…conventional tillage
(Grubber + Pflug)
MS…mulchseed (Leichtgrubber/Scheibenegge 1x)
NT….notillage
(keine Bodenbearbeitung, Direktsaat)

Kohlenstoff ist auch ein wesentlicher Baustein von Glomalin, einem Glykoprotein, das für die Aggregatstabiltät verantwortlich zeichnet. Minimalbodenbearbeitung hat statistisch abgesichert mehr Kohlenstoff im Boden, dadurch mehr Glomalin als Kittsubstanz der Aggregate und somit eine nachweislich höhere Aggregatstabilität, was für die extrem schweren modernen Maschinen von größter Wichtigkeit ist. Die folgenden beiden Grafiken zeigen deutlich das Beschriebene (Masterarbeit M. Breiner BOKU 2015). Eine Verringerung der Bearbeitungsintensität erhöht den C – Gehalt im Boden, dieser vermehrt Glomalin und die Aggregatstabilität steigt statistisch gesehen sicher; die Böden sind dann eindeutig tragfähiger und weisen weniger Fahrspuren auf.

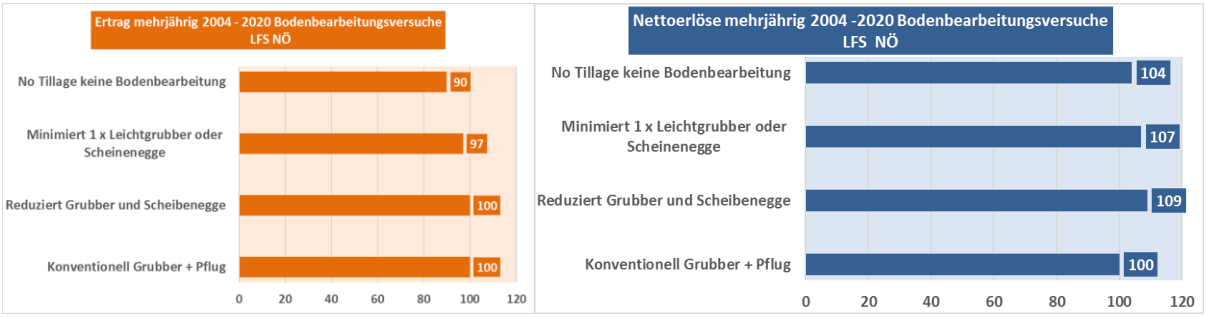




Seit 2004 werden auch an 5 Standorten (500 – 850 mm Jahresniederschlag) Bodenbearbeitungsversuche angelegt. 4 Varianten werden getestet:

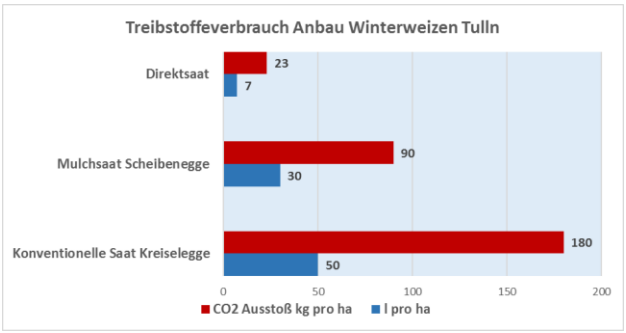
1.	Konventionell Grubber – Pflug
2.	Reduziert Grubber + Scheibenegge maximal 12-15 cm Arbeitstiefe
3.	Minimiert Leichtgrubber oder Scheibenegge maximal 5 – 10 cm Arbeitstiefe
4.	No Tillage – keine Bodenbearbeitung

In den folgenden Grafiken werden die Ertragsergebnisse und Nettoerlöse aller Standorte zusammengefasst.



Entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg ist nicht in erster Linie der Ertrag, sondern der Nettoerlös, der sich aus dem Ertrag (= Produkterlös) minus Maschinenkosten errechnet; die restlichen Aufwendungen unterscheiden sich nicht.

Bei den Nettoerlösen wird deutlich, dass die reduzierten und minimierten Bodenbearbeitungsverfahren der konventionellen Methode überlegen sind. Sogar NoTill kann bei den Erlösen mithalten, verursacht aber wesentlich weniger Aufwand, ist aber auch riskant wegen stärker auftretenden Wurzelunkräutern und bei leichten Böden wegen Bodenverdichtung nach einigen Jahren. Ebenso darf bei Getreide-Maisfruchtfolgen die Gefahr einer Fusariuminfektion, übertragen durch oberflächlich liegende Ernterückstände, nicht unterschätzt werden. In diesem Fall ist nach der Ernte ein seichtes Einmischen der Erntereste unumgänglich, um einen raschen Rotteprozess einzuleiten. Anschließend kann dann die Gründecke angelegt werden, um sowohl eine Schattengare als auch Erosionsschutz zu gewährleisten. Sandböden benötigen alle paar Jahre eine tiefere Lockerung, um nicht allzu sehr zu verdichten.
Wichtig ist in der landwirtschaftlichen Produktion auch der Energieverbrauch und der CO_2 – Ausstoß, der immer mehr Beachtung findet. Treibstoffverbrauchsmessungen in Tulln, auf Pseudovergleyten Tschernosemen mit einem über 50 prozentigen Tonanteil verdeutlichen das in der folgenden Grafik (Moitzi BOKU 2005)



Somit kann ein Betrieb, wenn er z.B. 50 ha Winterweizen anbaut, durch Mulchsaat 1.000 l Diesel sparen was rund 1.200 € entspricht; an Umweltleistung stehen eine Einsparung von rund 3 t CO_2 zu Buche. Kalkuliert man noch die mögliche C und CO_2 Speicherung im Boden so ist wirklich eine immense ökologische Leistung möglich.

Zusammenfassung

Minimalbodenbearbeitung, also konservierende Mulchsaat, ist bei entsprechender maschineller Ausstattung problemlos anwendbar. Bei den Maschinen ist jedoch auf ihre Mulchsaattauglichkeit zu achten. Schardrücke von mindestens 120 – 150 kg sind unumgänglich, Scheinbeneggenvorsätze bei Drillsaat empfehlenswert. Bei einer Drillsämaschine haben wir diese sogar durch Wellscheiben (Coulter Discs) ersetzt, um genau in der Sattrille lockere Erde zu produzieren bzw. Mulch aufzuschneiden damit nach dem Sävorgang der Säschlitz auch wieder vollständig geschlossen werden kann.
Die Erträge können durch Mulch- und Direktsaat stabil gehalten werden, die ökologischen Vorteile überwiegen jedoch. Im Schnitt der 27 Messjahre konnte durch Mulchsaat die Bodenerosion um 77 % und durch Direktsaat um 87 % gesenkt werden, die Erträge bleiben durch Mulchsaat gegenüber den konventionellen Varianten konstant, lediglich No Tillage – also langjähriger Verzicht auf Bodenbearbeitung, zeigt eine Ertragsreduktion von 10%. Durch eine Minimierung des Maschineneinsatzes sind die Nettoerlöse mit Minimalbodenbearbeitung steigend.
Der Treibstoffverbrauch kann durch Mulchsaat um 40%, durch Direktsaat um 86 % gesenkt werden.

Abstract

Minimum tillage is in case of equivalent technical equipment without any problems applicable. Disc harrows in front of the seeder are necessary; in notill - systems are these discs replaced by coulterdiscs to produce loosened soil to close the seed rill.
The yields could be hold solid. Within 27 years measurements soil erosion could be reduced with mulch seed by 77 %, by direct seeding methods by 87 %. In tillage trials from 2004 on reduced tillage systems showed equal yields in comparison to conventional tillage, solely no tillage had 10% less yield. Net profit was increasing with the reduction of tillage operations – even in no tillage systems.

Adressen der Autoren

[1] Amt der NÖ Landesregierung, Gruppe Kultur, Wissenschaft und Unterricht, Abt. Schulen, Wiener Straße 54, 3109 St. Pölten
[2] Universität für Bodenkultur, Institut für Bodenphysik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, Muthgasse 18, 1190 Wien

Einfluss der Bodenbearbeitungsintensität auf Bodenkohlenstoff-Fraktionen und Aggregatstabilität

Infuence of tillage intensity on soil carbon fractions and aggregate stability

Gernot Bodner[1*], Katharina Keiblinger[2], Orracha Tsae-Tun[2], André Kotschanderle[2], Pia Euteneuer[1] & Axel Mentler[2]

Einleitung

Die Erwartung nach Lösungen für den Klimawandel hat auch den Boden als potenzielle Senke für CO_2 in den Blick gerückt. Über Managementänderung wird erwartet, dass im Ackerbau eine Erhöhung der Humusgehalte möglich ist und gleichzeitig über die Wirkung des Humus auf die Bodengesundheit auch Fortschritte in der Klimawandel-Anpassung realisierbar sind (v.a. Bodenstruktur). Über die Effektivität des Managementfaktors Bodenbearbeitung wird jedoch intensiv diskutiert, da Metastudien darauf hinweisen, dass reduzierte Bearbeitungsintensität lediglich zu einer Umverteilung des Bodenkohlenstoffes führt, nicht jedoch einer Anreicherung (z.B. HADDAWAY et al., 2017). In dieser Studie werden auf einem langjährigen Bodenbearbeitungsversuch in Hollabrunn Bodenkohlenstofffraktionen sowie Aggregatstabilität als Bodengesundheitsparameter untersucht.

Material und Methoden

Bodenbearbeitungsversuch: Der Bodenbearbeitungsversuch liegt an der Landwirtschaftlichen Fachschule Hollabrunn (Versuchsbeginn: 2006). Die vier Bearbeitungsvarianten sind (i) konventionelle Pflugbearbeitung, (ii) reduzierte Bearbeitung mit Grubber, (iii) minimierte Bearbeitung mit Scheibenegge und (iv) Direktsaat. Der Boden ist ein Tschernosem (schluffiger Lehm), das Klima semi-arid ($Niederschlag_{1980-2010}$: 519 mm; $Jahresmitteltemperatur_{1980-2010}$: 9,2°C).

Bodenparameter: Die Probennahme erfolgte im Juli 2019 (Kulturart Körnermais). Die Proben (0-15 cm) wurden zwischen den Reihen sowie vom Wurzelstock (Rhizosphäre) genommen, für wasserlöslichen Kohlenstoff auch Regenwurmkot. Die Analyse der Aggregatstabilität erfolgte mittels Tauchsiebverfahren (ÖNORM L 1072). Die folgenden Parameter der organischen Bodensubstanz wurden bestimmt: DOC (Wasserlösliche organische Substanz; Photometer 254 nm nach BRANDSTETTER et al. 1996), C_{org} (trockene Verbrennung + Karbonatkorrektur nach Scheibler), Ergosterol (Pilzbiomarker; nach GONG et al. 2001) und Glomalin (Mykorrhiza; Bradford assay). Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS (PROC MIXED).

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 2 zeigt, dass die Aggregatstabilität mit abnehmender Bearbeitungsintensität zunimmt, wobei die Unterschiede zwischen den Varianten mit Scheibenegge und Direktsaat nicht signifikant sind. Auch die Beprobungsposition zeigte keinen signifikanten Einfluss.

Abbildung 3 zeigt die Differenzierung im Gesamt- und leicht verfügbarem, wasserlöslichen Kohlenstoff. Während der Pflug in beiden Parametern signifikant niedrigere Werte zeigt, sind die reduzierten Varianten ähnlicher (höchste Werte: Scheibenegge). Erhöhte Konzentrationen im C_{org} und DOC zeigen sich in der Rhizosphäre, besonders auch eine Anreicherung von DOC im Regenwurmkot.

Ähnlich der Kohlenstoffparameter zeigten die beiden pilzlichen Indikatoren die niedrigsten Werte bei Pflug, wobei die Differenzierung bei Ergosterol sehr deutlich war. Hier lag auch der Wert der Direktsaat deutlich unter den Varianten Grubber und Scheibenegge. Die Unterschiede im Glomalingehalt waren weniger deutlich, wobei wiederum die Scheibenegge signifikant über den anderen Varianten (mit Ausnahme der Direktsaat lag). Die Rhizosphäre wies bei den Pilzindikatoren keine höheren Gehalte als der Zwischenreihenboden auf.

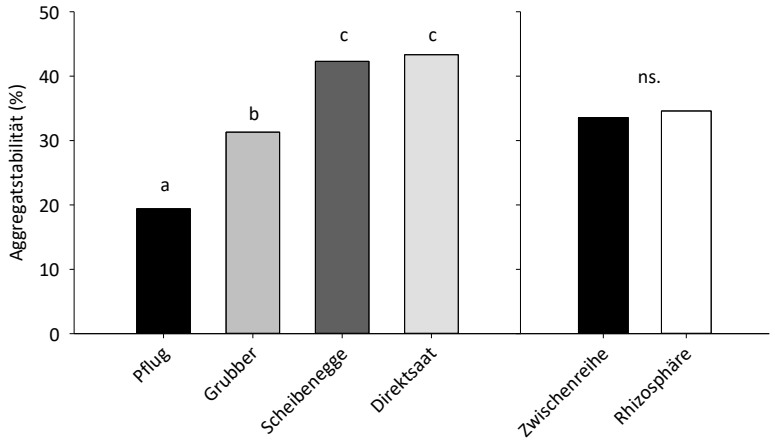


Abbildung 2: **Aggregatstabilität in Abhängigkeit der Bodenbearbeitungsintensität und Beprobungsposition, Standort Hollabrunn.**

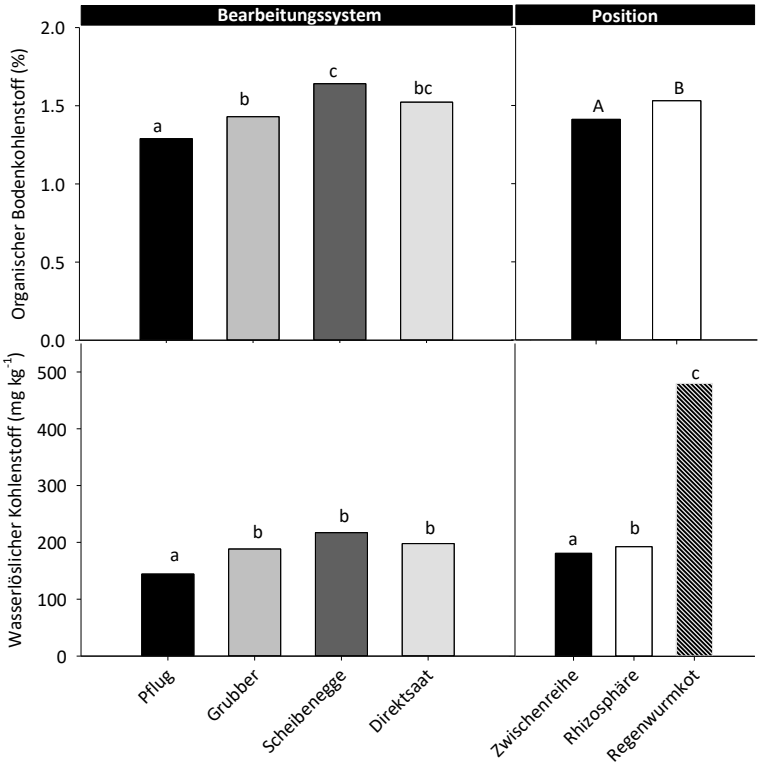


Abbildung 3: **Gesamt- und wasserlöslicher Kohlenstoff in Abhängigkeit der Bodenbearbeitungsintensität und Beprobungsposition, Standort Hollabrunn.**

Es zeigte sich also, dass bei dem physikalischen Parameter Aggregatstabilität der mechanische Eingriff einen unmittelbaren Effekt hat und mit reduzierter Intensität die Stabilität der Aggregate zunimmt. Bei den organischen/biologischen Bodenparametern führt die wendende und intensive Pflugbearbeitung zu einer signifikanten Verschlechterung. Bereits der Übergang zu einer nichtwendenden Lockerung mit Grubber bringt hier deutlichen Verbesserungen.

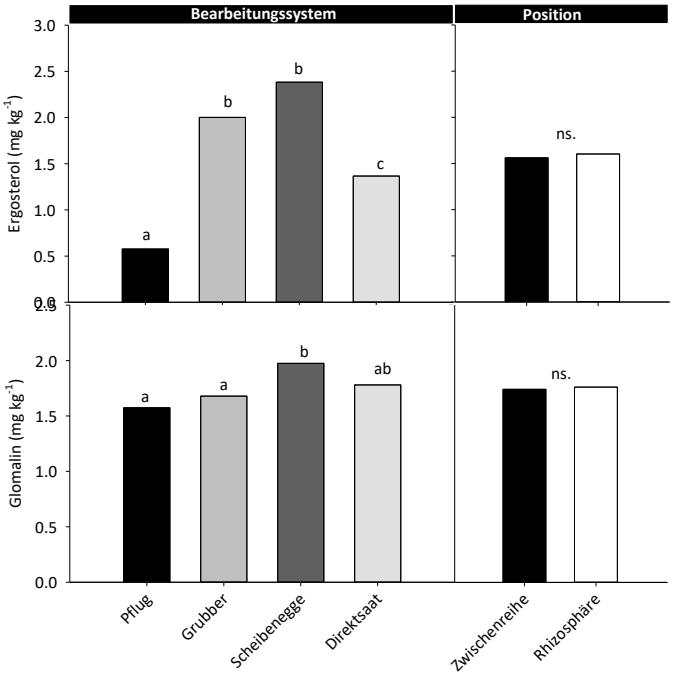


Abbildung 4: **Ergosterol und Glomalin in Abhängigkeit der Bodenbearbeitungsintensität und Beprobungsposition, Standort Hollabrunn.**

Zusammenfassung

Nach 13 Jahren differenzierter Bodenbearbeitung verbesserte sich der physikalische Boden-qualitäts-parameter Aggregatstabilität deutlichen mit reduzierter Eingriffsintensität (Pflug < Grubber < Scheibenegge < Direktsaat). Die organische Bodensubstanz sowie Biomarker für pilzlichen Kohlenstoff konnten durch den Übergang von Pflug zu nicht wendenden Verfahren erhöht werden, waren innerhalb der reduzierten Verfahren jedoch weniger differenziert.

Abstract

After 13 years of differentiated tillage, the soil physical parameter aggregate stability showed a clear increase with reduced intervention intensity (plow <cultivator <disc harrow <no-till). Soil organic matter and biomarkers for fungal carbon could be increased by moving from plowing to reduced and non-turning methods.

Literatur

BRANDSTETTER A, SLETTEN RS, MENTLER A, WENZEL W. 1996. Estimating dissolved organic carbon in natural waters by UV absorbance (254 nm). J. Plant Nutr. Soil Sci. 159, 605-607.
GONG P, GUAN X, WITTER E, 2001. A rapid extraction to extract ergosterol from soil by physical disruption. Journal Applied Soil Ecology 17, 285-289.
HADDAWAY et al., 2017. How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review. Environmental Evidence, 6, 1-48.

Adressen der Autoren

[1]Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Konrad-Lorenz Straße 24, 3430 Tulln

[2] Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Bodenforschung, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien

[*] Ansprechpartner: PD DI Dr. Gernot BODNER, gernot.bodner@boku.ac.at

Kartoffeldammabdeckung - Ertragsstabilisation und Verminderung von Bodenerosion sowie Einfluss auf die Nachfrucht Winterweizen

Covering potato ridges – Stabilisation of yield, reduction of soil erosion and influence on the subsequent crop winter wheat

Mathias Gamerith*

Einleitung

Bis zum Jahr 2100 wird in Zentraleuropa ein deutlicher Temperaturanstieg erwartet. Während die durchschnittliche Niederschlagsmenge gleich bleibt, steigt die Anzahl und die Intensität an Starkregenereignissen (KLIK et EITZINGER, 2010, S. 530). Der prognostizierte Klimawandel erfordert Maßnahmen, um Bodenfruchtbarkeit und Ertragssicherheit im Ackerbau zu gewährleisten. Der Anbau der Kartoffel in Dämmen und deren langsame Jugendentwicklung bedingen – unter den zu erwartenden klimatischen Veränderungen – das Risiko von Ertrags- und Qualitätsverlusten. Starkregenereignisse ziehen Erosion nach sich. In den vorliegenden Versuchen wurde eine Bedeckung der Kartoffeldämme mit verschiedenen organischen Materialien geprüft, welche den Zeitraum, in dem die Dammoberfläche ungeschützt vorliegt, reduziert. Der Einfluss der Abdeckung auf die Dammstabilität sowie auf den Ertrag und die Qualität der Stärkeindustriekartoffeln wurde bestimmt. Ergänzend erfolgte die Prüfung des überjährigen Einflusses der unterschiedlichen Varianten der Dammabdeckung auf Kornertrag sowie Qualitätsmerkmale der Folgefrucht Winterweizen.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: Zur Auswertung kamen Exaktversuche für Stärkeindustriekartoffeln in den Jahren 2011 bis 2014 sowie zur Nachfrucht Winterweizen in den Jahren 2012 bis 2015.
Standorte: Die Exaktversuche lagen in der Katastralgemeinde Tautendorf, Gemeinde Röhrenbach, Bezirk Horn, Niederösterreich.
Versuchsanlage: Die Anlage der Exaktversuche erfolgte vollständig randomisiert in vier Wiederholungen. Die Parzellengröße wies eine Länge von zehn Metern und eine Breite von drei Metern auf. Nach der Ernte der Kartoffeln verblieb das jeweilige Abdeckmaterial in den Parzellen. Nach minimaler Bodenbearbeitung erfolgte die Aussaat des Winterweizens mittels Drillsaat.
Sorten: Eingesetzt wurde die spät bis sehr spät reifende Stärkeindustriekartoffelsorte KURAS. Nach Kartoffel kam 2012 und 2013 die Winterweizensorte ESTEVAN, 2014 und 2015 die Winterweizensorte ENERGO als Folgekultur zum Anbau.

Ergebnisse und Diskussion

Während des Vegetationsverlaufs der Kartoffel kam es – durch Dammabdeckung – in keinem der Versuchsjahre zu Veränderungen in der Bestandsentwicklung sowie im Krankheits- und Schädlingsbefall. Durch das Abdeckmaterial wurden die Temperaturschwankungen im Damm im Tagesverlauf (Tag- und Nachtamplitude) vermindert. Der Gehalt an Bodenwasser war unter den abgedeckten Varianten – sowohl bei einer Erfassung mittels Gipsblöcke als auch in der deskriptiven Beurteilung – gegenüber jenem in der Kontrolle erhöht. Sowohl die manuelle als auch die photogrammetrische Dammvermessung ergab für die Varianten mit Dammabdeckung verbesserte Dammstabilität: Zum Zeitpunkt der Ernte konnte folgend der Erhalt höherer Dammquerschnittsflächen (Tabelle1) nachgewiesen werden. Der Bodenabtrag infolge von Niederschlag war vermindert.

Tabelle 1: **Dammquerschnittsfläche auf Basis manueller und photogrammetrischer Vermessung, Versuche 2012 bis 2014**

Messmethode	manuell	manuell	manuell	photogrammetrisch	
	2012	2013	2014	2014	
Variante	Vegetationsende Dammquerschnitts-fläche[1)] (dm²)	Vegetationsende Dammquerschnitts-fläche[1)] (dm²)	Vegetationsende Dammquerschnitts-fläche[1)] (dm²)	Vegetationsende Dammquerschnitts-fläche[2)] (dm²)	
Kontrolle	5,8	7,1	5,6	5,9	c
Grünschnitt 50 t/ha	7,9	7,7	6,9	7	b
Grünschnitt 25 t/ha	7,6	7,6	7,1	7,1	b
Heu 10 t/ha	8,3	7,8	7,4	7,7	a
Klee 25 t/ha	7,6	7,4	7,1	7,1	b
Grünschnittroggen 25 t/ha	n.b.	7,6	7	7	b

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.
n.b. = nicht bestimmt

Der oberirdische Aufwuchs der Kartoffelpflanzen wurde durch die Abdeckung der Dämme gefördert. Die Variante Grünschnitt 50 t/ha erreichte im Vergleich zur Kontrolle einen Mehrertrag von 18,0 % (Tabelle 2). Weder der Stärkegehalt der Knollen noch deren Gehalt an Nitrat erfuhren durch das Abdeckmaterial eine Beeinflussung. Der Anteil an Fraßstellen an den Knollen wurde in allen Versuchsjahren als gering eingestuft.

Tabelle 2: **Knollenertrag und Stärkegehalt bei Stärkeindustriekartoffeln sowie Kornertrag und Proteingehalt bei Winterweizen jeweils für ausgewählte Varianten, Versuche 2011 bis 2015**

Variante	Knollenertrag t/ha		Stärkegehalt %		Weizenertrag t/ha		Proteingehalt %	
Kontrolle	46,2	c	19,0	a	4,9	b	13,2	a
Grünschnitt 50 t/ha	54,5	a	18,4	a	5,6	a	13,6	a
Heu 20 bzw. 10 t/ha	52,5	ab	18,6	a	5,5	a	13,6	a
Klee 50 bzw. 25 t/ha	50,6	b	18,6	a	5,9	a	13,6	a

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Die aus den Abdeckmaterialien verbliebenen Residuen erbrachten eine zusätzliche Nährstoffzufuhr, welche sich in unterschiedlichen Stickstoffgehalten im Oberboden nach der Kartoffelernte zeigte. Die Residuen führten zu keiner Beeinträchtigung der Bestandsentwicklung bei der Nachfrucht Winterweizen. Eine Ausnahme stellte die Variante Klee 25 t/ha im Jahr 2015 dar: Der Feldaufgang war retardiert, was sich in lückigen Beständen der Weizenparzellen nach dem Schossen zeigte. In den vorangegangenen Versuchsjahren 2012 bis 2014 war auch auf diesen Parzellen ein geschlossener Weizenbestand gegeben.
Der durch einen handelsüblichen Sensor ermittelte Stickstoffgehalt im aufwachsenden Winterweizen zum BBCH-Stadium 37 war auf Parzellen mit vorjähriger Abdeckung mit Klee gegenüber der Kontrolle höher – folglich der Stickstoffdüngerbedarf geringer. Die Messergebnisse korrelierten positiv mit dem Kornertrag. Dieser lag auf Parzellen nach Dammabdeckung im Vorjahr – in Abhängigkeit des Abdeckmaterials – um ca. 12,0 bis 20,0 % höher als in den nicht abgedeckten Kontrollparzellen (Tabelle 2). Der Proteingehalt des Weizens wurde durch die unterschiedlichen Abdeckmaterialien nicht beeinflusst. Durch die Wahl einer reduzierten Stickstoffdüngung zu Winterweizen konnte eine Stickstoffnachlieferung aus den Residuen zum Zeitpunkt des Schossens gezeigt werden. Jedoch reichte diese nicht aus, um den Bedarf zum Zeitpunkt der Kornfüllungsphase zu decken.

Zusammenfassung

In den kommenden Jahrzehnten wird eine Zunahme trockener Phasen sowie ein vermehrtes Auftreten von extremen Witterungsereignissen erwartet. Um unerwünschten Auswirkungen im Ackerbau, wie u.a. Ertragsminderungen, in der Nutzpflanzenproduktion entgegen zu wirken, sind Anpassungen in den Kulturführungsmaßnahmen erforderlich. Zudem kommt dem Schutz des Bodens größer werdende gesellschaftspolitische Bedeutung zu.

Der Einfluss unterschiedlicher Materialien zur Abdeckung der Kartoffeldämme auf die Dammstabilität, auf den Ertrag und die Qualität der Stärkeindustriekartoffeln wurde geprüft. Zur Dammabdeckung kamen Grünschnitt (von Grünlandflächen), Heu, Klee und Grünschnittroggen mit Ausbringungsmengen von 10 bis 50 t/ha zum Einsatz. Den Varianten wurden unbedeckte Parzellen (Kontrolle) gegenübergestellt. Um die Nachwirkung der gewählten Abdeckungen bei Kartoffeln zu beurteilen, wurde zusätzlich der Ertragsaufbau, der Kornertrag und der Proteingehalt bei der Folgefrucht Winterweizen ermittelt.
In den über vier Jahren laufenden Versuchen konnte gezeigt werden, dass es mit steigender Menge an Abdeckmaterial (Trockenmasse) zu einer Erhöhung der Knollen- und Stärkeerträge kam. Die Art und Menge des Abdeckmaterials hatten weder einen Einfluss auf die Höhe des Stärkegehalts noch auf den Befall der Kartoffeln durch Schädlinge und Krankheiten. Die Abdeckungen minderten die Extreme der Temperaturmaxima und -minima im Damm im Tagesverlauf. Die manuelle und photogrammetrische Vermessung der Dämme ergab eine Stabilisierung der Dammform. Das zusätzliche Nährstoffangebot aus den eingesetzten Dammabdeckungsmaterialien zeigte sich u. a. in den unterschiedlichen Reststickstoffgehalten des Bodens nach der Kartoffelernte. In der Folgefrucht Winterweizen konnte im Vergleich zu den unbedeckten Parzellen bei der vorjährig angelegten Variante Grünschnitt 50 t/ha ein Mehrertrag erzielt werden. Der Proteingehalt des Weizens wurde nicht beeinflusst.

Abstract

Over the coming decades increasing periods of drought and extreme weather events are highly likely to occur. In order to combat undesirable effects on crop production, for instance yield reduction, an adaption of current crop management strategies is required. In addition to agricultural factors, protection of soil is of high socio-political significance. The objective of those field studies was to use different materials in order to cover potato ridges and then test the influence of those materials regarding stability of the ridge, yield and quality of starch potatoes. Covering materials included grassland cut, hay, clover cut and rye cut in an output quantity of 10 to 50 tons per hectare. These variants were compared to check plots without any coverage material. To assess the effects of the coverage material on potatoes, components of yield as well as grain yield and protein content of the subsequent crops winter wheat were determined.
In the field study carried out over a period of four years, it has been shown that an increasing amount of coverage material (dry matter) lead to a rise in tuber and starch yield. Across all test locations, grassland cut coverage of 50 tons per hectare reached – in contrast to check plots without any coverage material – an increase in tuber yield. Moreover, the type and quantity of coverage material neither influenced starch content nor did it promote infestation or diseases. Covering potato ridges lead to a reduction of extreme temperature minima and maxima in the ridge over the course of the day. Manual and photogrammetric measurements showed stability of the ridges. Different coverage material used in the field study provided additional supply of nutrients and thus, resulted in different amounts of residual nitrogen content of the soil after harvesting. Apart from that, previously applied grassland cut coverage of 50 tons per hectare showed an additional winter wheat yield as opposed to check plots without any coverage material. However, protein content of winter wheat was not influenced.

Literatur

KLIK A, EITZINGER J, 2010: Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria. In: The Journal of Agricultural Science. 2010, Volume 148, Issue 5. Cambridge: Cambridge University Press.

Adresse des Autors

AGRANA Stärke GmbH, Werk Gmünd - Rohstoffabteilung, Conrathstraße 7, A-3950 Gmünd

* Ansprechpartner: DI Mathias GAMERITH, mathias.gamerith@agrana.com

Optimierung des Erosionsschutzes im Kartoffelanbau

Optimization of erosion mitigation in potato cultivation

Matthias Konzett*, Elmar Schmaltz, Günther Schmid, Matthias Karner & Peter Strauss

Einleitung

Die Kartoffel ist durch ihre späte Jungentwicklung und der besonderen Struktur des Saatbeets als besonders erosionsgefährdete Kultur bekannt. Da in Österreich die Hauptanbaugebiete der Kartoffel vor allem in Regionen liegen, welche durch nährstoffreiche, aber auch leicht erodierbare Lössböden geprägt sind, ist aus Sicht des Bodenschutzes bei dieser Ackerfrucht ein besonderes Augenmerk auf Schutzmaßnahmen zu legen.

Material und Methoden

Projekt: Im Rahmen des OptEro-Projektes wurden in den Jahren 2019, 2020 und 2021 im Durchschnitt jeweils 5 Kartoffelfelder mit den zu untersuchenden Erosionsschutzmaßnahmen ausgestattet. Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen wird zum einen mit Sedimentauffangkästen eruiert und zum anderen werden Drohnenbefliegungen durchgeführt wodurch hoch aufgelöste Geländemodelle generiert werden, welche dann ebenfalls zur Evaluierung der Schutzmaßnahmen verwendet werden.
Standorte: Die Versuchsstandorte befinden sich im Wald- (Zwettl) und im Weinviertel (Herzogbirbaum, Steinabrunn, Höbersdorf, Obermallebarn). Die Felder in Herzogbirbaum spielen eine besondere Rolle, da auf diesen Äckern die Sedimentauffangkästen errichtet wurden, während die Drohnenbefliegungen auf allen Standorten durchgeführt werden.

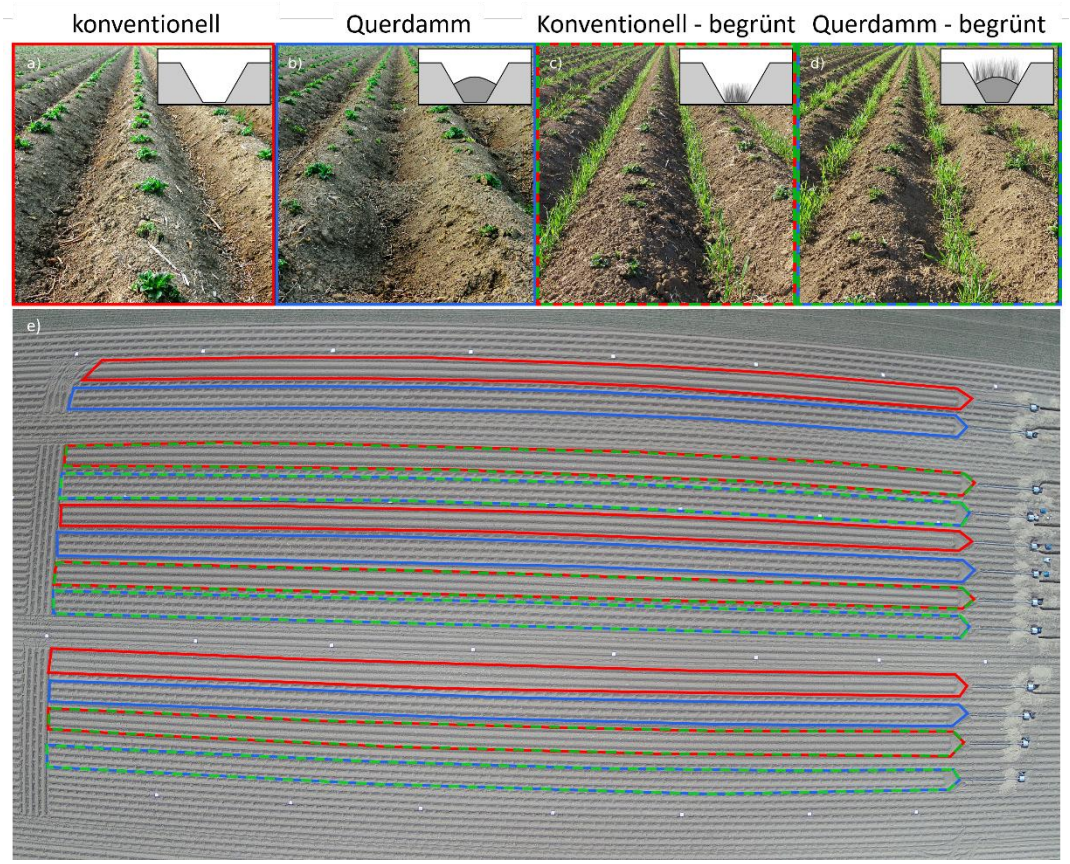


Abbildung 1: **(a)-(d) zeigen die vier untersuchten Varianten einzeln, in (e) ist der Versuchsaufbau in Herzogbirbaum im Jahr 2020 zu sehen.**

Versuchsanlage: Vier Varianten des Kartoffelanbaus mit 2-3 Wiederholungen wurden auf den Versuchsflächen gelegt. Neben der konventionellen Art Kartoffeln anzubauen (Abb. 1 (a)), werden als zweite Variante Querdämme in den Furchen zwischen den Dämmen aufgezogen (Abb. 1 (b)). Die weiteren zwei Varianten sind die konventionelle bzw. Querdamm-Variante mit einer Zwischenbegrünung aus Hafer oder Wintergerste (Abb. 1 (c) & (d)).

Ergebnisse und Diskussion

Mechanische Messungen: Mit den Sedimentauffangkästen (Abb. 1 (e) am rechten Bildrand) in Herzogbirbaum werden die Bodenabträge der einzelnen Varianten direkt im Feld gesammelt (Tabelle 1). Im Jahr 2019 – in dem der Niederschlag zum Großteil gefallen ist bevor der Bestand der Kartoffelpflanzen geschlossen war – wurde für die konventionell angebauten Varianten Bodenabträge von 13.54 tha^{-1} ermittelt. Durch eine Begrünung der Furche konnte dieser Wert um 48.23% reduziert werden, wobei aber die Menge des Oberflächenabfluss in etwa gleichgeblieben ist. Bei den Querdamm-Varianten traten um 79% (ohne Zwischenbegrünung) bzw. 94% (mit Zwischenbegrünung) geringere Bodenabträge im Vergleich zum konventionellen Anbau auf. Bei diesen zwei Maßnahmen wurde aber auch der Oberflächenabfluss zwischen 50% und 75% verringert. Im Gegensatz zum Jahr 2019 fiel im Jahr 2020 der Großteil des Niederschlags in den Sommermonaten – als der Bestand der Kartoffeln geschlossen war – wodurch geringere Bodenabträge im Vergleich zum Jahr 2019 erfasst wurden. Dennoch zeigen die relativen Reduktionen der Erosionsschutzmaßnahmen ein ähnliches Bild wie 2019. Durch die Begrünung der konventionellen Anbauart und der Querdämme konnte der Bodenabtrag um 48.9% bzw. 94.8% reduziert werden, welche sich nur um wenige Prozentpunkte von den Reduktionen von 2019 unterscheiden. Die Querdamm-Variante zeigte in diesem Jahr eine ähnlich gute Wirksamkeit wie die der begrünten Querdämme mit einer Reduktion des Bodenabtrags um 98.28%. Die relativen Verringerungen der Bodenabträge der Querdamm-Variante zeigen auch ein ähnliches Bild wie jene von anderen Studien, welche Reduktionen von 66% (Olivier, 2014), 88% (MAYER ET AL., 2016) und 74%-88% (VACEK ET AL., 2015) ermittelt haben.

Digitale Analysen: Die Drohnenbefliegungen wurden im Abstand von ca. 1 Monat (2019 & 2020) und 2-3 Wochen (2021) bzw. nach einem Regenereignis durchgeführt. Durch Differenzrechnungen der daraus generierten Geländemodelle soll ebenfalls eruiert werden wie hoch die Bodenabträge der einzelnen Varianten sind. Aufgrund von mehreren Herausforderungen – wie Vegetation, räumliche Fehler und Registrierung der Geländemodelle - ist es jedoch nicht möglich mit den Daten von 2019 und 2020 wissenschaftlich fundierte Ergebnisse zu ermitteln. Für das Jahr 2021 wurden Fixpunkte auf den Feldern installiert, wodurch die Registrierung der Geländemodelle verbessert wird und somit deutlich kleinere räumliche Fehler bei den Berechnungen berücksichtigt werden müssen. Die Daten von heuer müssen erst noch fertig aufbereitet werden, jedoch zeigen vorläufige Ergebnisse, dass eine quantitative Analyse der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen möglich sein sollte.

Ertragsanalysen: In den Jahren 2019 und 2020 wurden Ertragsanalysen der einzelnen Varianten durchgeführt. Dabei konnten aber keine signifikanten Unterschiede beim Ertrag festgestellt werden. In diesem Jahr wird wiederum der Ertrag ermittelt, wobei im Unterschied zu den letzten Jahren - als eine Fläche von 2 m² untersucht wurde -, heuer ein Bereich von 10 m^2 geerntet wird. Diese Ergebnisse stehen jedoch noch nicht zur Verfügung.

Tabelle 1: **Bodenabträge der einzelnen Varianten für die Jahre 2019 und 2020 auf den Versuchsstandorten in Herzogbirbaum. Die Reduktion der Erosionsschutzmaßnahmen bezieht sich auf die konventionelle Anbauart.**

	Konventionell	Querdamm		Konventionell begrünt		Querdamm begrünt	
	Bodenabtrag ($t\ ha^{-1}$)	Bodenabtrag ($t\ ha^{-1}$)	Reduktion (%)	Bodenabtrag ($t\ ha^{-1}$)	Reduktion (%)	Bodenabtrag ($t\ ha^{-1}$)	Reduktion (%)
2019	13.54	2.84	79.02	7.01	48.23	0.8	94.06
2020	2.56	0.04	98.28	1.31	48.9	0.06	97.8

Zusammenfassung

Die hohe Anfälligkeit für Bodenerosion im konventionellen Kartoffelanbau kann zu wesentlichen on-site (z.B. Verlust von nährstoffreichem Oberboden) und off-site (z.B. erhöhter Nährstoffeintrag in Gewässer) Schäden führen. Auf insgesamt 15 Feldern im Wald- und Weinviertel wurden in 3 Jahren Bodenerosionsschutzmaßnahmen im Kartoffelanbau untersucht. Mithilfe von Sedimentauffangkästen konnte eruiert werden, dass im Vergleich zum konventionellen Anbau durch eine Begrünung der Furche zwischen den Dämmen der Bodenabtrag um etwa 48% verringert werden kann. Durch das Häufeln von Querdämmen während des Legens der Kartoffeln kann die auftretende Bodenerosion zwischen 79% - 98% reduziert werden. Mit einer Begrünung der Querdämme konnte der Bodenabtrag um 94% - 97% verringert werden. Als weitere Evaluierungsmethode wurden Drohnenbefliegungen durchgeführt, jedoch haben erst die Daten von 2021 eine entsprechende Qualität, welche eine quantitative Analyse der Schutzwirkung zulassen. Ertragsanalysen haben bisher noch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten aufgezeigt.

Abstract

The high susceptibility to soil erosion in conventional potato cultivation can lead to substantial on-site (e.g. loss of nutrient-rich topsoil) and off-site (e.g. increased nutrient input into water bodies) damage. Soil erosion control measures in potato cultivation were investigated on a total of 15 fields in the Waldviertel and Weinviertel regions over a period of 3 years. With the help of sediment trap boxes it could be determined that compared to conventional cultivation the soil erosion can be reduced by about 48% by greening the furrow between the dams. By mounding micro-dams during potato planting, the soil erosion can be reduced between 79% - 98%. Grassing the micro-dams reduced soil erosion by 94% - 97%. Drone aerial surveys have been conducted as another evaluation method, but only the 2021 data has a corresponding quality that allows a quantitative analysis of the protective effect. Yield analyses have not yet shown any significant differences between the variants.

Literatur

MAYER V., VACEK J., STEHLIC M., VECHJAR D., 2016: Protierozní technologie ochrany pŭdy při pěstování brambor (Technology for Soil Protection from Erosion in Potato Cultivation), Uroda 1/2016, 50–55.

OLIVIER C, GOFFART J.P., BAETS D., FONDER N., BARTHELEMY J.-P., LOGNAY G., XANTHOULIS D., 2012: Le cloisonnement des interbuttes en culture de pommes de terre: essai réalisé en collaboration avec Bayer CropScience (Huldenberg 2011), FIWAP: Brochure du CCP 2012, partie 9.5.

VACEK J., MAYER V., DOVOL J., NOVÁK J., 2015: Protierozní opatření v technologii záhonového odkamenění brambor (Erosion control measures in the stone windrowing technology for potatoes), Uroda 12/2015, 335–338

Adressen der Autoren

Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, 3252 Petzenkirchen, Pollnbergstraße 1

In-situ Nährstoffverfügbarkeit aus der Sicht einer Wurzel

In-situ nutrient availability from the perspective of a root

Erich Inselsbacher*

Plant biomass production in terrestrial ecosystems is largely regulated by the availability of soil nutrients. Detailed knowledge about the size and composition of soil nutrient pools available for root uptake is therefore crucial for understanding plant nutrition. Until now, this remained a challenging task due to the lack of adequate sampling techniques. The traditional and still most commonly used method for estimating soil nutrient pools is the extraction of soil with water or salt solutions. However, the disruptive nature of this sampling approach leads to a significant alteration of the natural equilibrium of the soil nutrient composition as a consequence of microbially mediated transformations, losses and contaminations (e.g. ROUSK and JONES 2010, INSELSBACHER 2014). Therefore, the results from soil extractions are poor indicators of *in-situ* soil nutrient availability, especially of nutrients that are easily transformed or lost to the environment such as nitrogen (INSELSBACHER and NÄSHOLM 2012). Further, plant nutrient acquisition is determined by the flux of nutrients from the soil to root surfaces rather than by nutrient concentrations in the bulk soil (TINKER and NYE 2000). The two main processes driving nutrient fluxes towards roots are diffusion and mass flow, but the relative importance of each of these processes to plant nutrient acquisition remains controversial (e.g., COMERFORD 2005). Until now, the method for estimating mass flow and diffusion was indirect and could not account for a range of uncertainties, such as spatial and temporal variations in soil water contents and nutrient concentrations, nutrient uptake by mycorrhizae and potential interactions between mass flow and diffusion (CHAPIN et al. 2011). Thus, a direct and more robust method for estimating diffusion and mass flow of nutrients in soil was needed.

Recently, a novel *in-situ* sampling technique based on passive microdialysis was introduced in environmental research (INSELSBACHER et al. 2011). Earlier, this technique has been extensively studied and applied in neurosciences and pharmacokinetic studies (e.g., KEHR 1993), but it had hardly been used in other areas. Microdialysis is a passive sampling technique where the sole driving force for sampling the target compound is the concentration gradient across the microdialysis membrane induced by the solution (perfusate) pumped through the probes (Fig. 1).

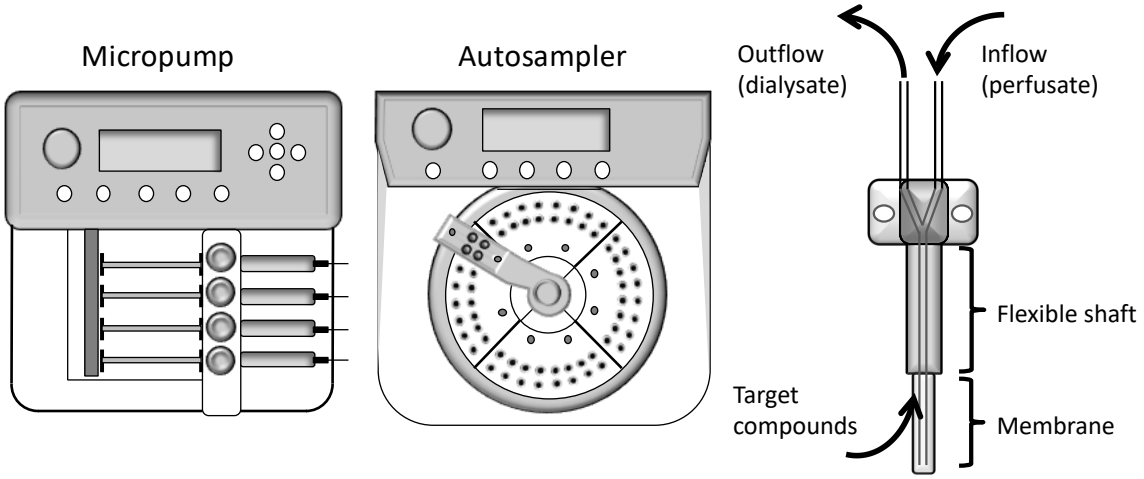


Figure 1 **Schematic experimental setup of the microdialysis system consisting of a high-precision infusion pump, a microfraction collector and microdialysis probes with a polyarylethersulphone membrane with 10 mm length and 500 µm outer diameter. (Redrawn from INSELSBACHER et al. 2011).**

Thorough evaluation during the last decade showed that the microdialysis technique allows monitoring of soil nutrient fluxes with minimal invasiveness. Unlike other soil sampling methods, the miniaturized design and the passive sampling approach of microdialysis allows for continuous monitoring of soil nutrient fluxes at an unrivalled spatial (< 1 cm) and temporal (< 30 min) resolution (INSELSBACHER et al. 2011). An increasing number of studies have already used this unique feature to study nutrient dynamics in soil microsites, such as the rhizosphere (compare BUCKLEY et al. 2020). Another significant advantage of microdialysis compared to other sampling techniques is that it allows monitoring soil

nutrient fluxes directly in the field with minimal disturbance to the natural environment (INSELSBACHER and NÄSHOLM 2012). It is also possible to directly assess the amount of soil nutrients supplied by mass flow by using a solution of macromolecules larger than the molecular-weight cut-off of the probe membrane as perfusate, thereby establishing a water potential gradient between the interior of the probe membrane and the external soil solution (OYEWOLE et al. 2013). This gradient in water potential induces mass flow of water towards and over the probe membrane causing mass transfer of nutrients present in the soil water. Varying the osmotic potential of the perfusate a wide range of mass flow rates can be achieved.

Because of the opportunities presented by the technique, there has been growing interest in applying microdialysis to estimate soil nutrient dynamics in various ecosystems. It has been deployed successfully in both laboratory and field settings to sample a wide range of compounds from soil solution, including saccharides, metal ions, organic acids, organic and inorganic nitrogen forms, iodine, phosphate and enzymes (BUCKLEY et al. 2020). Results gained by microdialysis have provided several striking insights and, as more users adopt the technique, it is important to consider not only advantages but also limitations of this technique. For example, soil diffusive nutrient supply is fundamentally controlled by various abiotic and biotic factors and it can be expected that different nutrients are affected more strongly by some factors than by others (INSELSBACHER and WANEK 2021). Diffusion of a molecule in soils is strongly affected by soil temperature, water content, porosity, density, texture, pH and ion exchange capacity. Furthermore, soil biological factors, such as microbial community structure, microbial nutrient turnover or soil enzyme activities influence diffusion indirectly by affecting size and composition of soil nutrient pool.

Taken together, microdialysis overcomes inherent experimental limitations and, to date, provides the best available proxy for the soil supply of plant-available nutrients for root uptake. However, diffusion and mass flow are controlled by a complex network of abiotic and biotic controls, and their interactions, either directly affecting nutrient fluxes or indirectly by affecting soil nutrient production and consumption rates. To better understand *in-situ* soil nutrient supply and plant nutrition in general, a promising way forward could be to investigate as many abiotic and biotic parameters as possible in future studies, combining the microdialysis technique, soil physical analyses and root nutrient uptake experiments (HOMYAK et al. 2021, INSELSBACHER and WANEK 2021).

Zusammenfassung

Die Verfügbarkeit von Nährstoffen in Böden hat einen starken Einfluss auf Pflanzenwachstum und auf die Interaktionen zwischen Böden, Pflanzen und Mikroorganismen. Daher ist die genaue Bestimmung von Konzentrationen und Zusammensetzungen pflanzen-verfügbarer Nährstoffe in Böden unerlässlich. Diese Aufgabe ist allerdings eine enorme Herausforderung, da die Ergebnisse von destruktiven Beprobungen nur bedingt verfügbare Nährstoffe in ungestörten Böden wiederspiegeln. Dies liegt vor allem daran, dass die Nachlieferung von Nährstoffen vom Boden zu den Wurzeloberflächen der limitierende Schritt für die Pflanzenernährung ist. Vor kurzem wurde eine neue Methode basierend auf Mikrodialyse entwickelt, die es ermöglicht diese Nachlieferungsraten störungsfrei in Böden *in-situ* zu bestimmen. Im Gegensatz zu anderen Methoden erlaubt das kleinformatige Design und die passive Art der Probennahme längerfristiges Monitoring von Nährstoffflüssen in Böden in unerreichter räumlicher und zeitlicher Auflösung. Die mit Mikrodialyse gemessenen Nährstoffflüsse können zudem direkt mit potentiellen Wurzelaufnahmeraten von Nährstoffen verglichen werden. Die Anwendung von Mikrodialyse hat viele Vorteile, aber auch Limitierungen, die vor der Anwendung von Mikrodialyse für unterschiedliche Fragestellungen bedacht werden müssen. Die Nachlieferung von Nährstoffen in Böden hängt von einer Vielzahl von abiotischen und biotischen Faktoren ab, und eine Kombination von Mikrodialyse, bodenphysikalischen Untersuchungen und Versuchen zur Wurzelnährstoffaufnahme könnte für zukünftige diesbezügliche Studien äußerst hilfreich sein.

Abstract

The availability of soil nutrients largely regulates plant biomass production and plant-soil-microbe interactions. Detailed knowledge about the concentration and composition of soil nutrient pools is therefore crucial for studying plant N nutrition. Until now, this remained a challenging task, as results from destructive soil sampling are only poor indicators for plant-available nutrients *in-situ*. Further, plant nutrient acquisition is determined by the flux of nutrients from surrounding soil to root surfaces rather

than by nutrient concentrations in the bulk soil. Recently, a non-invasive sampling technique based on passive microdialysis was presented as a suitable tool to estimate nutrient supply in soils *in-situ.* Unlike other sampling methods, the miniaturized design and the passive sampling approach allow for continuous monitoring of soil N fluxes at an unrivalled spatial and temporal resolution. Further, soil N fluxes estimated by microdialysis can be directly related to root uptake capacities. Microdialysis has many advantages but also limitations, which need to be considered when addressing different research objectives. Soil nutrient supply is controlled by a complex network of abiotic and biotic factors, and to better understand plant nutrition in future studies, combining microdialysis sampling, soil physical analyses and root uptake experiments could present an innovative way forward.

References

BUCKLEY S, BRACKIN R, JÄMTGÅRD S, NÄSHOLM T, SCHMIDT S, 2020: Microdialysis in soil environments: Current practice and future perspectives. Soil Biol Biochem 143, 107743.

CHAPIN FS, MATSON PA, VITOUSEK PM, 2011: Principles of terrestrial ecosystem ecology. Springer, New York, USA.

COMERFORD NB, 2005: Soil factors affecting nutrient bioavailability. In: BASSIRIRAD H (ed), Nutrient acquisition by plants – an ecological perspective, 1-14. Ecological studies, Vol 181. Springer, Berlin Heidelberg, Germany.

HOMYAK PM, SLESSAREV EW, HAGERTY S, GREENE AC, MARCHUS K, DOWDY K, IVERSON S, SCHIMEL JP, 2021: Amino acids dominate diffusive nitrogen fluxes across soil depths in acidic tussock tundra. New Phytol, in press.

KEHR J, 1993: A survey on quantitative microdialysis – theoretical models and practical implications. J Neurosci Meth 48, 251-261.

INSELSBACHER E, 2014: Recovery of individual soil nitrogen forms after sieving and extraction. Soil Biol Biochem 71, 76-86.

INSELSBACHER E, NÄSHOLM T, 2012: The below-ground perspective of forest plants: soil provides mainly organic nitrogen for plants and mycorrhizal fungi. New Phytol 195, 329-334.

INSELSBACHER E, ÖHLUND J, JÄMTGÅRD S, HUSS-DANELL K, NÄSHOLM T, 2011: The potential of microdialysis to monitor organic and inorganic nitrogen compounds in soil. Soil Biol Biochem 43, 1321-1332.

INSELSBACHER E, WANEK W, 2021: An unexpected source of nitrogen for root uptake: Positively charged amino acids dominate soil diffusive nitrogen fluxes. New Phytol, in press.

OYEWOLE OA, INSELSBACHER E, NÄSHOLM T, 2013: Direct estimation of mass flow and diffusion of nitrogen compounds in solution and soil. New Phytol 201, 1056-1064.

ROUSK J, JONES DL, 2010: Loss of low molecular weight dissolved organic carbon (DOC) and nitrogen (DON) in H_2O and 0.5 M K_2SO_4 soil extracts. Soil Biol Biochem 42, 2331-2335.

TINKER PB, NYE PH, 2000: Solute movement in the rhizosphere. Oxford University Press, Inc., New York, USA.

Author affiliation

University of Natural Resources and Life Sciences – BOKU, Department of Forest- and Soil Sciences, Institute of Soil Research, Peter-Jordan-Strasse 82, 1190 Vienna

*Contact: erich.inselsbacher@boku.ac.at

TeaTime4App - Sensibilisierung für die Rolle des Bodens mit der BildungApp "Tea Bag Index"

TeaTime4App – Raising awareness about the role of soils with the educational Tea Bag Index App

Julia Miloczki[1*], Anna Wawra[1], Markus Gansberger[2], Philipp Hummer[3] und Taru Sandén[1]

Einleitung

Boden ist eine nicht erneuerbare Ressource, die für viele ökologische, soziale, wirtschaftliche und kulturelle Leistungen von zentraler Bedeutung ist, weshalb Bodengesundheit für das menschliche Leben und die nachhaltige Nutzung von Ökosystemen von entscheidender Bedeutung ist (MONTANARELLA und PANAGOS 2021). Dennoch herrscht ein geringes Bewusstsein für Bodengesundheit in der breiten Öffentlichkeit (GOMIERO 2016) und ein mangelndes wissenschaftliches Verständnis mancher Prozesse im Boden (LEHMANN et al. 2020), beispielsweise der Zersetzung. Mit der Tea Bag Index (TBI) App fördern wir das Bewusstsein für die Bedeutung der Böden und ihrer Ökosystemleistungen bei SchülerInnen über 10 Jahren und anderen BürgerwissenschafterInnen (Citizen Scientists). Die App sammelt wissenschaftlich relevante Daten über Bodenbeobachtungen und insbesondere über den Abbau organischen Materials, welcher Teil des globalen Kohlenstoffkreislaufs ist und somit Einfluss auf den Klimawandel hat.

Material und Methoden

Die TBI App wurde 2019 im Rahmen des Projekts TeaTime4App von der Citizen Science App Plattform Spotteron unter Mitwirkung von SchülerInnen der HBLFA Francisco Josephinum entwickelt. Die App beinhaltet anschauliche Informationen und Anweisungen für folgende praktische Aktivitäten: 1) Erhebung grundlegender Bodenattribute (Landnutzung, Bodenleben, Bodenfarbe), 2) Detaillierte Bodenbeobachtungen (Fingerprobe, Spatenprobe, Bodenverschmutzung) und 3) TBI Experiment. Anhand der Fingerprobe und Spatenprobe werden die Korngrößenzusammensetzung, Bodenstruktur und Durchwurzelung erhoben. Bei der TBI-Methode (KEUSKAMP et al. 2013) werden Rooibos- und Grünteebeutel im Boden vergraben und drei Monate später wieder ausgegraben. Während dieser Zeit wird der Tee von Mikroorganismen zersetzt, und der Massenverlust des Teematerials repräsentiert daher die Zersetzung organischer Substanz im Boden. Die gesammelten Daten werden in die weltweite Datenbank des „Global Tea Bag Index Network“ (www.teatime4science.org) integriert, in der bereits über 2000 Einträge vorhanden sind (SANDÉN et al. 2020, SANDÉN et al. 2021).

Ergebnisse und Diskussion

Die Tea Bag Index App kann von Schulklassen, LandwirtInnen und allen interessierten Citizen Scientists auf interaktive Weise verwendet werden, um mehr über das Thema Boden herauszufinden und mit Beobachtungsdaten die Bodenforschung zu unterstützen. Darüber hinaus kann die TBI-App für "Content Language Integrated Lessons" (CLIL) eingesetzt werden, d.h. die Verwendung einer Fremdsprache für die integrative Vermittlung von Inhalten und Sprachkompetenz außerhalb des Sprachunterrichts an landwirtschaftlichen Schulen in Österreich.

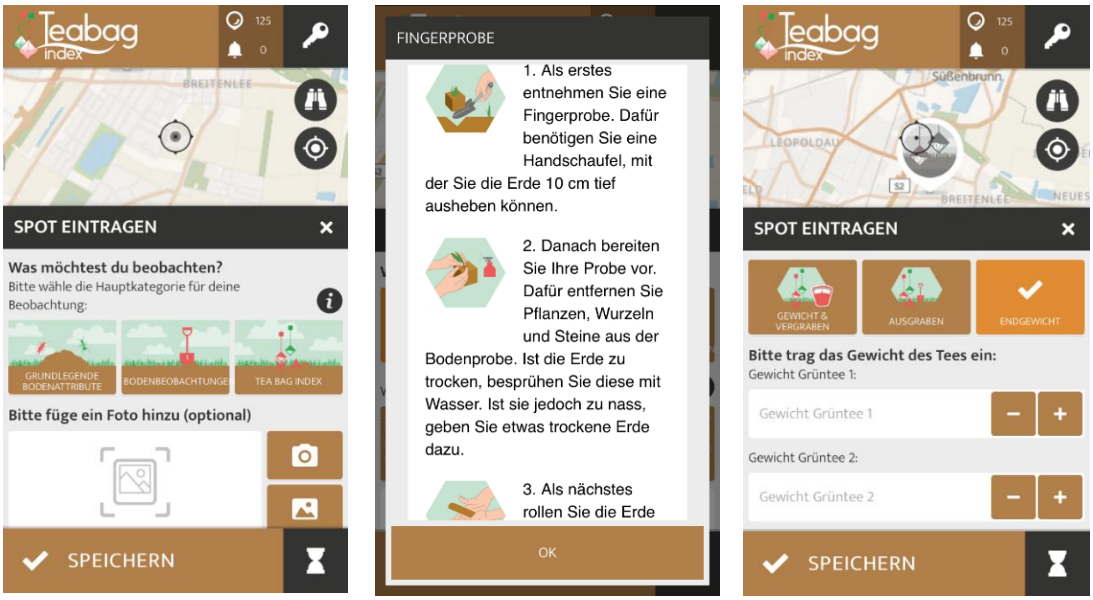


Abbildung 1: **Ansichten der TBI App: I) Hauptkategorien der Aktivitäten II) Beschreibung der Fingerprobe III) Arbeitsschritte des Tea Bag Index**

Mithilfe der TBI App und ihrer vielfältigen Aktivitäten setzen sich die SchülerInnen auf unterschiedliche Weise mit dem Thema Boden auseinander und erweitern ihre Kompetenzen. Beispielsweise lernen sie einfache Methoden der Bodenuntersuchung anzuwenden und Untersuchungsergebnisse zu interpretieren. Sie werden auch vertraut mit der Planung, Auswertung und Interpretation von einfachen wissenschaftlichen Experimenten und Feldversuchen. Ihre Kenntnisse über Bodenprozesse, Nährstoffkreisläufe und den englischen Wortschatz (App ist auf Englisch verfügbar) werden erweitert und die SchülerInnen lernen das Thema Boden im Kontext der Ziele nachhaltiger Entwicklung (SDGs) zu beleuchten. Böden und Bodengesundheit sind ein essentieller Bestandteil für die Erreichung der SDGs und die Aktivitäten der TBI App im Speziellen tragen zu „Kein Hunger“ (SDG 2), „Maßnahmen zum Klimaschutz“ (SDG 13) und „Leben an Land“ (SDG 15) bei.

In Form eines Fragebogens wurden die individuellen Lernerfolge der SchülerInnen in TeaTime4App abgefragt, was eine wichtige Evaluierung des Erfolgs von Citizen Science Projekten darstellt. Die Auswertung zeigte ein großes Interesse der SchülerInnen an bodenrelevanten Themen und positive Rückmeldungen zu den angewendeten Methoden und Arbeitsschritten. Am stärksten war jedoch der Wunsch, etwas Gutes für die Umwelt zu bewirken. Mit diesem Bewusstsein ist ein wichtiger Grundstein für nachhaltiges Handeln und die Förderung von Bodengesundheit gelegt.

Anhand der Dateneinträge über die App und der globalen Daten des TBI vertieft die Wissenschaftsgemeinschaft ihr Verständnis über die Faktoren, die den organischen Abbau und die damit verbundenen Bodenfunktionen zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten weltweit beeinflussen. Beispielsweise zeigten SANDÉN et al. (2021), dass der wesentliche Einflussfaktor für die Zersetzung in Stadtböden der Sandgehalt war. Dies kann auf eine geeignete Porengrößenverteilung zurückzuführen sein, in der sich die Mikroorganismen optimal bewegen und Substrate verteilen können. Die Daten dieser Studie wurden von Schulklassen mit der TBI Methode gesammelt und vom wissenschaftlichen Projektteam mit Data Mining Analysen ausgewertet.

Zusammenfassung

Mit der Tea Bag Index (TBI) App fördern wir das Bewusstsein für die Bedeutung der Böden und ihrer Ökosystemleistungen bei Schülern über 10 Jahren. Die App beinhaltet anschauliche Informationen und Anweisungen für praktische Aktivitäten wie Erhebung grundlegender Bodenattribute (Landnutzung, Bodenleben), detaillierte Bodenbeobachtungen (Fingerprobe, Spatenprobe, Bodenverschmutzung) und

das TBI Experiment. Der TBI ist eine einfache wissenschaftliche Methode zur Messung von organischem Abbau in Böden anhand vergrabener Teebeutel.
Mit diesem Bewusstsein für den Boden und seine Funktionen können die Citizen Scientists wertvolle Beiträge zur nachhaltigen Nutzung von Böden leisten. Sie haben auch die Möglichkeit, sich an einer globalen wissenschaftlichen Initiative zu beteiligen, Fähigkeiten zur Durchführung eines wissenschaftlichen Experiments zu erwerben und Kenntnisse über Bodenprozesse, Nährstoffkreisläufe und den Klimawandel zu vertiefen. In Form von "Content Language Integrated Lessons" (CLIL), d.h. die integrative Vermittlung von Inhalten und Sprachkompetenz, wird zudem der englische Wortschatz erweitert. Die Wissenschaftsgemeinschaft andererseits vertieft ihr Verständnis der Faktoren, die den organischen Abbau (und die damit verbundenen Bodenfunktionen) zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten weltweit beeinflussen.

Abstract

With the Tea Bag Index (TBI) app, we promote awareness about the importance of soils and their ecosystem services among students above the age of 10. The app includes information and instructions for hands-on activities such as collecting basic soil attributes (land use, soil life), soil observations (texture by feel, spade test, soil contamination) and the TBI experiment. The TBI is a simple scientific method to measure decomposition of organic matter in soils by burying tea bags.
With this awareness of soil and its functions, citizen scientists can make valuable contributions to the sustainable use of soils. They also have the opportunity to participate in a global scientific initiative, acquire skills to conduct a scientific experiment and gain knowledge about soil processes, nutrient cycles and climate change. In addition, their English vocabulary is expanded in the form of "Content Language Integrated Lessons" (CLIL), i.e. the integrative teaching of content and language competence. The science community, on the other hand, deepens their understanding of the factors that influence organic matter decomposition (and related soil functions) at different times and places around the world.

Literatur

GOMIERO T, 2016: Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. Sustainability 8(3), 281.
KEUSKAMP JA, DINGEMANS BJJ, LEHTINEN T, SARNEEL JM und HEFTING MM, 2013: Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. Methods Ecol Evol 4, 1070-1075.
LEHMANN J, BOSSIO DA, KÖGEL-KNABNER I, und RILLIG MC, 2020: The concept and future prospects of soil health. Nature Reviews Earth & Environment 1(10), 544-553
MONTANARELLA L und PANAGOS P, 2021: The relevance of sustainable soil management within the European Green Deal. Land Use Policy 100, 104950.
SANDÉN T, SPIEGEL H, WENNG H, SCHWARZ M, und SARNEEL JM, 2020: Learning Science during Teatime: Using a Citizen Science Approach to Collect Data on Litter Decomposition in Sweden and Austria. Sustainability 12(18), 7745.
SANDÉN T, WAWRA A, BERTHOLD H, MILOCZKI J, SCHWEINZER A, GSCHMEIDLER B, SPIEGEL H, DEBELJAK M und TRAJANOV A, 2021: TeaTime4Schools: Using Data Mining Techniques to Model Litter Decomposition in Austrian Urban School Soils. Front. Ecol. Evol. 9, 703794.

Adressen der Autoren

[1] Abteilung für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

[2] HBLFA Francisco Josephinum, Schloss Weinzierl 1, 3250 Wieselburg

[3] Spotteron GmbH, Faßziehergasse 5, 1070 Wien

[*] Ansprechperson: Julia Miloczki, MSc, julia.miloczki@ages.at

Stickstoffeffizienz im Winterweizen bei unterschiedlicher mineralischer Stickstoffdüngung im Marchfeld

Nitrogen efficiency in winter wheat with different mineral nitrogen fertilization in Marchfeld

Gerhard Moitzi[1*], Reinhard W. Neugschwandtner[2], Hans-Peter Kaul[2] & Helmut Wagentristl[1]

Einleitung

Der mineralische Stickstoff(N)-Dünger ist in der pflanzlichen Produktion ein ertrags- und qualitätsbestimmendes Betriebsmittel. Die N-Effizienz ist ein Schlüsselindikator in der Pflanzenproduktion (BARRACLOUGH ET AL. 2010) und hat umwelt- und klimarelevante Auswirkungen (Nitratverlagerung und Lachgas- und Ammoniakemissionen). In einer Metastudie von ZHANG ET AL. (2015) wurde für Weizen eine globale N-Effizienz (= geernteter N-Ertrag/N-Input × 100) von 42 % für 2010 ermittelt, und diese soll bis 2050 auf 70 % durch verbesserte N-Dünger, Züchtungs- und Managementmaßnahmen erhöht werden.
Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, den Effekt von verschiedenen N-Mineraldüngern und Gabenteilungen auf Kornertrag, Korn-N-Konzentration und ausgewählte Kennzahlen der Stickstoffeffizienz (NUE, N-Aufnahmeeffizienz, N-Nutzungseffizienz, agronomische N-Effizienz und N-Wiederfindungseffizienz) bei der Produktion von Winterweizen im pannonischen Klimaraum darzustellen. Grundlage dafür sind zwei Feldversuche im Marchfeld in den Jahren 2016/17 und 2017/18.

Material und Methoden

Der Feldversuch mit den neun N-Düngungsvarianten (Gesamt-N: 160 kg/ha) und einer ungedüngten Kontrollvariante (Tabelle 1) wurde als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen in Groß-Enzersdorf angelegt. Die Parzellengröße betrug 18 m^2. Der schluffige Lehmboden *(pH_{CaCl2}: 7,6; Humusgehalt: 2,8 %) ist ein* karbonathältiger Tschernosem. Die Winterweizensorte Bernstein wurde mit einer Saatstärke von 340 keimfähigen Körnern pro m^2 im Reihenabstand von 12,5 cm und einer Ablagetiefe von 3-4 cm angebaut. Eine Herbizidapplikation wurde Mitte April durchgeführt. Die Dünger wurden zu verschiedenen Terminen ausgebracht. Die Einarbeitung von Harnstoff erfolgte mittels Handegge.

Tabelle 1: **Düngungsvarianten mit den N-Düngermengen (kg N ha^{-1}) und deren Verteilung**

N-Dünger	N (%)	Gabenteilung	Bestockung (BBCH 22/23)	Schossen (BBCH 31/32)	Ährenschieben (BBCH 52)
Kontrolle (N0)	-	0:0:0	0	0	0
KAS[a)]	27	50:50:60	50	50	60
KAS	27	100:60:0	100	60	0
KAS+AHL[b)]	27/32	50:50:60	50 (KAS)	50 (KAS)	60 (AHL)
HAS stabilisiert[c)]	46	50:50:60	50	50	60
HAS stabilisiert	46	100:60:0	100	60	0
HAS stabilisiert	46	160:0:0	160	0	0
HAS[d)]	46	50:50:60	50	50	60
HAS	46	100:60:0	100	60	0
HAS eingearbeitet	46	100:60:0	100 (eingearbeitet)	60	0

[a)] Kalkammonsalpeter, [b)] Ammonnitrat-Harnstoff-Lösung (8.0 % Nitrat-N, 8.0 % Ammonium-N, 16.0 % Carbamid-N),

[c)] Harnstoff mit Nitrifikationshemmer (DCD-Dicyandiamid und 1 H-1,2,4 Triazol) - Alzon®, [d)] Harnstoff

Die langjährigen Klimadaten (1994–2018) zeigen für die Wachstumsperiode von Winterweizen (Oktober bis Juni) eine durchschnittliche Temperatur von 8,0°C bei einer mittleren Niederschlagssumme von 361 mm. Die Abweichungen in der Wachstumsperiode 2016/2017 betrugen 0,0°C und -48 mm und in der Wachstumsperiode 2017/18 +1,1°C und +10 mm. Die Wachstumsperiode 2016/2017 war somit trockener und die Wachstumsperiode 2017/2018 war somit wärmer als der langjährige Durchschnitt. Aufgrund des Niederschlagdefizits im Jahr 2017 wurde am 23. Mai eine Beregnungsgabe von 30 mm verabreicht.

Der Einfluss der mineralischen N-Düngung auf den Kornertrag, die N-Korn-Konzentration und die Energieeffizienz-Kennzahlen wurde mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse und anschließendem Gruppenvergleichstest nach Student-Newman-Keuls ($p<0,05$) mittels IBM® SPSS® Statistics 24 getestet.

Ergebnisse und Diskussion

Die signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Versuchsjahren (Tabelle 1) sind auf die Witterungsbedingungen während der Vegetationsperiode zurückzuführen. In der Wachstumsperiode 2017/18 war das Frühjahr kalt und trocken, wodurch die Kornzahl pro Ähre im Durchschnitt um 81 % geringer war als in der Wachstumsperiode 2016/2017. Die höhere Kornzahl pro Ähre führte zu höheren Kornerträgen, Korn-N-Aufnahme, N-Ernte-Index und N-Effizienz. Die agronomische N-Effizienz verschlechterte sich hingegen.
Die Gabenteilung hatte einen positiven Effekt auf den Kornertrag, die Korn-N-Konzentration und die N-Effizienzkennwerte. Die ungedüngte Kontrollvariante wies die höchste NUE, N-Aufnahmeeffizienz und N-Nutzungseffizienz auf. Die statistische Analyse des orthogonalen Datensatzes (KAS, HAS, HAS stabilisiert) zeigte, dass die N-Düngerart einen geringeren Effekt auf die abhängigen Ertrags-, Qualitäts- und N-Effizienz-Variablen hatte als das Düngerregime (50:50:60, 100:60:0).

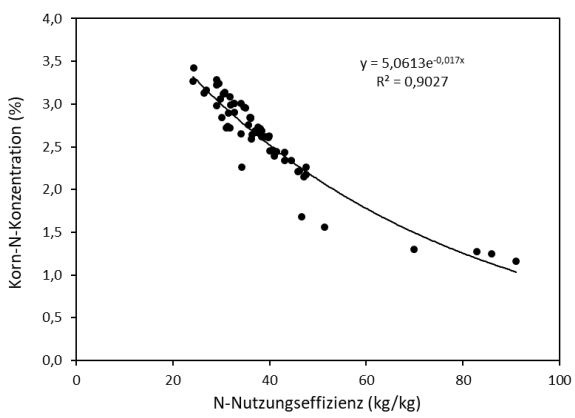
Tabelle 1: **Kornertrag und Korn-N-Konzentration sowie ausgewählte N-Effizienzkennwerte.**

N-Dünger	Gabenteilung	Kornertrag (kg ha^{-1})	Korn-N-Konzentration (%)	NUE[1)] (kg kg^{-1})	N- Aufnahme-effizienz[2)] (%)	N-Nutzungs-effizienz[3)] (kg kg^{-1})	Agronomische N-Effizienz[4)] (kg kg^{-1})	"Scheinbare" N-Wiederfindungseffizienz (%)
Kontrolle (NO)		4604^{a}	1,37^{a}	57,8^{b}	81,1^{b}	71,3^{b}		
KAS	50:50:60	5855^{ab}	2,94^{cd}	24,0^{a}	70,9^{ab}	33,7^{a}	6,86	67,6^{bc}
KAS	100:60:0	5354^{ab}	2,85^{cd}	22,1^{a}	65,1^{ab}	34,4^{a}	4,12	58,2^{abc}
KAS+AHL	50:50:60	5897^{ab}	3,03^{d}	23,8^{a}	76,0^{b}	30,9^{a}	7,09	76,7^{c}
HAS stabilisiert	50:50:60	6236^{b}	2,91^{cd}	24,9^{a}	70,4^{ab}	35,2^{a}	8,95	70,1^{bc}
HAS stabilisiert	100:60:0	5971^{b}	2,61^{bc}	24,7^{a}	63,8^{ab}	38,8^{a}	7,50	56,4^{ab}
HAS stabilisiert	160:0:0	5375^{ab}	2,44^{b}	22,1^{a}	56,9^{a}	37,8^{a}	4,23	46,6^{a}
HAS	50:50:60	6052^{b}	2,82^{cd}	25,1^{a}	69,3^{ab}	36,2^{a}	7,94	63,8^{abc}
HAS	100:60:0	5786^{ab}	2,67^{bcd}	24,0^{a}	66,7^{ab}	36,1^{a}	6,48	59,4^{abc}
$HAS_{eingearbeitet}$	100:60:0	5699^{ab}	2,61^{bc}	22,4^{a}	60,8^{ab}	37,0^{a}	6,00	57,0^{ab}
Jahr								
2016/2017		6818^{b}	2,47^{a}	32,2^{b}	72,7^{b}	43,7^{b}	4,77^{a}	68,4^{b}
2017/2018		4547^{a}	2,78^{b}	22,0^{a}	63,5^{a}	34,6^{a}	8,38^{b}	55,1^{a}
ANOVA								
N-Dünger (N)		*	***	***	**	***		*
Jahr (J)		***	***	***	***	***	*	***
N × J				***		***		

[1)] N use efficiency = Kornertrag/(„bodenverfügbarer N" + gedüngter N), [2)] N-Aufnahmeeffizienz = (N-Entzug)/(„bodenverfügbarer N" + gedüngter N), [3)] N-Nutzungseffizienz = Kornertrag/N-Entzug, [4)] Agronomische N Effizienz = ($Kornertrag_{gedüngt}$ – $Kornertrag_{ungedüngt}$)/gedüngter N, [5)] Scheinbare N Wiederfindungseffizienz=($N\text{-}Entzug_{gedüngt}$ – $N\text{-}Entzug_{ungedüngt}$)/gedüngter N; „bodenverfügbarer N" = $Boden\text{-}NO_3^-{}_{Frühjahr}$+ „scheinbare" Netto-N-Mineralisierung. Die berechnete „scheinbare" Netto-N-Mineralisierung betrug mit trockenen Jahr 2017 15,9 kg ha^{-1} und im Jahr 2018 44,6 kg ha^{-1}.

Die mineralische N-Düngung führte zu erhöhten Kornerträgen und Korn-N-Konzentrationen und beeinflusst auch die inverse Beziehung zwischen Korn-N-Konzentration und N-Nutzungseffizienz (Abbildung 1), welche auch bei BARRACLOUGH ET AL. (2010) festgestellt wurde.

Die N-Verluste im Boden/Pflanzensystem werden einerseits gasförmig durch die NH_3-Volatilisation (inbesondere bei Harnstoffdüngung auf alkalischen Böden) und durch die N_2O- und NO-Emissionen oder durch die NO_3^--Verlagerung verursacht. Aus der Beziehung in Abbildung 2 kann abgeleitet werden, dass bei einer N-Bilanz (=160 kg N–$N\text{-}Entzug_{Korn+Stroh}$) von -51,5 kg N/ha (d.h. es wird mehr über die oberirdische Biomasse entzogen, als gedüngt) theoretisch keine "scheinbare"“N-Verluste auftreten. Das würde bei einer mineralischen N-Düngung von 160 kg N/ha auch bedeuten, dass eine theoretische „N-verlustfreie“ Weizenproduktion im Marchfeld auch andere N-Quellen (N-Deposition aus der Atmosphäre und N-Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz) im Umfang von rund 50 kg N/ha für die Ertragsbildung nützt.



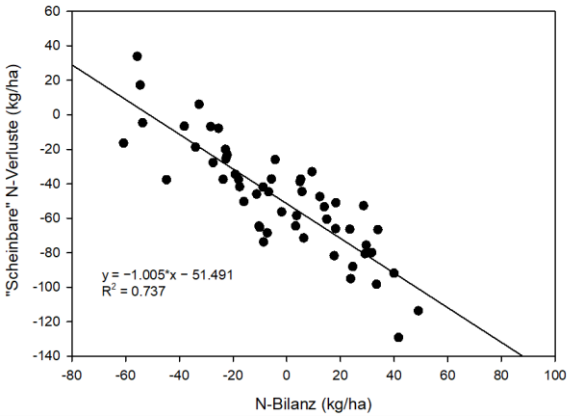


Abbildung 1: links **Zusammenhang zwischen Korn-N-Konzentration und N-Nutzungseffizienz**
Abbildung 2: rechts **Zusammenhang zwischen „scheinbaren" N-Verlusten und N-Bilanz**

Zusammenfassung:
Winterweizenerträge, Korn-N-Konzentrationen und Kennzahlen zur N-Effizienz (NUE, N-Aufnahmeeffizienz, N-Nutzungseffizienz, agronomische N-Effizienz und „scheinbare" N-Wiederfindungseffizienz) wurden in einem N-Düngerversuch mit unterschiedlichen N-Düngern und Gabenteilungen im Marchfeld für die Jahre 2016/17 und 2017/18 analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Witterung in der Vegetationsperiode ein determinierender Faktor für die N-Effizienz ist. Die N-Düngerart beeinflusst die N-Effizienz weniger als die Gabenteilung. Eine dreifache Gabenteilung der N-Menge erhöht die N-Effizienz im Vergleich zur zweifachen Gabenteilung. Die „scheinbaren" N-Verluste können durch den Parameter N-Bilanz weitgehend erklärt werden.

Abstract:
Winter wheat yields, grain N concentrations and parameters of nitrogen efficiency (NUE, N uptake efficiency, N utilization efficiency, agronomic N efficiency and apparent N recovery efficiency) were analyzed in an N-fertilization trial with different mineral N fertilizers and N dose splitting in Marchfeld for the years 2016/17 und 2017/18. The results show that the climate condition during the vegetation strongly affects N fertilizer efficiency. The type of N fertilizer influenced the N efficiency less than the factor N splitting. Three splits of N increased the N efficiency in comparison to two splits of N. The apparent N loss can be widely explained by the parameter N balance.

Literatur:
BARRACLOUGH, P.B., HOWARTH, J.R., JONES, J., LOPEZ-BELLIDO, R., PARMAR, S., SHEPHERD, C.E., HAWKESFORD, M.J., (2010): Nitrogen efficiency of wheat: Genotypic and environmental variation and prospects for improvement. European Journal of Agronomy 33, 1-11
ZHANG, X., DAVIDSON, E.A., MAUZERALL, D.L., SEARCHINGER, T.D., DUMAS, P., SHEN, Y., (2015): Managing nitrogen for sustainable development. Nature 528, 51-59.

Eine detaillierte Beschreibung des Versuches sowie eine umfassende Ergebnisdarstellung zu Ertragskomponenten, Boden-Nitrat-Stickstoff, N-Verlust und N-Effizienzkennzahlen sind in der folgenden Publikation nachlesbar:
MOITZI, G., NEUGSCHWANDTNER, R.W., KAUL, H.-P., WAGENTRISTL, H. (2020): Efficiency of mineral nitrogen fertilization in winter wheat under Pannonian climate conditions. Agriculture 10, 541. 1-19. doi:10.3390/agriculture10110541

Adressen der Autoren
[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf, Schloßhofer Straße 31, A-2301 Groß-Enzersdorf
[2] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenbau, Konrad-Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln an der Donau
[*] Ansprechpartner: Dr. Gerhard MOITZI, gerhard.moitzi@boku.ac.at

SOILBOOK - das digitale Bodenbuch stellt sich vor

SOILBOOK – Introduction of the digital book of soils

Matthias Strahlhofer[1*] & Hans Unterfrauner[2]

Einleitung

Jeder Bodentyp, jedes Pedon und jede Profilgrube sind einzigartig und haben ihre ganz spezifischen Merkmale und Charakteristika. Mit SOILBOOK (www.soilbook.info) wollen wir diese vielfältige unterirdische Landschaft unter unseren Füßen für eine weltweite Community sichtbar machen und dabei zur Bewusstseinsbildung über die Bedeutung, Endlichkeit und Gefährdung von Böden beitragen.

Die Idee dahinter

Die öffentliche Wahrnehmung von Böden ist nach wie vor gering, obwohl sie die Basis terrestrischen Lebens bilden und neben Wasser, Luft, Tieren und Pflanzen zu den wertvollsten und schützenswertesten Gütern der Menschheit zählen. Der jährliche weltweite Bodenverlust wird durch die zunehmende Flächenversiegelung, die direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels sowie durch Prozesse der Bodendegradation (z.B. Verdichtung, Versauerung, Erosion) weiter vorangetrieben (FAO und ITPS, 2015). **Fruchtbare Böden sind** für den Fortbestand der Menschheit jedoch essenziell und erfüllen zahlreiche wichtige Funktionen und Ökosystemdienstleistungen (nach SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 2016):

- Produktionsfunktion (Lebensmittel, Futtermittel)
- Filter- Puffer- Transformationsfunktion
- Lebensraumfunktion (biologische Diversität)
- aktiver Hochwasserschutz und aktiver Grundwasserschutz
- Klimaschutz (Kohlenstoffsenke)

Vor diesem Hintergrund entwickelte das Team von ***TB Unterfrauner GmbH*** im Jahr 2019 die Idee eines digitalen, kontinuierlich wachsenden und nicht-kommerziellen Bodenbuchs mit dem Ziel, den Boden ins Zentrum der Betrachtung zu stellen. Wir möchten damit möglichst viele Menschen für das Thema begeistern und haben daher einen niederschwelligen Zugang gewählt, der es auch bodenkundlichen Laien ermöglicht aktiv mitzumachen sowie das fachliche Interesse zu festigen.

Mit SOILBOOK können Fotos von Bodenprofilen und deren Umgebung hochgeladen, optional mit Details versehen (z.B. Textur, Farbe, Bewuchs, Bodenleben) und veröffentlicht werden. Dabei stehen unterschiedliche Werkzeuge zur Bodenprofilbeschreibung, Einbettung von geografischen Daten und eine detailreiche Auswahl an Merkmalen und Nutzungsformen zur Verfügung. Des Weiteren können Sammlungen von Bodenprofilen erstellt und Favoriten angelegt werden. Für fachliche Fragestellungen eignet sich die Plattform insbesondere, um einen Überblick über die regionale und globale Bodenvielfalt zu erhalten, als auch um bodenkundliche Exkursionen, Feldtage etc. zu dokumentieren. Zusätzlich ermöglichen Initiativen und Kooperationen in sozialen Netzwerken einen regen Erfahrungsaustausch mit einer weltweiten Boden-Community, welche regelmäßig mit SOILBOOK interagieren.

Eine weltweite Boden-Community

Digitalisierung in der Bodenkunde kommt heutzutage eine besondere Rolle zu. Die digitale Bodengemeinschaft hat in den letzten Jahren insbesondere über soziale Netzwerke großen Zuwachs erfahren und erweitert sich kontinuierlich. Mit über 700 Mitgliedern aus mehr als 29 Ländern zählt SOILBOOK heute zu einer der größten digitalen Plattformen der Bodenkunde und ist neben Deutsch und Englisch auch in spanischer Sprache verfügbar. Mit jedem neuen Bodenprofil wächst die Datenbank und bietet weitere tiefgründige Einblicke in die globale Bodenlandschaft.

Abbildung 1: **SOILBOOK bietet tiefgründige Einblicke in die weltweite Bodenlandschaft; links: Treposol (Deutschland), mitte: Oxisol (Galápagos), rechts: Tschernosem (Tschechien)**

Zusammenfassung

Bodenverlust durch Degradation und unkontrollierter Bodenverbrauch sind in letzter Folge Auswirkungen eines geringen öffentlichen Bewusstseins für die Bedeutung und Einzigartigkeit von Böden. Mit SOILBOOK wollen wir den Boden mittels einer innovativen Plattform bewusst ins Zentrum der Betrachtung rücken und auf die faszinierende Vielfalt von Böden rund um den Globus hinweisen. Eine Vielzahl an Werkzeugen und Funktionen ermöglicht die einfache Aufnahme, Beschreibung und Veröffentlichung von Bodenprofilen, um diese einem breiten Publikum sichtbar zu machen und sich mit weiteren interessierten Nutzer*innen zu vernetzen.

Abstract

Soil loss driven by degradation and uncontrolled land consumption are ultimately the effect of low public awareness for the significance and uniqueness of soils. By creating SOILBOOK, we want to deliberately focus on soil profiles and point out the fascinating diversity of soils around the globe in an innovative approach. A variety of tools and functions make it easy to record, describe and publish soil profiles in order to make them visible to a broad audience, while the platform also enables users to network with each other.

Literatur

FAO, ITPS, 2015: Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.

SCHEFFER F, SCHACHTSCHABEL P, 2010: Lehrbuch der Bodenkunde, 16. Aufl., 550 S., Heidelberg.

Adressen der Autoren

[1] TB Unterfrauner GmbH, Rochuspark, Erdbergstraße 10/33, 1030 Wien

[2] TB Unterfrauner GmbH, Rochuspark, Erdbergstraße 10/33, 1030 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Matthias Strahlhofer, m.s@bodenoekologie.com

Hanf – a multi-purpose Crop!?

Hemp – a multi-purpose crop!?

Josef Rathbauer

Einleitung

Hanf, Cannabis sativa L., ist eine uralte Nutzpflanze. Die aus ihr gewonnenen reißfesten Fasern waren der Ausgangsrohstoff für Stoffe und Seile. Die Nutzpflanze Hanf hat somit auch beigetragen, die Welt mit Segelschiffen zu befahren, zu erforschen und neue Länder zu entdecken.

In diesem Beitrag wird ein kurzer Abriss der Hanfnutzung in Österreich gegeben und versucht, die aktuellen Herausforderungen darzustellen.

Bedeutung des Hanfanbaus in Österreich

Am Beginn des 20. Jahrhunderts gab es in Österreich in den für Faserpflanzenanbau geeigneten Regionen bei nahezu jedem Bauernhof Flachs- oder/und Hanfanbauflächen. Die Ernte, die Röste und die Fasergewinnung wurden zu einem großen Teil manuell oder mit Handbearbeitungsgeräten durchgeführt. Mit der Zunahme des Baumwollanbaus und dessen Mechanisierung haben die Flachs- und Hanfanbauflächen sehr schnell abgenommen und hatten kaum mehr eine Bedeutung.

In den 1940er Jahren war ein Pflanzenfaserimport, Baumwolle, in das Deutsche Reich unterbunden. So gab es die Vorgabe die heimischen Faserpflanzen Flachs, Hanf und Fasernessel wieder verstärkt zu kultivieren und somit Faserrohstoffe für Textilien bereitzustellen.

In den 1990er Jahren haben hohe Förderbeträge je Hektar seitens der Europäischen Union zu einem raschen Anstieg der Hanfanbaufläche geführt. Leider war die Wertschöpfungs- und Verarbeitungskette nicht lückenlos vorhanden. Etliche von der Idee her sinnvolle Projekte, vor allem zur Faseraufbereitung und Nutzung, sind somit gescheitert.

In Österreich wurden in den 90er Jahren in mehreren nationalen Workshops die verschiedenen Punkte der Hanfwertschöpfungskette diskutiert und zusammengefasst [1, 2, 3,].

Einige Vorreiter haben vor allem die Nutzung von Hanfsamen als Lebensmittel und die Hanfsamenölproduktion weiter vorangetrieben. Mehrere hundert Hektar Hanf werden aktuell alljährlich im Vertragsanbau kultiviert. Die Nutzung der Stängel und Fasern ist nur zu einem kleinen Teil anzutreffen.

Hanf Anbauflächenentwicklung

Die Entwicklung der globalen Hanfanbauflächen ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt. In der FAO Datenbank sind Zahlenreihen seit 1961 verfügbar [4]. In den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts lag die globale Anbaufläche zum Teil über 500.000 ha. Die globalen Hanfanbauflächen haben sich dann ab Mitte der 90er Jahre bei rund 60.000 ha eingependelt. In den letzten Jahren kommt es wieder zu einer leichten Zunahme.

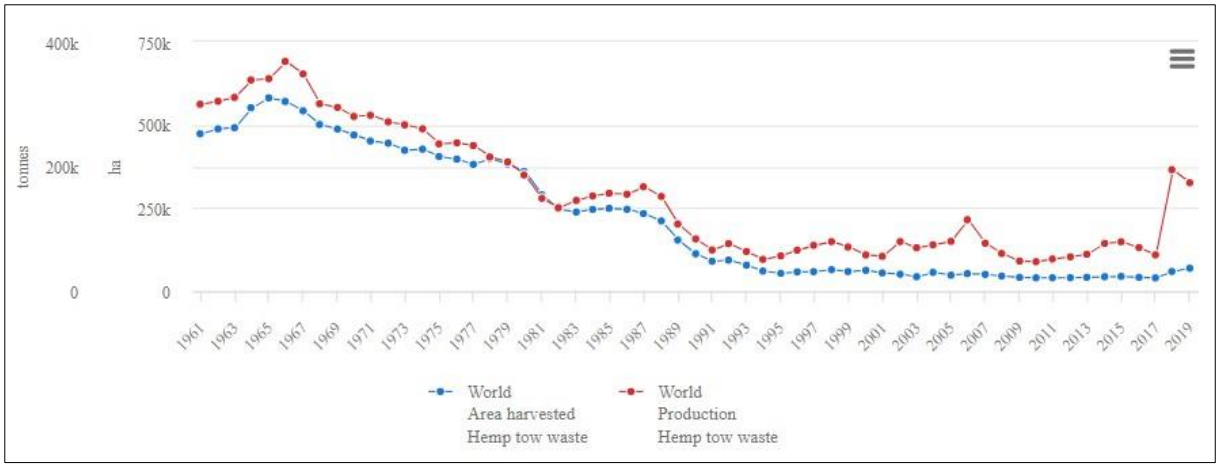


Abbildung 1: **Globale Hanfanbauflächen und Hanfstrohmengen 1961-2019 [4]**

Produktvielfalt aus der Nutzpflanze Hanf

Die Hanfpflanze stellt Rohstoffe bereit, die für die Erzeugung verschiedenster Produkte verwendet werden können. In der nachfolgenden Abbildung 2 aus dem Jahr 1943 ist als zentraler Stamm die Fasernutzung dargestellt. Der linke Ast zeigt Verwendungsmöglichkeiten für den holzigen Innenteil des Stängels, die Schäben. Der rechte Ast zeigt die Produkte die aus den Samen hergestellt werden können.

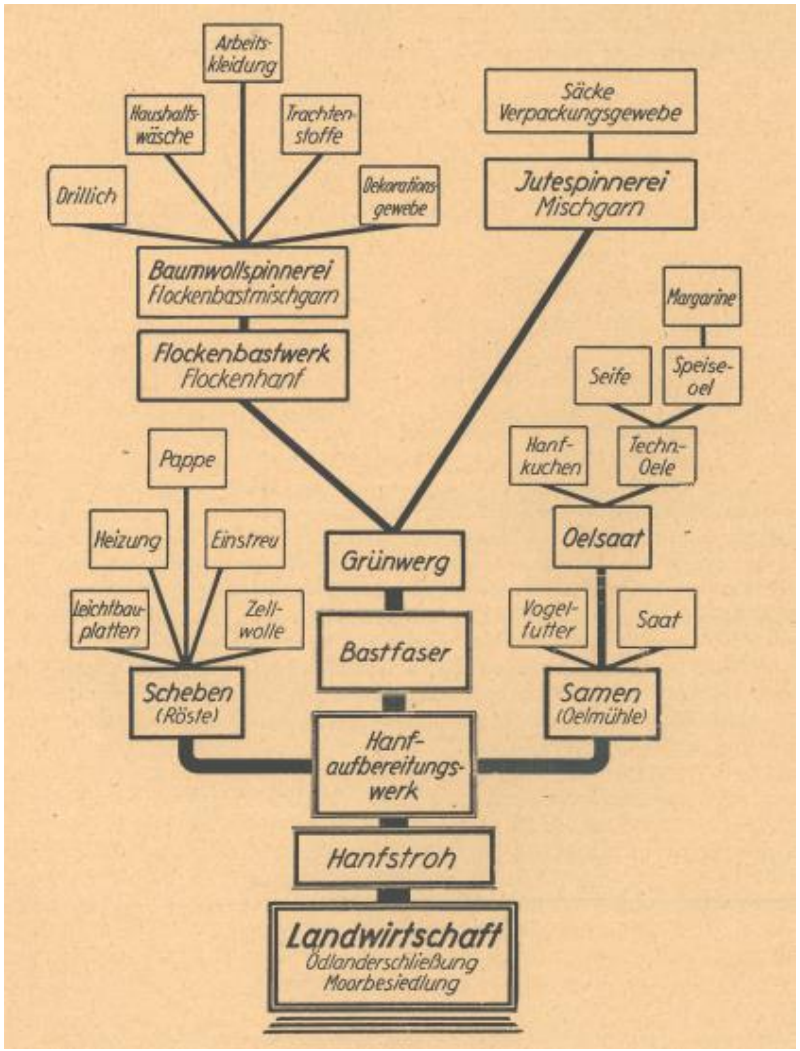


Abbildung 2: **Verwertungsstammbaum „Hanf“ [5]**

Die Darstellung zeigt in beeindruckender Weise die große Vielfalt von grundsätzlich aus Hanf herstellbaren Produkten. Jedes einzelne Produkt erfordert jedoch die entsprechenden Produktionsketten und Fachwissen.

Zusammenfassung

Der Hanfanbau in Österreich hat eine bewegte Geschichte hinter sich. Die Anbaufläche dieser interessanten Ackerkultur nimmt in den letzten Jahren wieder zu. Die Verwertungswege für die Hanfsaat und das Hanföl sind etabliert. Zum Teil werden die als Koppelprodukte anfallenden Stängel und Fasern für die Herstellung von Dämmstoffen und Akustikplatten genutzt.

Die für den Anbau benötigte Hanfsaat wird zur Gänze importiert.

Die Erntetechnik für die Hanfstängel hat noch Verbesserungspotential. Die Zerkleinerung und Einarbeitung des Hanfstrohs stellt eine Herausforderung dar.

Abstract

Hemp cultivation in Austria has had an eventful history. The area under cultivation of this arable crop has increased again in recent years. The utilization channels for hemp seeds and hemp oil are well established. Some of the stems and fibers that arise as by-products are used for the production of insulation materials and acoustic panels.

All of the hemp seeds required for cultivation are imported.

The harvesting technology for the hemp stalks still has room for improvement. The crushing of the hemp straw and incorporation in the soil is a challenge.

Literatur

Bundesanstalt für Landtechnik: Hanf-Workshop, 07.12.1994
Bundesanstalt für Landtechnik: Hanf-Workhop II, 14.12.1995
Bundesanstalt für Landtechnik, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft: Hanf-Workshop III, 24.03.1998
http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL 210910
KOCH H.: Gespinstpflanzenanbau, Reichsnährstandsverlag G.m.b.H., 1943

Adresse des Autors

HBLFA Francisco Josephinum – BLT Wieselburg, Rottenhauserstraße 1, AT-3250 Wieselburg

Ansprechpartner: HR Dipl.-Ing. Dr. Josef Rathbauer, josef.rathbauer@josephinum.at

Entwicklung von Brot mit *Cannabis sativa* als zusätzliche Proteinquelle

The development of bread with Cannabis sativa as an additional source of protein

Kathrin Gruber[1*] & Katrin Bach[2]

Föderderpreis - Beitrag siehe Seite 25

Möglichkeiten des Bio-Anbaues seltener Obstarten

Potentiality of organic cultivation of rare fruit types

Lothar Wurm*

Einleitung

Für den konventionellen Obstbau, speziell Frischmarktapfelanbau, mit Großhandelsvermarktung ohne Regionalbezug gibt es aufgrund der schwierigen Vermarktungssituation im Wesentlichen nur die Optionen die Kosten zu senken, Nischen zu suchen oder einen geordneten Ausstieg zu planen. Ein Ausbau der Direktvermarktung ist etwa im Hauptproduktionsgebiet des Apfels, der Steiermark, leichter gesagt als getan und ein geordneter Ausstieg aus der Produktion ja nicht gerade eine optimistische Zukunftsperspektive.
Wachstumspotential wurde und wird hingegen dem biologischen Steinobstanbau, Termin- und Substratkulturen bei Beerenobst, obstbaulicher Direktvermarktung, Projekten mit Handelsketten mit Regionalbezug, aber auch der Produktion seltener Obstarten bescheinigt (GATTI 2020, GOTTARDI 2020, LAFER 2021).

Wie ändern sich die natürlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für die Obstproduktion?

Folgende Effekte führen derzeit zu massivem Anpassungsbedarf der obstbaulichen Routine:
Neue, eingeschleppte Krankheiten und Schädlinge bedrohen sowohl diverse Gehölze wie z.B. der Pilz *Hymenoscyphus pseudoalbidus* die Eschen oder der Asiatische Laubholzbockkäfer *Anoplophora chinensis* bzw. *A. glabripennis* zahlreiche Waldbaumarten, als auch speziell Obstpflanzen wie der Feuerbrand *Erwinia amylovora* Birnen, Apfel und Quitte, oder die Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* praktisch alle Beerenobst-, Steinobstarten und Weintrauben (Tab. 1). Der zweite Effekt, durchaus auch in Zusammenhang mit Neobiota stehend, betrifft die zunehmenden Klimaextreme. Insbesondere die Spätfrostgefahr nimmt aufgrund des immer früheren Vegetationsbeginns deutlich zu. Dass mit sogenannten „Jahrhundertfrostschäden" bei Wein und Obst wie 2016 und anderen Schadereignissen aufgrund der Klimaveränderungen gerechnet werden muss, zeigen PRETTENTHALER und FORMAYER 2013 für Österreich und internationale Weinbaugebiete auf. Weiters sind landwirtschaftliche Böden durch Versiegelung knapper geworden und hat sich die Gesellschaft gegenüber chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen stark sensibilisiert. Die Corona-Krise könnte die Bedeutung der Versorgungssicherheit mit heimischen Obst stärker ins Bewusstsein rücken.

Tabelle 1: **Auswahl neuer Schaderreger an Obstpflanzen**

Krankheiten	z.B. Feuerbrand (*Erwina amylovora*), Scharka (*PPV*), European Stonefruit Yellows (*Candidatus Phytoplasma prunorum*), Pear decline (*Candidatus Phytoplasma pyri*), Apfeltriebsucht (*Candidatus Phytoplasma mali*), Marssonina-Blattfallkrankheit (*Marssonina coronaria*), Kastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica*), Alternaria (*Alternaria alternata*), Graufäule der Edelkastanie (*Gnomoniopsis castanea*) und viele mehr
Tierische Schaderreger	z.B. Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*), marmorierte Baumwanze (*Halyomorpha halys*), Amerikanische Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cingulata*), Walnussfruchtfliege (*Rhagoletis completa*), Edelkastanien-Gallwespe (*Dryocosmus kuriphilus*), Sanddornfruchtfliege (*Rhagoletis batava*), Maulbeerschildlaus (*Pseudaulacaspis pentagona*) und viele mehr

Bio-Anbau robuster, seltener Obstarten als sinnvolle Ergänzung zur intensiven Frischobstproduktion

Der Anbau robuster, seltener Obstarten (Tab. 2) hat in Hinblick auf medial kritisch diskutierte Themen wesentlich weniger Konfliktpotential. Meist ist unter standortgerechten Bedingungen kaum oder kein Pflanzenschutz nötig und sind somit auch keine Probleme bei Bio-Produktion und hinsichtlich Pflanzenschutzmittelrückständen, Abdrift oder Bienengefährdung zu erwarten (PIRC 2015). Da die meisten

Obstkulturen, auch Seltene, für Bienen- und Insekten eine wichtige Nahrungsquelle darstellen, und häufig auch biodiversitätssteigernde Mischkulturen mit artenreicher Wiesenunternutzung angelegt werden, kann grundsätzlich eine Bienen- und Insektenförderung ins Treffen geführt werden. Unbestritten ist auch der hohe Gesundheitswert von Obst, wobei Produkte aus seltenen Obstarten wie Aronia meist besonders hohe Werte gesundheitsrelevanter Inhaltsstoffe wie antioxidative Naturphenole, Stichwort „superfood", enthalten (PATZL-FISCHERLEITNER et al. 2017). Vorteilhaft ist weiters die Möglichkeit auch Früchte mit verkorkten Schalenfehlern zu vermarkten, da diese bei Verarbeitung meist nicht qualitätsmindernd sind. Last but not least ist eine Vermarktung als regionale Spezialität möglich.
Aber auch Nachteile und Risiken sind beim Anbau robuster, seltener Obstarten zu beachten: Die für den Frischmarkt notwendige äußere Fruchtqualität und regelmäßige Erträge sind kaum erzielbar, das Ertragsniveau liegt deutlich unter dem des Intensivanbaues und das Vollertragspotential wird bei Baumobstarten meist erst nach 10 bis 20 Jahren erreicht. Die Produkte aus seltenen Obstarten sind wenig bekannt. Es muss also ein hoher Marketing- und Direktverkaufsaufwand betrieben werden. Oft werden Billigimporte in Österreich verarbeitet und als „österreichisches" Produkt vermarktet, eine Situation, die durch strengere Herkunftsbezeichnungen verbessert werden soll. Projekte mit Regionalbezug über den Großhandel müssen erst initiiert werden. Ein Verkauf an größere Verarbeiter, etwa an regionale Molkereien für Fruchtzubereitungen in Milchprodukten, scheitert bei Früchten seltener Obstarten oft an den zu liefernden Mindestmengen. Frischobstvermarktung von Früchten aus Streuobstanbau und seltener Obstarten ist eher die Ausnahme und bei einigen Obstarten gar nicht möglich, sodass bisher rein auf Frischmarktproduktion ausgerichtete Betriebe entweder eine eigene Verarbeitungsschiene aufbauen oder die Früchte im Lohnverfahren, etwa bei Nektarproduktion sinnvoll, verarbeiten lassen müssen. Außerdem ist Pflanzmaterial seltener Obstarten häufig teuer und qualitativ minderwertig und die Bestandessicherheit etwa bei Edelkastanien durch den schwer bekämpfbaren Kastanienrindenkrebs bedroht (LAFER 2019). Generell ist schwer abschätzbar, ob nicht in Zukunft durch eingeschleppte Krankheiten, starker Ausweitung des Anbaus als Monokultur oder spezifische Standortfaktoren (zunehmende Gefährdung durch Schadpilze auf feuchten Standorten) die Robustheit der Pflanzen leiden könnte. Auch wenn die unmittelbar obstbauliche Bedeutung der Österreichischen „Genussregionen" mit Bezug zu seltenen Obstarten wie der Pielachtaler Dirndl, der Wiesenwienerwald Elsbeere, der Wagramer Nuss, der Dunkelsteiner Hagebutte, der Waldviertler Kriecherl, der Pöllauer Hirschbirne oder der Mittelburgenländischen Kaesten und Nuss gering bis marginal einzustufen ist, sind sie jedenfalls ein Zeichen für den Versuch regionale Spezialitäten zu vermarkten und können für eine Region eine über den unmittelbaren obstbaulichen Nutzen hinausragende Bedeutung als Markenzeichen erlangen.

Tabelle 2: **Auswahl robuster, seltener Obstarten für pflanzenschutzextensiven Bioanbau**

	Höhere Wärmeansprüche	**Geringe Wärmeansprüche**
Geringes Risiko für bestandsrelevante Winterfrostschäden	Quitte (*Cydonia oblonga*), Mispel (*Mespilus germanica*), Elsbeere (*Sorbus torminalis*), Speierling (*Sorbus domestica*), Pawpaw (*Asimina triloba*), Walnuss (*Juglans regia*), Edelkastanie (*Castanea sativa*), Mandel (*Prunus dulcis*), Haselnuss (*Corylus avellana*), Pavie-/Weingartenpfirsiche (Sortengruppen von *Prunus persica*), Kiwibeeren (*Actinidia arguta*)*,…	Apfelbeere (*Aronia melanocarpa*), Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*), Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*), Kornelkirsche (*Cornus mas*), Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) , Hagebutte (*Rosa canina*) , Sauerdorn (*Berberis vulgaris*), Primitivpflaumen (Kriecherl, u.a.; Subspecies bzw. Varietäten von *Prunus domestica*),…
Hohes Risiko für bestandesrelevante Winterfrostschäden	Oliven (*Olea europaea*), Feigen (*Ficus carica*), Kiwis (*Actinidia deliciosa*),…	

Zusammenfassung

Der integriert-nachhaltige, frischmarktorientierte Obstbau in Österreich und den benachbarten Ländern ist durch eine teils schwierige Vermarktungssituation gekennzeichnet. In letzter Zeit haben der Krankheits- und Schädlingsdruck zugenommen, ist es vermehrt zu Witterungs-, besonders Frostschäden, gekommen, sind landwirtschaftliche Böden knapper geworden und hat sich die Gesellschaft gegenüber chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen stark sensibilisiert. Die Corona-Krise könnte die Bedeutung der Versorgungssicherheit mit heimischem Obst stärker ins Bewusstsein rücken. Mit dem Anbau robuster seltener Obstarten können mit wenig Aufwand regional und biologisch erzeugte, gesunde, bienenfördernde Spezialitäten angeboten werden, wobei unter anderem in Hinblick auf die Vermarktung solcher Produkte einige Unsicherheiten bestehen. In dieser Situation nicht nur mit seltenen Obstarten die vorhandene Direktvermarktung auszubauen und Projekte mit Regionalbezug in Kooperation mit dem Handel zu entwickeln, könnte eine Chance für die heimische Obstproduktion darstellen.

Abstract

Integrated, sustainable, fresh market-oriented fruit growing in Austria and neighbouring countries is characterised by a difficult marketing situation, at times. Recently, disease and pest pressure have increased, there has been more weather damage, especially due to frost, agricultural soils have become scarcer and society has become more sensitive to chemical plant protection measures. The Corona crisis could raise awareness of the importance of supply security regarding domestic fruit. With the cultivation of robust rare fruit species, regionally and organically produced, healthy, bee-promoting specialities can be offered with little effort, although there are some uncertainties with regard to the marketing of such products, among other things. In this situation, the expansion of already existing direct marketing measures, not just for rare fruit varieties, and the development of projects with a regional focus, in cooperation with trade, could present an opportunity for domestic fruit production.

Literatur

GATTI, G. 2020: Die Haselnuss- aktueller Stand, Anbau und Aussichten. Obstbau Weinbau 2: 5-9

GOTTARDI, S. 2020: Aktueller Stand des Bio-Anbaus in Südtirol. Obstbau Weinbau 10: 19-22

LAFER, G. 2021: Substratanbau von Herbsthimbeeren. Besseres Obst 1: 22-25

LAFER, G. 2019: Erste Erfahrungen mit professionellem Edelkastanienanbau. Besseres Obst 9-10: 28-29

PATZL-FISCHERLEITNER, E., WENDELIN, S., KORNTHEURER, K. 2017: Gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe der Aronia melanocarpa. 72. ALVA-Tagung. Tagungsband: 271 -273. [Zugriff am 17.06.2021].Verfügbar unter: https://www.alva.at/images/Publikationen/Tagungsband/Tagungsband_2017.pdf

PIRC, H., 2015: Enzyklopädie der Wildobst- und seltenen Obstarten. 1. Auflage. Graz: Leopold Stocker Verlag. ISBN 978-3-7020-1515-2

PRETTENTHALER und FORMAYER 2013: Studien zum Klimawandel in Österreich. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften A-1011 Wien

Adresse des Autors

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, 3400 Klosterneuburg Wienerstraße 74

*Ansprechpartner: Dr. Lothar Wurm, lothar.wurm@weinobst.at

Möglichkeiten der Substrat- und Terminkulturen bei Beerenobst

Possibilities of growing soft fruits as substrate and terminated cultures

Maximilian Ruhdorfer

Einleitung

Der Trend von geschützten Anbauverfahren für die Produktion von Beerenobst ist seit Jahren mehr und mehr im Kommen. Beerenobst wird bei den Konsumenten immer beliebter und die Bereitschaft höhere Preise im Vergleich zu etwa Kernobst zu zahlen, veranlasst viele Obstproduzenten auf Beerenobstanbau umzusteigen. Angesichts der sich ändernden klimatischen Verhältnisse und vielerlei Schaderregerzunahme, bietet der sogenannte geschützte Anbau vielerlei Vorteile (aber auch Nachteile) im Vergleich zum Freilandanbau. Dieser ist bei Himbeeren und Erdbeeren seit vielen Jahren rückläufig. Mittels geschützten Anbaumethoden lassen sich etwa Erträge steigern und witterungsbedingte Ertragsausfälle minimieren und der Angebotszeitraum vergrößern. In diesem Beitrag soll ein allgemeiner Überblick über die Möglichkeiten von Substrat- und Terminkulturen gegeben werden, welche üblichen Anbausysteme es gibt, und wie der praktische Betrieb solcher Anlagen funktioniert.

Anbauweisen von Beerenobstarten als Substratkulturen

Tabelle 1: **Überblick an Anbausystemen**

Anbausystem	Mögliche Obstarten	Vorteile	Nachteile
Folienüberdachung	Heidelbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren, Stachelbeeren	Günstige Variante im geschützten Bereich. Schutz vor Hagel, Sonnenbrand, Regen; damit bessere Fruchtqualitäten als im Freiland	Keine Terminierung des Erntetermins möglich
Stellagen mit Regenkappe	Erdbeeren	Angenehme Arbeitshöhe, dadurch höhere Pflückleistungen. Wesentlich günstiger in der Errichtung als ein Folientunnel	Spezielles System nur für Erdbeeren Keine Verfrühung des Erntetermins
Folientunnel	Beinahe alle Beerenobstarten; vor allem Himbeeren, Erdbeeren, Heidelbeeren	Verfrühung/Verspätung bzw. gute Planung des Erntetermins, hohe und bessere Erträge, weniger Probleme mit bodenbürtigen Pilzen (Phytophthora) und Botrytis, höhere Preise durch verfrühte Ernte	Dauernde Überwachung der Fertigation und der Belüftung der Kultur erforderlich damit Ernterisiko wenn Technik versagt, höhere Produktionskosten, eingeschränkte Möglichkeiten im Pflanzenschutz, zum Teil mehr Schaderreger durch gesteuertes Klima im Tunnel.

Aufgrund vieler verschiedener Anbieter von Systemen für geschützten Anbau von Beerenobst, sind unterschiedlichste Varianten und Ausführungen in der Gestaltung von Anlagen möglich, je nach Kultur, Grad der Technisierung und Intensivierung der Kulturführung (Linnemannstöns L., 2019; Krieghoff G., 2011). Dadurch ist eine große Bandbreite an Kosten zur Errichtung solcher Anlagen gegeben, weshalb eine gute Planung unbedingt zu empfehlen ist (Herm U., 2019). So wie aus anderen Kulturen bekannt gibt es genauso beim Beerenobst die Möglichkeit einer Überdachung der Kultur mittels Folie oder Netzen gegen Hagel, Sonnenbrand oder Regen. Dabei gibt es Ausführungen, die die gesamten Anlagen überdachen, oder nur einzelne Reihen für sich. Meist wachsen solche Kulturen im Boden, und eine Verfrühung oder Verspätung der Kulturführung und damit des Erntetermines ist nicht möglich, weshalb

hier nicht näher darauf eingegangen wird. Die wichtigsten Obstarten im geschützten Anbau sind vor allem Erdbeeren, Himbeeren, und Heidelbeeren. Daneben können auch Brombeeren, Johannisbeeren (Ribisel), Stachelbeeren, aber auch bei uns seltene Obstarten wie Haskap (Lafer G., 2019)., Felsenbirne, Feigen und Sanddorn im geschützten Bereich kultiviert werden.

Folientunnel

Folientunnel gibt es in leichteren Bauweisen als sogenannte „Wandertunnel", die relativ schnell auf- und abzubauen sind, für andere Kulturen genutzt werden können, jedoch nicht schneestabil und für windexponierte Lagen nicht geeignet sind. In der Regel werden Folientunnel stationär gebaut, die Folie bleibt meist ganzjährig am Tunnel. Neben einschiffigen Tunneln, gibt es auch mehrschiffige Tunnel, d.h. mehrere Tunnel stehen nebeneinander und sind miteinander verbunden. Die Wahl der Folie hängt vom geplanten Erntetermin der Kultur ab, weshalb man zwischen kühlenden, verfrühenden bzw. schattierenden Folien unterscheidet, je nach Lichtdurchlässigkeit. Die Lüftung eines Tunnels muss regelmäßig erfolgen, insbesondere im Sommer (täglich). Um diesen Arbeitsaufwand zu reduzieren werden moderne Tunnel oft mit einer automatisierten Belüftungssteuerung ausgestattet, d.h. eine seitliche Lüftung bzw. Giebellüftung erfolgt motorisiert, gesteuert über beispielsweise Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Windsensoren.

Die Anbaumöglichkeiten im Tunnel sind vielfältig je nach Kultur und Zielsetzung:

Erdbeeren können zur Verfrühung etwa auf einem Substratdamm (ähnlich Spargelanbau) in Substratkisten, Substratrinnen oder in Foliensäcke gesetzt werden. Zur einfacheren Ernte können Substratrinnen von oben am Tunnel aufgehängt werden, was die Ernteleistung deutlich erhöht, jedoch einen Verfrühungseffekt wegnimmt. Die Pflückhöhe liegt hier bei etwa 1,1-1,2 m. Üblich sind auch sogenannte Stellagen, bei denen die Steher im Boden verankert werden auf denen Substratrinnen angebracht werden, in die Substratkisten oder Foliensäcke gestellt werden. Die Pflanzdichte bei Erdbeeren beträgt üblicherweise etwa 6-12 Pflanzen/m.

Himbeeren werden im Tunnel üblicherweise in 7-10 Liter Töpfen gesetzt und an einem Unterstützungsgerüst gezogen. Im geschützten Anbau werden meist „long canes", zweijährige überwinterte Pflanzen, herangezogen, da diese Art des Pflanzmaterials das höchste Ertragspotential bietet. Durch eine gestaffelte Auspflanzung ab Februar kann außerdem eine kontinuierliche Ernte erzielt werden. Das Pflanzmaterial wird in der Regel nur für eine Ernte verwendet, da im Folgejahr die Erträge abnehmen. Herbsthimbeeren können über den Winter im Tunnel stehen gelassen werden und im Frühjahr ein weiteres mal beerntet werden, bevor neue Sommerhimbeeren in den Tunnel gestellt werden. Heidelbeeren und Johannisbeeren können im Boden im Damm gepflanzt werden. Bei Heidelbeeren ist eine Anreicherung mit Torf/Erde erforderlich, um einen niedrigeren pH-Wert des Bodens zu erzielen. Im Tunnel (und auch Freiland) ist es üblich die Heidelbeeren in Containern (größere Töpfe mit ca. 50 Liter Volumen) zu ziehen, die Pflanzen werden über mehrere Jahre genutzt.

Stellagen mit Regenkappen:

Ein System für Erdbeeren, das weniger witterungsgeschützt ist als ein Folientunnel, stellen Stellagen mit sogenannten Regenkappen dar. Die Stellagen stellen eine Art Rinne dar und stehen im Freiland, die einzelnen Reihen sind mit einer Folie überspannt, womit die Pflanzen vor Regen geschützt sind. Auf die Stellagen werden Substratbehälter gestellt, und wird am Ende der Stellage gesammelt. Mittels einer Schnur und einem Trossband in einigen Zentimetern Abstand von den Substratbehältern werden Blätter und Blütenstände der Erdbeeren gestützt, wodurch das Mikroklima verbessert wird. Als nachteilig kann sich an windigen Standorten erweisen, dass Regen seitlich trotzdem die Beeren treffen kann. Die Ernte im Frühjahr ist bei Erdbeeren auf Stellagen immer um einige Tage später, als bei einem Anbau im Damm.

Substrate und ihre Eigenschaften

Die Eigenschaften von Substraten sind von einer Reihe an Faktoren abhängig. Man unterscheidet chemische Eigenschaften (pH-Wert, EC-Wert, Nährstoffgehalte), biologische Eigenschaften (frei von Unkrautsamen, Krankheitserregern, oder Rückständen von Pflanzenschutzmitteln), physikalischen Eigenschaften (Struktur, Luft- und Wasserhaushalt), und schließlich noch ökonomischen Faktoren wie Preis und Verfügbarkeit. Je nach Kulturverfahren und Ansprüche der Pflanzen, aber auch Erfahrung des Anbauers sollte überlegt werden, auf welches Substrat bzw. Substratmischung gesetzt wird. Die wichtigsten Ausgangsstoffe im Substratanbau sind Kokosfaser (Kokosmark), Perlite, und Torfe. Problematisch in diesem Zusammenhang ist, dass die Ausgangsstoffe aus dem Ausland stammen (Torfe aus dem baltischen Raum, Kokos aus südostasiatischen Ländern), also einen Rohstoffverbrauch verursachen, und

eine Wiederverwendung von Substraten schwierig ist, etwa durch Versalzung und/oder Krankheitserreger, die sich während der Kulturführung angesammelt haben. Aus Kostengründen können im Erdbeer- und Himbeeranbau reine Kokos oder Torfsubstrate genutzt werden. Kokossubstrate sind relativ kostengünstig, weisen allerdings ein geringes Speichervermögen von Wasser und Nährstoffen auf, weshalb besonders genau fertigiert werden muss. Mischungen von Kokos, Weißtorf und Perlit sind für den Einstieg eher zu empfehlen.

Bewässerungstechnik von Substratkulturen

Die optimale Bewässerung der Beerenobstkulturen ist entscheidend für einen wirtschaftlichen Erfolg, da die Pflanzen nur gedeihen können, wenn sie optimal mit Nährstoffen versorgt werden. Abhängig vom vorhandenen Gießwasser muss die Düngung mit entsprechenden Nährstoffen erfolgen. Auf Basis einer Wasseranalyse können die notwendigen Nährstoffe nach üblichen Standards errechnet werden. Im größeren betrieblichen Maßstab sind Einzelnährstoff-Düngung üblich. Damit kann die Kultur optimal je nach Entwicklungszustand gedüngt werden. Einfacher in der Handhabung aber auch teurer sind Volldünger. Sie können nach standardisierten Rezepten gedüngt werden und erfordern nur wenig Anpassung über die Vegetationsperiode. Die Düngerstammlösungen werden meist über Proportionaldosierer in das Gießwasser eingespeist. Üblicherweise werden an der Pflanze Einzeltropfer verwendet, diese weisen einen fixen Wasserdurchfluss pro Stunde auf. So kann die Wassermenge exakt eingestellt werden. Die Kontrolle der Fertigation erfolgt u.a. über das sogenannte Dränwasser, jenes Wasser das die Pflanzen nicht aufnehmen und aus den Töpfen rinnt, und aufgesammelt wird. Über Werte wie pH-Wert, dem EC-Wert (elektrische Leitfähigkeit), AM-Wert (Aktivitätsmessung des Substrates, bezieht sich auf den Salzgehalt im Substrat) kann Rückschluss auf die Versorgung der Pflanzen getroffen werden, und die Düngung adapiert werden.

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird ein Überblick über geschützten Anbau von Beerenobst als Substratkulturen. Aktuell gibt es bereits viele Verfahren zum geschützten Anbau wie Folientunnel und andere Überdachungen zur Erzielung besserer Fruchtqualitäten oder einer verfrühten oder verspäteten Ernte. Der Anbau solcher Kulturen bietet diverse Vor- und Nachteile im Vergleich zum Anbau im Freiland. Zudem gibt es verschiedenste Arten von Substraten und Düngern, aber auch spezielle Sorten. Die Bewässerung bzw. Düngung ist ein weiterer wichtiger Punkt zum erfolgreichen Anbau solcher Kulturen. All diese wesentlichen Aspekte werden in diesem Beitrag erläutert.

Abstract

In this article an overview of growing berry fruits as substrate cultures is given. There are many possibilities in protected growing such as greenhouse tunnels or other coverings of the cultures to gain better qualities or to have earlier or later harvest. Many different possibilities of tunnels and other fruit protections are on the market depending on fruit varieties and customers needs. Each growing system has its advantages and disadvantages and special requirements compared to growing on the field. There are many different substrates and fertilizers on the market and new upcoming selections for this kind of fruit growing. Watering and fertilization is another important thing for succeeding in substrate cultures. All this aspects are presented in this article.

Literatur

Herm, U. 2019: Strauchbeeren im Substrat: Komplexes Verfahren verlangt eine gründliche Planung. Besseres Obst 09-10/2019, 15-18

Krieghoff G. 2011: Himbeeranbau im Foliengewächshaus. Schriftenreihe des LfULG, Heft 21/2011.

Lafer G. 2019: Erste Anbauerfahrungen mit Haskap in Silberberg, Teil 1: Sortenvielfalt sucht Standorteignung. Besseres Obst 12/2019, 9-11.

Linnemannstöns, L. 2019: Wandertunnel, Regenkappen oder Foliengewächshaus. Welches Verfahren eignet sich für Erdbeeren unter Folie am besten? Besseres Obst 2/2019, 22-25.

Adresse des Autors

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

Generative, vegetative Leistung und Kräuselkrankheitsanfälligkeit von Pavie-Pfirsichsorten unter Bio-Produktionsbedingungen

Generative, vegetative rating and susceptibility to Taphrina deformans of Pavie peach varieties under organic production conditions.

Lothar Wurm *

Einleitung

Zwar ist die Bedeutung des Biologischen Steinobstanbaues in Österreich mit einem Flächenanteil von nur rund 10% noch gering, der starke Anstieg der Bioobstbauflächen insgesamt auf über 30% zeigt allerdings ein noch brachliegendes Potential zur Ausweitung auf (STATISTIK AUSTRIA 2017). Besonders Pfirsich bietet sich für Bio-Produktion an, da sich neben der Frischfrucht auch Verarbeitungsprodukte wie Pfirsichnektar gut vermarkten lassen. Die sogenannten Pavie-Pfirsiche werden in erster Linie deshalb auch als Nektarpfirsiche bezeichnet, da sie nicht oder nicht gut vom Stein lösen, die rote „Backe“ weniger stark ausgeprägt ist und eine etwas stärkere Behaarung als bei Neuzüchtungen für den Frischmarkt vorhanden ist (STEINBAUER 2014). Wer mit diesen für den Frischmarkt wesentlichen Eigenschaften kein Problem hat und mehr Wert auf guten Geschmack legt, wird diese gelbfleischigen Sorten auch frisch schätzen. In anderen Regionen werden sie nicht nur für Nektarproduktion verwendet, sondern auch frisch als regionale Spezialität auf Wochenmärkten gehandelt oder als Kompottpfirsich, im industriellen Maßstab als Konservenpfirsich, eingekocht. Pavies wird nachgesagt, dass sie robuster gegenüber Kräuselkrankheit und Frost seien. Neben Bio-Versuchen bei anderen Steinobstarten wurde daher am Versuchsgut Haschhof auch ein Pavie-Pfirsichsortiment 2013 gepflanzt, um diese Sorten unter Biobedingungen zu testen.

Material und Methoden

Im Frühjahr 2013 wurden die Sorten Silos (Reifebeginn am Versuchsstandort ca. ab Mitte Juli), Federica (ab Mitte Juli), Yuso (ab Ende Juli), Romea (ab Ende Juli), Babygold 6 (ab Mitte August), Carsson (ab Mitte August), Andross (ab Ende August), Jungerman (ab Anfang September) und Babygold 9 (ab Anf. bis Mitte September) auf der Unterlage GF 677 am Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau ausgepflanzt und als Spindel im Pflanzsystem 4,5 x 2,3m erzogen. Die Bäume wurden jedes Jahr kräftig geschnitten, überzählige Früchte ausgedünnt und ab 2016 entsprechend den Richtlinien für Biologischen Anbau gepflegt. Die Pflanzenschutzbehandlungen wurden extensiv durchgeführt, beginnend mit ein bis zwei Behandlungen mit einem Kupferpräparat (Kupferoxichlorid) zum Knospenschwellen gegen Kräuselkrankheit. Gegen Frostspanner wurde zwei bis dreimal XenTari (Bacillus thuringiensis), gegen Frostspanner und Blattläuse einmal Neem Azal T/S (Azadirachtin), eingesetzt. Die Rüsselkäferpopulation wurde mit Piretro Verde (Pyrethrine; Notfallzulassung Art. 53) dezimiert. Mittels mehrmaliger Curatiobehandlungen (Schwefelkalkbrühe) in ca. 10-tägigem Abstand wurde Schrotschuss- und Bakterienbrandinfektionen vorgebeugt. Mit Hefe-Antagonistenpräparaten wurde in einigen Versuchsjahren zur Reife hin versucht Fruchtfäulnis einzudämmen. Nach der Blüte wurde der Kräuselkrankheitsbefall festgestellt, zur Reife (gelbe Grundfarbe der Schale) wurden bei jedem Erntedurchgang die Früchte gezählt und abgewogen. In einigen Versuchsjahren wurden die Früchte des ersten Erntedurchganges auf Fäulnis hin untersucht. Der erste Fruchtertrag 2015 wurde zu sortenreinen Nektaren verarbeitet und diese analytisch und sensorisch geprüft (STAPLES et al. 2017)

Ergebnisse und Diskussion

Im dritten Standjahr 2015 fruchteten bereits alle Sorten zwischen 4 bis 10 kg pro Baum (Abb.1). Die signifikant höchsten, kumulierten Erträge brachten Andross, Federica und Romea, die signifikant geringsten Babygold 9, Silos, Carson und Jungerman. Die geringen Erträge 2019 von Babygold 9, Jungerman, Carson und Babygold 6 im Vergleich zu den früheren Sorten sind zum Teil auf vorzeitigen Fruchtfall von Faulfrüchten zurückzuführen. Hauptursache der Fäulnis war Ohrwurmfraß. Alle Sorten dürften auch spätfrosttolerant und damit ertragssicher sein, da während des Versuchszeitraumes keine Schäden

auftraten. Selbst die starken Fröste Ende März und Anfang April 20, die frühe Marillensorten am Versuchsstandort stark schädigten, führten zu keinerlei Blütenfrostschaden.
Die spezifische Fruchtbarkeit, also der kumulierte Ertrag von 2015 bis 2019 pro Baum bezogen auf die Stammquerschnittsfläche als Maß für die Wuchskraft, ist umso höher je höher die Erntemengen und je geringer die Wuchskraft. Da Romea sehr gut fruchtete und den schwächsten Wuchs aller Sorten aufwies, sticht diese Sorte in dieser Hinsicht besonders positiv hervor. Allerdings ist Romea trotzdem mit Vorsicht zu genießen, da mit 40% die höchste Baumausfallsrate aller Sorten auftrat. Möglicherweise ist der schwache Wuchs auch auf eine verzögerte Unverträglichkeit zurückzuführen und sollte Romea auf sauren Böden mit Pfirsichunterlagen getestet werden. Im Gegensatz dazu fruchtete Babygold 9 schwach, zeigte aber den stärksten Wuchs und schnitt daher in punkto spezifische Fruchtbarkeit am signifikant schwächsten ab.
Das durchschnittliche Fruchtgewicht ist neben der Sorte auch stark vom Fruchtansatz, der Pflege und der Witterung eines Jahres abhängig. Unter Berücksichtigung aller dieser Faktoren ist Babygold 9, Jungerman und Andross als vergleichsweise großfruchtig, Romea, Yuso und Silos als eher kleinfruchtig einzustufen.
Kräuselkrankheit (Taphrina deformans) ist trotz extensiver Bekämpfung bei den Pavies gut in den Griff zu bekommen. Die Kupferbehandlungen konnten zwar in keinem der Versuchsjahre Kräuselkrankheitsbefall völlig verhindern, die Infektionen beeinflussten aber den Fruchtansatz kaum. Bei Pavies sind Blüten und junge Früchte kaum betroffen und es sterben nicht, wie bei anfälligen Pfirsich- oder Nektarinensorten, alle Blätter einer befallenen Holzknospe ab, sondern nur Einzelne, sodass trotz scheinbar hohen Befalls nur eine blattausdünnende Wirkung eintritt. Somit bestätigten die Nektarpfirsiche in Hinblick auf Kräuselkrankheit ihre Robustheit und Eignung für Bio-Anbau. Fäulnis spielte trotz andauernder Niederschläge 2016 kaum eine Rolle, 2018 hingegen kam es nach Hagelschäden schon zu beträchtlichen Verlusten (Abb.2). Neben Sortenempfindlichkeit oder der Witterung vor der Reife sind auch Verletzungen durch Hagel oder Fraßstellen, etwa durch Ohrwürmer 2019, als Eintrittspforten für Monilia und andere Fäulniserreger gerade bei Bio-Pflanzenschutz entscheidend für das Ausmaß an Fäulnisverlusten.

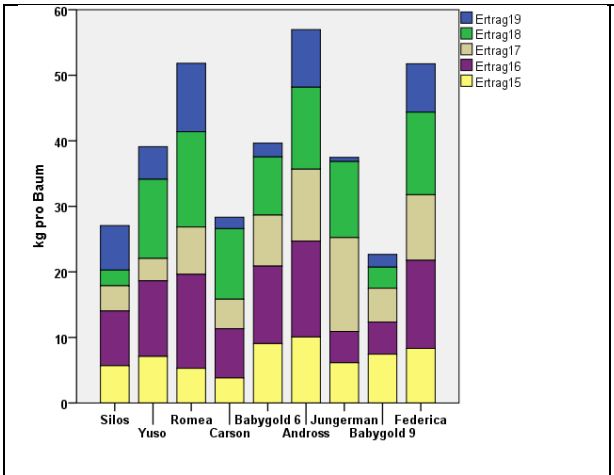


Abbildung 1: **Erträge der Versuchssorten pro Baum in kg von 2015 bis 2019**

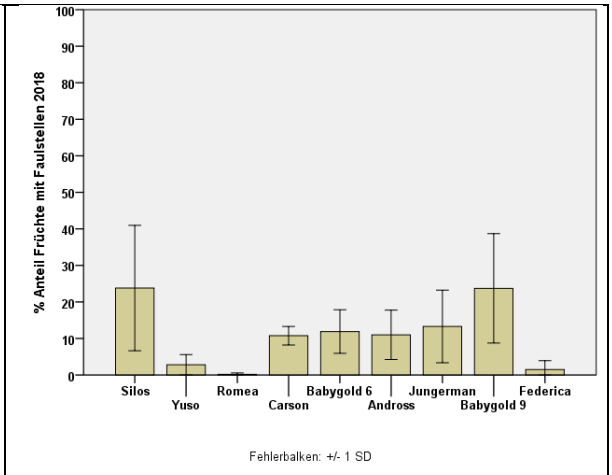


Abbildung 2: **% Anteil Früchte mit Faulstellen der Versuchssorten des ersten Erntedurchganges 2018**

Zusammenfassung

Am Versuchsstandort Haschhof wurden Pavie-Pfirsichsorten unter Bio-Anbaubedingungen getestet. Die Sorten Federica und Andross haben sich am Besten bewährt. Sie fruchten hoch und regelmäßig, sind robust, bringen eine gute Fruchtqualität und zeigten keine Baumausfälle. Federica reift am Versuchsstandort früh ca. ab Mitte Juli, Andross ab Ende August. Pavie-Pfirsichsorten sind auch unter Bio-Produktionsbedingungen relativ robust gegenüber *Taphrina deformans* Infektionen, anderen Krankheiten und Spätfrost. Fruchtfäulnis kann in feuchten Jahren, nach Hagel oder starken Insektenfraßschäden zu einem Problem werden.

Abstract

At the Haschhof test site, pavie peach varieties were tested under organic growing conditions. The varieties Federica and Andross have proven to be the best. They have high and regular fruit, are resilient, produce good fruit quality and have not lost any trees. Federica ripens early, at the test site from around mid-July, Andross from the end of August. Pavie peach varieties are relatively resistant against *Taphrina deformans* infections, other diseases and late frost, even under organic production conditions. Fruitrot can be a problem in wet years, after hail or severe insect damage.

Literatur

STAPLES, M., WURM, L, und GÖSSINGER, M. 2017: Eignung von ausgewählten Clingstone-Pfirsichsorten für die Nektarproduktion im Vergleich zu Redhaven. Mitteilungen Klosterneuburg 67(2017): 229-244

STATISTIK AUSTRIA, 2017. Erhebung der Erwerbsobstanlagen 2017. Wien, Bundesanstalt Statistik [Zugriff am 04.06.2021]. Verfügbar unter: https://www.statistik.at/web_de/services/publikationen/8/index.html?includePage=detailedView&sectionName=Land-+und+Forstwirtschaft&pubId=367

STEINBAUER, L., 2014: Pfirsichsortenversuch. Haidegger Perspektiven, Ausgabe 2, S. 12-13

Adresse des Autors

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, 3400 Klosterneuburg Wienerstraße 74

*Ansprechpartner: Dr. Lothar Wurm, lothar.wurm@weinobst.at

Spätfrostempfindlichkeit neuer und alter Marillensorten

Frostsensitivity of new and old apricot varieties

Lothar Wurm*, Monika Riedle-Bauer & Manfred Kickenweiz

Einleitung

Die Auswirkungen des Klimawandels bzw. zunehmender Klimaextreme werden auch für die Obstproduktion immer deutlicher spürbar. Global betrachtet bestehen für die Erzeugung von Früchten mehrjähriger Pflanzen zwei unterschiedliche Problembereiche:
In winterwarmen Anbaugebieten, etwa in Brasilien, Australien oder Neuseeland, führen die steigenden Temperaturen zu einem Verlust an winterlichem Kältereiz (Chilling). Kann die Winterruhe (Dormanz) nicht regulär durchlaufen werden, verläuft die Blütenbildung nicht mehr synchron und kommt es letztlich zu massiven Fruchtqualitätsverlusten (Blanke 2015, Blanke 2017, Lempe 2020).
In den Anbaugebieten Europas sind zwar auch eine deutliche Klimaerwärmung und wärmere Winter spürbar, der winterliche Kältereiz reicht aber zumindest in Mitteleuropa für eine einheitliche Blüten- und Fruchtentwicklung noch aus. Aufgrund des immer früherenVegetationsbeginns nimmt allerdings die Spätfrostgefahr deutlich zu.
Auch 2020 hatte der österreichische Obstbau mit Spätfrosten zu kämpfen. Wie auch in vielen anderen Regionen gab es in den letzten 10 Jahren bereits drei Spätfrostereignisse, 2012 mit dem „spätesten" Spätfrost am 18.5, 2016 und 2017 mit zum Teil verheerenden Schäden. Aufgrund des Trends hin zu einem immer früheren Vegetationsbeginn rechnen Klimaexperten auch weiterhin mit einem zunehmenden Spätfrostrisiko.

Situation am Versuchsgut Haschhof im März 2020 und Durchführung der Bonitur

Erschwert durch den „lock down" aufgrund von „Corona" versuchte man an der HBLA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg dennoch die wahrscheinlichen Schäden des Mitte März prognostizierten Kaltlufteinbruchs zu erheben. Tatsächlich sanken die Temperaturen bereits am Abend des 22.3 unter Null °C. Diese erste Windfrostperiode mit einer tiefsten Temperatur von -5,6°C (Laird Sensor ist ein RF Typus mit 915 MHZ Frequenzbereich und das System arbeitet auf Bluetooth v4.2 mit LoRa WAN Technologie, Übertragung LoRa Wan) dauerte bis zum 26.3. Die Marillensorten waren zu diesem Zeitpunkt zwischen Vollblüte bis Blühende oder Stadium junge Frucht. Die Hauptbonitur des Marillensortiments wurde nach der letzten Frostnacht dieser Periode durchgeführt. Dazu wurden von drei Bäumen je drei Kurztriebe, bei ausgewählten Sorten auch wesentlich mehr Triebe, sowie ein Langtrieb (Quartier 081 „neue Marillensorten") abgeschnitten, die Blüten bzw. jungen Früchte gezählt und der Fruchtknoten auf Schädigung hin überprüft.
Bei der anschließenden Strahlungsfrostperiode von 31.3 bis 2.4 (jetzt waren alle Sorten abgeblüht, mit einem Temperaturminimum von -3,7°C am 1.4) wurde anschließend nur mehr bei ausgewählten Sorten die Anzahl an geschädigten und noch intakten Fruchtknoten bestimmt, wobei zu dieser Auszählung bereits zahlreiche geschädigte Blüten abgefallen waren. An anderen Standorten im niederösterreichischen Weinviertel, sank die Temperatur während dieser zweiten Strahlungsfrostperiode auf bis zu -10°C und führte auf Standorten ohne Frostschutzmaßnahmen bei vielen Sorten zu einem Totalausfall.

Ergebnisse der ersten Bonitur

Im Quartier 122 waren die Fruchtknoten der Frühsorten bei fast 100% der ausgezählten Blüten geschädigt, während einige Sorten wie Wahre Ananas, Rotmaler oder Schöllschitzer weniger als 20% geschädigte Blüten aufwiesen. Die Vergleichssorten in diesem Quartier sind Klosterneuburger (33% geschädigte Blüten) und Ungarische Beste (83% geschädigte Blüten), wobei aufgrund der starken Streuung der Einzelwerte Werte zwischen 11 bis 69% sich nicht signifikant unterscheiden (Tab.1).

Tabelle 1: **Anzahl geschädigter Fruchtknoten am Kurztrieb in % im Quartier 122 und 081 zur ersten Bonitur** (Werte einer Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

Quartier 122		Quartier 081	
Wahre Ananas	11,0 a	Aprisweet	7,0 a
Rotmaler	17,0 ab	Apriqueen	9,0 a
Schöllschitzer	19,0 ab	Apridelice	10,0 ab
Feldsberger	23,0 abc	Koolgat	12,0 ab
Luizets	25,0 abcd	Sandy Cot	18,0 abc
Königsmarille	30,0 abcde	Pricia	25,0 abcd
Holländische	31,0 abcdef	Congat	29,0 abcde
Wachauer Marille	33,0 abcdef	Bergeval	30,0 abcde
Klosterneuburger	33,0 abcdef	Playa Cot	34,0 abcdef
Kleine Ananas	33,0 abcdef	Frison	39,0 abcdefg
Alte Ananas	34,0 abcdef	Flash Cot	43,0 bcdefgh
Breda	39,0 abcdef	Shamade	46,0 cdefghi
Alesandrinische Marille	46,0 abcdef	Bergeron	46,0 cdefghi
Mariazeller	46,0abcdef	Orange Rubis	48,0 cdefghij
Große Ananasmarille	50,0 abcdef	Monster Cot	49,0 cdefghijk
Braunauer große Frühmarille	54,0 abcdef	Digat	49,0 cdefghijk
Langenloiser	56,0 abcdef	Elgat	51,0 defghijk
Frühe von Göttweig	57,0 abcdef	Medalis	52,0 defghijk
Nancy	59,0 abcdef	Adriana	56,0 defghijkl
Bisamberger Knödelmarille	59,0 abcdef	Anegat	57,0 defghijkl
Pfirsichmarille	62,0 abcdef	Farbela	58,0 efghijkl
Wahre große Frühe	66,0 abcdef	Primidi	59,0 efghijkl
Frühe von Kittsee	66,0 abcdef	Farbaly	65,0 fghijklm
Pawlowitzer	69,0 abcdef	Bangat	66,0 fghijklm
Löschnig Marille	79,0 bcdef	Feria Cot	67,0 fghijklm
Honigmarille	81,0 bcdef	Valete	67,0 fghijklm
Ungarische Beste	84,0 cdef	Kl Ba BB	68,0 ghijklm
Frühzeitige Marille	87,0 def	Farely	68,0 ghijklm
Kremser	89,0 def	Apribang	69,0 ghijklm
Kleine rote Frühmarille	89,0 def	Kl Ba CA	71,0 ghijklm
Frühe von Hinterholzer	89,0 def	Kl Ba BA	71,0 ghijklm
Frühe Kremser	90,0 ef	Candela	71,0 ghijklm
Holubs Marille	90,0 ef	Samourai	73,0 hijklm
Frühe ungarische Gelbe	93,0 ef	Mistral	74,0 hijklm
Frühe Kecskemeter	95,0 f	Mediva	77,0 ijklm
		Aprinew	80,0 jklm
		Compacta	81,0 jklm
		Delice Cot	82,0 klm
		KL Ba CE	85,0 lm
		Sophia	89,0 lm
		Tsunami	93,0 m

Im Sortimentsquartier 081 (Pflanzjahr 2015 bis 2017) der neuen Sorten zeigten sich sehr interessante starke Unterschiede im Schädigungsausmaß (Tab.1). Als sehr robust erwiesen sich Aprisweet, Apriqueen, Apridelice, Koolgat, aber überraschenderweise auch die frühblühende Frühsorte Pricia,

während die Selektionen der Klosterneuburger Marille (Kl Ba ..) stark bis sehr stark und von den neuen Sorten Aprinew, Compacta, Delice Cot, Sophia und leider auch die derzeit stark gepflanzte, wie Pricia frühblühende, Frühsorte Tsunami massiv geschädigt waren.
Im Quartier 141 (Pflanzjahr: 2010) wurden die Frostschäden bei den Sorten Pinkcot, Goldrich, Kioto, Bergeval und Bergarouge festgestellt. Wie schon 2012 bestätigte sich die starke Frostempfindlichkeit von Pinkcot und zeigten sich Bergarouge und Bergeval wiederum als vergleichsweise robust.
Eine weitere Bonitur auf Frostschäden wurde im jungen Bio-Marillenversuchsquartier 083 (Pflanzjahr 2018) durchgeführt. Entgegen früheren Ergebnissen schnitt die normalerweise frostwiderstandsfähige Sorte Vertige mit 85% geschädigten Fruchtknoten überraschend schlecht ab, während die Sorte Klosterneuburger dort mit durchschnittlich 48% geschädigten Fruchtknoten auch wesentlich weniger geschädigt worden war als die Klosterneuburger Selektionen im nahegelegenen Sortimentsquartier 081.
Die Bonitur bzw. die stichprobenartig durchgeführte Überprüfung auf Frostschäden nach der zweiten Strahlungsfrostperiode Anfang April bestätigte im Wesentlichen das Schadausmaß der ersten Periode, hatte also keine weiteren Schäden verursacht.

Zusammenfassung

In mehreren Marillensortimentsquartieren des Versuchsgutes Haschhof wurden die schädigenden Auswirkungen von zwei Frostperioden im März und Anfang April 2020 festgestellt. Die Windfrostperiode im März führte vor allem bei Frühsorten wie Tsunami zu starken Schäden, wobei die Frühsorte Pricia, neben zahlreichen anderen späterblühenden Sorten überraschend gut abschnitt. Die zweite Strahlungsfrostperiode Anfang April führte zu keinen weiteren Schäden. Diese Ergebnisse unterstreichen die Sorten- und Lagenwahl als wichtigste Maßnahmen zur Vermeidung der aufgrund des Trends zu früherem Vegetationsbeginn immer wahrscheinlicher werdenden Spätfrostschäden.

Abstract

The damaging effects of two periods of frost in March and early April 2020 were determined in several apricot assortment quarters at the Haschhof research station. The wind frost period in March led to severe damage, especially with early varieties such as tsunami, whereby the early variety Pricia, along with numerous other late-blooming varieties, performed surprisingly well. The second frost at the beginning of April did not lead to any further damage. These results underline the choice of variety and location as the most important measures to avoid frost damage, which is becoming more and more probable due to the trend towards an earlier start of vegetation.

Literatur

BLANKE, M., 2017: Apfel oder Acai: Brasiliens Obstbau im ökonomischen und Klimatischen Wandel. Erwerbs-Obstbau 59: 245-252
BLANKE, M. 2015: Exkursionsbericht: Kernobstanbau in Australien. Erwerbs-Obstbau 57: 165-170
LEMPE, J. 2020: Klimawandel trifft Obstblüte. Besseres Obst 11: 16-17

Adresse der Autoren

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, 3400 Klosterneuburg Wienerstraße 74

*Ansprechpartner: Dr. Lothar Wurm, lothar.wurm@weinobst.at

Innere Fruchtqualität und Vermarktungseignung neuer Marillensorten

Inner fruit quality and market suitability of new apricot cultivars

Michael Lukas*, Martina Staples & Lothar Wurm

Einleitung

Die Marille ist mit 822 Hektar ertragsfähiger Fläche und über 1000 ha Gesamtfläche (Statistik Austria 2017) eine der wichtigsten Obstarten in Österreich. Dabei sind die Hauptanbaugebiete schon lange nicht mehr nur in der Wachau und im Raum Kittsee zu finden. Im Weinviertel wachsen die Flächen zunehmend und auch im restlichen Österreich werden Marillen ausgepflanzt. Mit dem Wachstum der Flächen werden auch immer mehr neue Sorten gesetzt. Produzenten und Handel erwarten von diesen Sorten vor allem eine höhere Toleranz gegenüber Spätfrösten und eine besonders gute Lagerfähigkeit der geernteten Früchte. Für eine weiterhin hohe Nachfrage des steigenden Angebotes an heimischen Marillen entscheidend sind aber auch die Parameter der äußeren und inneren Fruchtqualität der Neuzüchtungen. Um diese auszuloten, wurden an der HBLA Klosterneuburg in den Jahren 2019 und 2020 einige dieser neuen Marillensorten getestet.

Material und Methoden

Ziel des Versuches war es, das Qualitätspotential verschiedenster neuer Marillensorten zu ermitteln. Dabei wurden verschiedenste Parameter miteinbezogen, um nicht nur die äußere Fruchtqualität, sondern auch die innere Fruchtqualität und den Geschmack der verschiedenen Sorten bewerten zu können.
Für diesen Versuch wurden 2019 25 und 2020 frostbedingt nur 17 verschiedene neue Marillensorten analysiert. Die Sorten sind in den Tabellen 1 und 2 zu sehen. Die Marillen wurden dabei zur Gänze vom Versuchsgut Haschhof der HBLA Klosterneuburg bezogen. Die Früchte wurden dabei zu ihrem spezifischen Reifezeitpunkt geerntet und anschließend analysiert.
Fruchtanalysen: Bei den Analysen wurden 15 Früchte jeder Sorte herangezogen und von diesen die äußere und innere Fruchtqualität ermittelt. Zur Bestimmung der äußeren Fruchtqualität wurde die Länge und Breite der Früchte gemessen, das Frucht- und Steingewicht gewogen, die Grundfarbe der Frucht ermittelt und die Fruchtfleischfestigkeit mit Hilfe eines elektronischen Durofel gemessen. Um Aussagen zur inneren Fruchtqualität treffen zu können, wurde die gelöste Trockensubstanz ermittelt. Für weitere Analysen wurden die Früchte entsaftet und vom resultierenden Saft wurde der pH-Wert gemessen und der Säuregehalt bestimmt.
Sensorische Beurteilung: Zusätzlich wurden die Früchte von geschulten Kostern verkostet. Dabei wurden die verschiedenen Marillensorten mithilfe der unstrukturierten Skala nach den Parametern Aussehen, Saftigkeit, Zucker/Säure Verhältnis, Geschmack und dem Gesamturteil bewertet. Die daraus resultierenden Ergebnisse wurden mithilfe des Statistikprogramms SPSS ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Fruchtanalysen
In den folgenden Tabellen 1 und 2 werden alle analysierten Sorten und der dazugehörige Mittelwert der verschiedenen Analyseparameter gezeigt

Tabelle 2: **Mittelwerte der Fruchtanalysen 2019** (die analysierten Sorten inkl. Mittelwerte der Analysedaten; grün markiert sind die höchsten Werte der verschiedenen Analyseparameter, gelb markiert die niedrigsten Werte der verschiedenen Analyseparameter)

Sorte	Gelöste Trocken-substanz (°Brix)	Zitronensäure (g/l)	Festigkeit	Länge (mm)	Breite (mm)	Fruchtgewicht (g)	Steingewicht (g)
Adriana	19,8	23,1	84,6	45,9	44,1	44,5	3,1
Anegat	16,2	13,7	75,3	51,9	52,6	71,2	2,83
Apribang	17,2	19,5	66,2	47,7	48	58,3	2,4
Apridelice	20	17,3	74	53,3	52,3	70,2	3,56
Apriqueen	20,1	21	87	41,5	41,3	40,5	2,59
Aprisweet	19,2	18,4	79,5	53,2	52	70,1	3,1
Bangat	18,8	19,9	81,1	50,3	53,9	71,5	3,52
Banzai	13,8	17,1	78,9	37,3	33,2	25,2	2,33
Bergeron	18,6	20,2	71,2	41,7	42,6	41,4	2,32
Candela	12,8	13,1	62,3	43,1	45,3	48,3	2,4
Delice Cot	19	20,6	78,9	47,5	49,5	58,4	4,22
Digat	16,9	14	77,8	49,1	50,9	68,6	2,57
Elgat	19,1	16,6	82,2	46,9	47,5	51,7	2,89
Farbela	16,7	28,7	88,4	52,2	46,1	90,3	2,93
Faria Cot	13,9	5,8	67,2	41,5	39,4	39,1	1,64
Feria Cot	11	11,9	71,6	41,5	36,2	31,9	1,78
Frisson	20	27,9	79,5	41,2	43,2	40,5	2,37
Mediva	19,2	24	85,4	42,9	43,4	43,2	2,31
Mistral	19,1	21,1	67,1	44	69,3	39,7	1,67
Playa Cot	13,4	26,3	88,5	54,8	47,5	83,1	3,14
Pricia	14,4	25,2	71,5	48,3	45,4	55,9	1,69
Primidi	13,5	11,2	69,5	50,7	46,3	55,7	2,05
Samurai	15,1	17,5	62,7	54,7	53,1	79,1	4,14
Shamade	18,3	13,9	71,9	46,6	48	56,2	2,53
Tsunami	19,2	18,9	65,6	49,9	46,7	59,4	3,44

Tabelle 3: **Mittelwerte der Fruchtanalysen 2020** (die analysierten Sorten inkl. Mittelwerte der Analysedaten; grün markiert sind die höchsten Werte der verschiedenen Analyseparameter, gelb markiert die niedrigsten Werte der verschiedenen Analyseparameter)

Sorte	Gelöste Trocken-substanz (°Brix)	Zitronensäure (g/l)	Festigkeit	Länge (mm)	Breite (mm)	Fruchtgewicht (g)	Steingewicht (g)
Adriana	16	21,4	76,9	46,9	41,2	47,4	3
Anegat	12,2	15,4	85,1	58,7	51,2	94,9	3,4
Apribang	14,6	22,7	71,8	56	53,2	96,6	3,4
Aprinew	15	13,1	77,7	56	51,1	85,9	3
Aprisweet	14,8	19,6	80,7	54,7	51,5	87,3	3,5
Bergeval	15,6	15,3	70,9	54,5	49,5	76,4	3,5
Compacta	14,4	14,9	60,2	57,2	47,1	75,6	4,7
Delice Cot	14,1	19	76	52	50,7	77,9	3
Frisson	15,5	16,8	78,7	50	42,3	55	2,4
Koolgat	12,2	13,9	68,4	62,1	54,4	102,8	3,2
Medalis	15,6	14	84,2	54,7	46,1	73,5	3,1
Mediva	15,9	20,3	63,5	52,4	48,8	77,8	4
Mistral	16,4	18,5	72,8	47,1	46,7	58,8	2,1
Orange Rubis	14,8	9	66,3	54,1	46,1	70,2	2,5
Playa Cot	14,1	25	87,5	55,1	50,3	84,8	3
Samurai	12,1	16,9	40,3	51,9	48,8	76,4	3,1
Shamade	15,1	14,4	78,5	53,7	52,7	84,6	3,4

Sortenverkostung
Die Sorte Frisson wurde in den Jahren 2019 und 2020 am besten bewertet. Durch ihre eher gelbliche Grundfarbe ist sie zwar in puncto Attraktivität unterdurchschnittlich bewertet worden, wodurch sie eher nicht für die Großhandelsvermarktung geeignet ist. Allerdings punktet die Sorte vor allem mit ihrem ausgewogenen Zucker/Säure Verhältnis und ihrem äußerst guten Geschmack, was ihre Eignung für Direktvermarkter bestätigt.
Die Sorte Tsunami schnitt 2019 generell sehr gut ab und wurde im Gesamturteil sehr gut bewertet. Die selbststerile Sorte ist unter den Frühsorten eine der Besten, braucht jedoch frostsichere Lagen. Die Sorte ist auch lagerfähig und reift sehr gut nach.
Auch Apridelice wurde in den Jahren 2019 und 2020 überdurchschnittlich gut bewertet. Die besonders saftige Sorte besticht durch ein ausgewogenes Zucker/Säure Verhältnis und wurde in beiden Jahren geschmacklich sehr gut bewertet. Zusätzlich hat die Sorte, die im mittleren Reifesegment liegt, die Spätfröste 2020 besser überstanden als einige andere Sorten.

Zusammenfassung

Jährlich kommen unzählige neue Marillensorten auf den Markt. Allerdings fehlt bei diesen Sorten oft die Erfahrung wie sie mit dem regionalen Klima in Österreich zurechtkommt. Um die Eigenschaften einiger neuer Sorten zu testen, wurden diese am Versuchsgut Haschhof der HBLA Klosterneuburg gesetzt und über die nächsten Jahre beobachtet. Ziel dieses Versuchs war es, vor allem die innere und äußere Fruchtqualität und die Eignung für den Frischmarkt zu analysieren. Die Analysedaten der Jahre 2019 und 2020 sind in den Tabellen 1 und 2 zu sehen. Die nachfolgende Verkostung der verschiedenen Sorten half das aromatische Potential einordnen zu können. Dabei wurden vor allem die Sorten Frisson, Tsunami und Apridelice als geschmacklich sehr gut bewertet. Um die verschiedenen Sorten noch genauer beschreibe zu können wird der Versuch in den nächsten Jahren fortgesetzt.

Abstract

Every year a variety of different new Apricot cultivars are found on the market. A problem thereby is a lack of experience of the new cultivars in the regional climate of Austria. To gain experience and get new insight about the cultivars they were planted at the HBLA Klosterneuburg and closely monitored over the next years. Aim of the experiment was to determine the inner and outer fruit quality and their suitability for fruit markets. The data of the analysis of can be seen in table 1 and 2. The following fruit tasting helped to determine the aromatic profile of the fruits. Thereby especially the variety's Frisson, Tsunami and Apridelice got high results in terms of the taste. The experiment will go on for the next years to get more insights about the different new Apricot cultivars.

Adressen der Autoren

HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Michael Lukas, B.Sc., michael.lukas@weinobst.at

Untersuchungen zur Fruchtqualität und Verarbeitungseignung traditioneller Marillensorten

Investigation of fruit quality and manufacturing suitability of traditional apricot cultivars

Michael Lukas*, Martina Staple & Lothar Wurm

Einleitung

Die Sortenzüchtungen bei Marillen schreiten rasch voran und jährlich kommen neue Sorten auf den Markt. Diese Sorten haben auch schon das Sortiment vieler österreichischer Baumschulen vergrößert. Dabei rückten viele alte Marillensorten in den Hintergrund und gerieten in Vergessenheit. Diese sind aufgrund ihres Aussehens und der geringen Lagerfähigkeit zwar oft nicht für den Frischmarkt geeignet, aber haben durchaus sehr gute geschmackliche Eigenschaften und sind daher als Verarbeitungssorten interessant. Um dieses Potential zu testen, wurden in den Jahren 2018 bis 2020 verschiedenste alte Marillensorten hinsichtlich ihrer inneren und äußeren Fruchtqualität analysiert und zu Nektaren und Konfitüren weiterverarbeitet. Die verarbeiteten Produkte wurden mithilfe vieler verschiedener Parameter bewertet, um die Eignung als Verarbeitungssorten zu bestimmen.

Material und Methoden

Das Ziel des Versuches war es, die Fruchtqualität verschiedener, alter Marillensorten und ihr Verarbeitungspotential zu bestimmen. Dafür wurde über mehrere Jahre die Fruchtqualität der Sorten analysiert, die frischen Früchte verkostet und reinsortige Konfitüren und Nektare hergestellt und ebenfalls verkostet. Die Marillen wurden dabei zur Gänze vom Versuchsgut Haschhof der HBLA Klosterneuburg bezogen.

Fruchtanalysen

Für die Fruchtanalysen wurden 2019 zwanzig und 2020 frostbedingt neun verschiedene alte Marillensorten getestet. Dafür wurden 15 Früchte jeder Sorte herangezogen und von diesen die äußere und innere Fruchtqualität ermittelt. Zur Bestimmung der äußeren Fruchtqualität wurde die Länge und Breite der Früchte gemessen, das Frucht- und Steingewicht gewogen und die Grundfarbe der Frucht ermittelt. Um Aussagen zur inneren Fruchtqualität treffen zu können, wurde die gelöste Trockensubstanz ermittelt. Für weitere Analysen wurden die Früchte entsaftet und vom resultierenden Saft wurde der pH-Wert gemessen und der Säuregehalt berechnet als Zitronensäure bestimmt.

Fruchtverkostungen

In den Jahren 2018, 2019 und 2020 wurden verschiedenen Sorten sensorisch beurteilt. Dafür wurden die Früchte von einem geschulten Kosterteam verkostet und mithilfe der unstrukturierten Skala nach den Parametern Aussehen, Saftigkeit, Zucker/Säure Verhältnis, Geschmack und Gesamturteil bewertet. Die Bewertungen wurden anschließend mit dem Statistikprogramm SPSS ausgewertet.

Verarbeitung und Verkostung

In den Jahren 2018 und 2019 wurden außerdem verschiedene Sorten zu Konfitüren und Nektar weiterverarbeitet. Sorten, die in diesen Jahren ausreichend hohe Erträge brachten, wurden im ersten Schritt, zeitnah zum Erntetermin, zu sortenreinem Mark verarbeitet. Im Jahr 2018 wurden dann aus diesem Mark reinsortige Marillenkonfitüren hergestellt. Auch im Jahr 2019 wurden diese Konfitüren hergestellt und zusätzlich bei Sorten, die sehr hohe Erträge erzielten, Nektare produziert. Die Verarbeitungsprodukte wurden anschließend wieder von einem Kostteam mithilfe der unstrukturierten Skala beurteilt. Die Konfitüren wurden anhand der Parameter Aussehen, Geruch, Geschmack, Harmonie bewertet und ein Gesamturteil gebildet. Bei den Nektaren wurden die gleichen Parameter bestimmt, bis auf die Harmonie, die durch Würze ersetzt wurde. Die erhobenen Daten wurden wieder mit dem Statistikprogram SPSS ausgewertet. 2020 konnten aufgrund der frostbedingt niedrigen Ernte, keine Marillensorten verarbeitet werden.

Ergebnisse und Diskussion

Fruchtanalysen

In den folgenden Tabellen 1 und 2 werden alle analysierten Sorten und der dazugehörige Mittelwert der verschiedenen Analyseparameter gezeigt.

Tabelle 4: **Mittelwerte der Fruchtanalysen 2019** (die analysierten Sorten inkl. Mittelwerte der Analysedaten; grün markiert sind die höchsten Werte der verschiedenen Analyseparameter, gelb markiert die niedrigsten Werte der verschiedenen Analyseparameter; Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterschieden sich signifikant voneinander)

Sorte	Gelöste Trockensubstanz (°Brix)		Säure b. a. Zitronensäure (g/l)		Länge (mm)		Breite (mm)		Fruchtgewicht (g)		Steingewicht (g)	
Allesandrinische Marille	14,3	de	19,6	abcd	50,5	bc	46,3	bc	59,7	def	4,6	cd
Alte Ananasmarille	21	ab	17	bcdef	39	e	40,1	fgh	35,3	hij	3,5	fgh
Bisamberger Knödelmarille	11,1	h	10,9	hi	43,7	d	39	fgh	38,6	ghij	1,9	ij
Feldsberger Marille	21,7	a	20,4	abc	39,7	e	40,4	fgh	35,4	hij	3,2	gh
Frühe Kremser Rosenmarille	14,2	de	11,1	hi	40,8	de	38,1	ghi	36,4	hij	2	ij
Frühe von Göttweig	15,1	de	18	bcde	55,4	a	51,8	a	87	a	6,2	a
Große Ananasmarille	14,2	de	19,2	abcd	39,5	e	37	hi	30,3	ij	2,2	ij
Große gemeine Marille	14,3	de	18,6	abcde	50,9	bc	46,3	bc	61,5	cde	4,5	cde
Holländische Marille	15,4	d	16,2	cdef	49,6	c	45,4	cd	55,4	ef	4,3	def
Holubs Marille	12,3	fgh	10	i	50,3	bc	41,7	defg	50,7	efg	3,4	fgh
Honigmarille	14,3	de	17,4	bcdef	55	a	51,3	a	76,7	ab	5,3	bc
Kleine rote Frühmarille	10,9	h	13,6	fghi	38	e	34,5	i	26,5	j	1,8	j
Klosterneuburger Marille	19,7	b	22,7	a	38,5	e	41	efgh	37,5	ghij	2,8	hi
Königsmarille	17,3	c	11,8	ghi	49,7	c	50	ab	73,1	bc	3,6	efgh
Kremser Marille	13,9	def	17,7	bcdef	53,7	ab	49,7	ab	72,4	bcd	5,8	ab
Langenloiser Marille	12	gh	20,6	ab	47,3	c	44,7	cde	47,9	fgh	4,2	defg
Mariazeller Marille	19,4	b	15,4	defg	41,3	de	40,8	efgh	35,5	hij	3,4	fgh
Pawlowitzer Marille	15,7	d	20,2	abc	50,9	bc	46,7	bc	62,3	cde	4,6	cd
Ungarische Beste	19,4	b	18,9	abcde	39,8	e	41,1	efgh	41,6	ghi	3,5	fgh
Wahre große Frühmarille	13,5	efg	14,8	efgh	47,3	c	42,7	cdef	47,2	fgh	4	defg

Verkostungsergebnisse

Die Sorte Klosterneuburger Marille wurde im Jahr 2018 verkostet und 2018 und 2019 zu Konfitüre verarbeitet. Die Sorte schnitt bei der Frischfruchtverkostung durchschnittlich ab, was zum Teil aber auch an ihrem Aussehen, dass aufgrund von Schalenfehlern eher unterdurchschnittlich war, lag. Auffallend an den Analysewerten der Klosterneuburger Marille ist, dass sie im Jahr 2019 die höchsten und auch im Jahr 2020 überdurchschnittlich hohe Säurewerte (berechnet als Zitronensäure) aufwies. Nach der Ver-

arbeitung zu Konfitüren wurden in beiden Jahren sehr gute Bewertungen erzielt. Besonders im Parameter Geschmack lag die Konfitüre der Klosterneuburger Marille immer im oberen Drittel aller verkosteten Konfitüren. Leider konnte von dieser Sorte aufgrund fehlender Mengen noch kein Nektar hergestellt werden, was allerdings in den nächsten Jahren nachgeholt werden soll. Als sehr weit verbreitete Sorte kann die Klosterneuburger Marille hier auch als Referenzsorte herangezogen werden.
2018 und 2019 wurden Früchte der Sorte Honigmarille verkostet und zusätzlich wurden in beiden Jahren Konfitüren hergestellt. Zusätzlich dazu konnte im Jahr 2019 auch Nektar produziert werden. Bei den Fruchtverkostungen lag die Sorte in beiden Jahren im Mittelfeld. Allerdings erzielten die Verarbeitungsprodukte der Sorte sehr gute Ergebnisse. Bei den Konfitüren wurde die Sorte in beiden Jahren überdurchschnittlich gut bewertet und konnte mit der Klosterneuburger Marille mithalten und schnitt zum Teil sogar besser ab. Auch der Nektar wurde sehr gut bewertet.
Die Kremser Marille konnte in den Jahren 2019 und 2020 verkostet werden. Sie wurde 2018 zu Konfitüre und 2019 zu Konfitüre und Nektar verarbeitet. Die frischen Früchte, die durchschnittliche Analysewerte aufwiesen, wurden in beiden Jahren als durchschnittlich bis gut bewertet. Die daraus produzierten Konfitüren wurden in beiden Jahren sehr gut bewertet. Vergleicht man die Bewertungen mit denen der Klosterneuburger Marille sieht man, dass die Konfitüren der Kremser Marille in beiden Jahren sowohl geschmacklich als auch im Gesamturteil besser bewertet wurde. Der Nektar der Kremser Marille war sogar der geschmacklich beste Nektar und wurde auch im Gesamturteil sehr gut bewertet.

Zusammenfassung

Durch ihr geringes Lagerpotential und die oft ungleichmäßige Reife gerieten verschiedenste alte Marillensorten über die letzten Jahre in Vergessenheit. Dadurch ging allerdings auch das aromatische Potential einiger Sorten verloren. Ziel dieses Versuchs war es, einige dieser alten Sorten auf ihre innere und äußere Fruchtqualität zu testen und vor allem das Verarbeitungspotential zu prüfen. Die resultierenden Analysedaten aus dem Jahr 2019 sind in Tabelle 1 zu sehen. Die Sorten wurden nach den Analysen zu reinsortigen Konfitüren und Nektaren verarbeitet und die Produkte wurden anschließend verkostet. Mit der Klosterneuburger Marille als Referenzsorte wurden einige andere Sorten ähnlich gut bewertet. Besonders überzeugen konnten dabei die Sorten Honigmarille und die Kremser Marille. Das Verarbeitungspotential der Sorten wird in den nächsten Jahren weiter beobachtet.

Abstract

Many old Apricot cultivars were not planted anymore due to their low storage potential and uneven ripeness of the fruits. But with this also the aromatic potential of these cultivars are lost. Aim of the experiment was to determine not only the inner and outer fruit quality but also the processing suitability of these cultivars. The data of the analysis can be seen in table 1. After the analysis of the fruits they were further processed to jam and nectar and the products were tasted to determine their aromatic quality. With Klosterneuburger Marille as a reference cultivar other variety's were rated similar. Mentionable thereby are the variety's Honigmarille and Kremser Marille. The processing potential will be further monitored over the next years.

Adressen der Autoren

HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Michael Lukas, B.Sc., michael.lukas@weinobst.at

Bio-Kriecherlanbau: Erfahrungen mit Schüttel- und Handernte

Bio-Kriecherl: Experience with different harvesting techniques

Michael Lukas*, Martina Staples & Lothar Wurm

Einleitung

Das Kriecherl gehört zu den ältesten Kulturpflanzen mitteleuropäischem Ursprungs. Die verbleibenden Anbauflächen lassen sich vor allem im zentralen Waldviertel und in der Steiermark finden. Während in der Steiermark hauptsächlich Kriecherl mit blauer Farbe zu finden sind dominieren im Waldviertel hauptsächlich verschiedene Sorten mit einer grün-gelblichen Färbung. Die Früchte werden hauptsächlich zu Konfitüren oder Bränden weiterverarbeitet.

Material und Methoden

Das Ziel des Versuches war es, die Verarbeitungsqualität verschiedener, Kriecherlsorten und den Einfluss unterschiedlicher Erntetechniken auf das fertige Produkt zu testen. Dafür wurden die verschiedenen Sorten zu ihrem spezifischen Reifezeitpunkt mit verschiedenen Erntemethoden geerntet. Alle daraus entstehenden Varianten wurden zu Konfitüre verarbeitet und verkostet. Die Kriecherl wurden dabei zur Gänze vom Versuchsgut Haschhof der HBLA Klosterneuburg bezogen.

Sorten

Im Versuchsquartier stehen insgesamt 4 verschiedene Sorten. Davon ist eine Sorte das blaue Steirische Kriecherl und die restlichen verschiedene gelbe Waldviertler Kriecherl (Pehendorf, Roiten, Oberrosenauer Wald). Die Sorte Oberrosenauer Wald konnte 2020 aufgrund zu geringer Mengen nicht weiterverarbeitet werden.

Ernte

Die Kriecherl wurden auf 2 verschiedene Arten geerntet.

Für die erste Variante wurde gewartet bis die Früchte von alleine vom Baum fielen. Die Früchte wurden dann täglich in der Früh aufgesammelt und es wurde darauf geachtet nur qualitativ einwandfreie Früchte weiter zu verarbeiten. Der Vorteil dabei ist, dass das Ernten relativ leicht geht und die Früchte sehr reif verarbeitet werden.

Für die zweite Variante wurden die Früchte vom Baum gerüttelt. Dafür wurde ein Ernteschirm unter dem Baum aufgespannt und der Baum anschließend händisch gerüttelt bis keine Früchte mehr abfielen. Die Früchte wurden mit dem Ernteschirm aufgefangen, in der Mitte gesammelt und dann anschließend mit einem Förderband in Kisten befördert. Danach wurde der Ernteschirm eingeklappt und unter dem nächsten Baum wieder gespannt. Der Vorteil bei dieser Methode ist, dass relativ schnell eine größere Menge an Früchten geerntet werden kann und die Früchte durch den Ernteschirm aufgefangen werden und dadurch weniger aufplatzen.

Verarbeitung und Verkostung

Die verschiedenen Varianten wurden anschließend zu Konfitüren weiterverarbeitet. Dabei wurden die Früchte noch am selben Tag zu sortenreinem Mark verarbeitet, aus dem dann später die Konfitüren entstanden. Die Verarbeitungsprodukte wurden anschließend von einem Kostteam mithilfe der unstrukturierten Skala beurteilt. Die Konfitüren wurden anhand der Parameter Aussehen, Geruch Komplexität und Intensität, Geschmack Komplexität und Intensität und Harmonie bewertet. Abschließend wurde auch ein Gesamturteil gebildet. Die erhobenen Daten wurden mit dem Statistikprogram SPSS ausgewertet.

Die Variante des aufgesammelten steirischen Kriecherl wurde aufgrund qualitativer Mängel nicht weiterverarbeitet und verkostet.

Ergebnisse und Diskussion

In den Abbildungen 1 und 2 sind ein Teil der Ergebnisse der Verkostung zu sehen. In Abbildung 1 sind die Ergebnisse des Parameters Geschmack und in Abbildung 2 das Gesamturteil zu sehen.

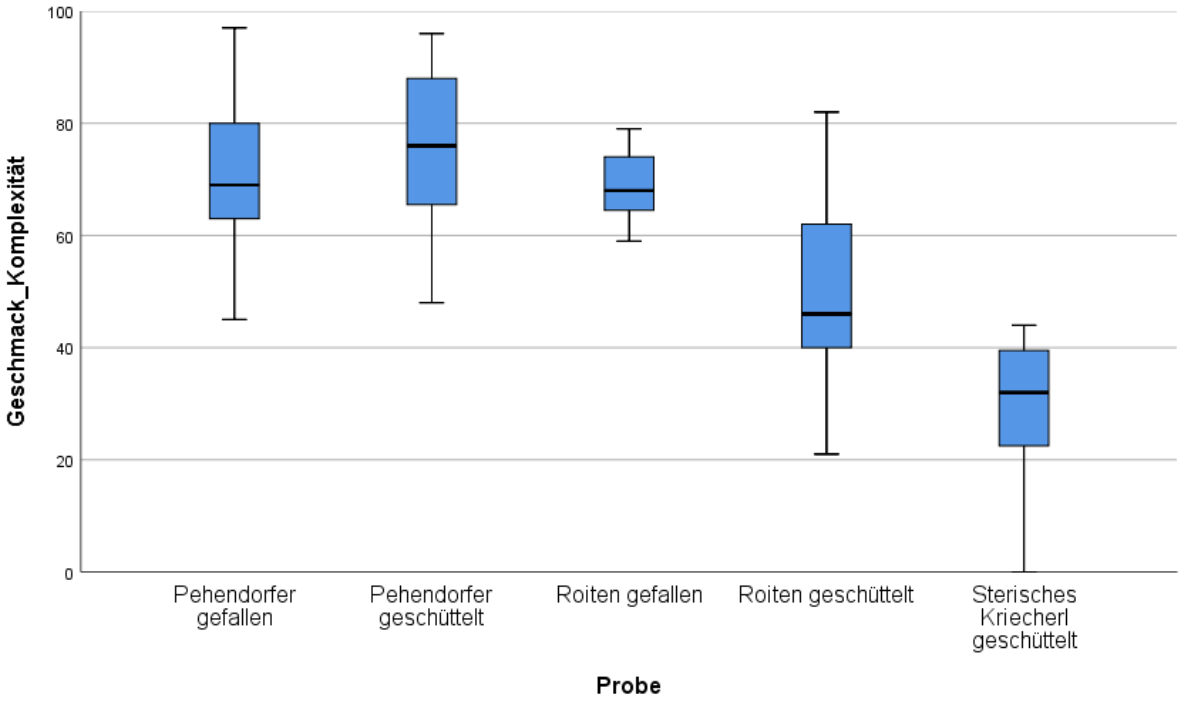


Abbildung 18: **Die Verkostungsergebnisse des Parameters Geschmack** (Geschmack_Komplexität: 0-100 Punkte)

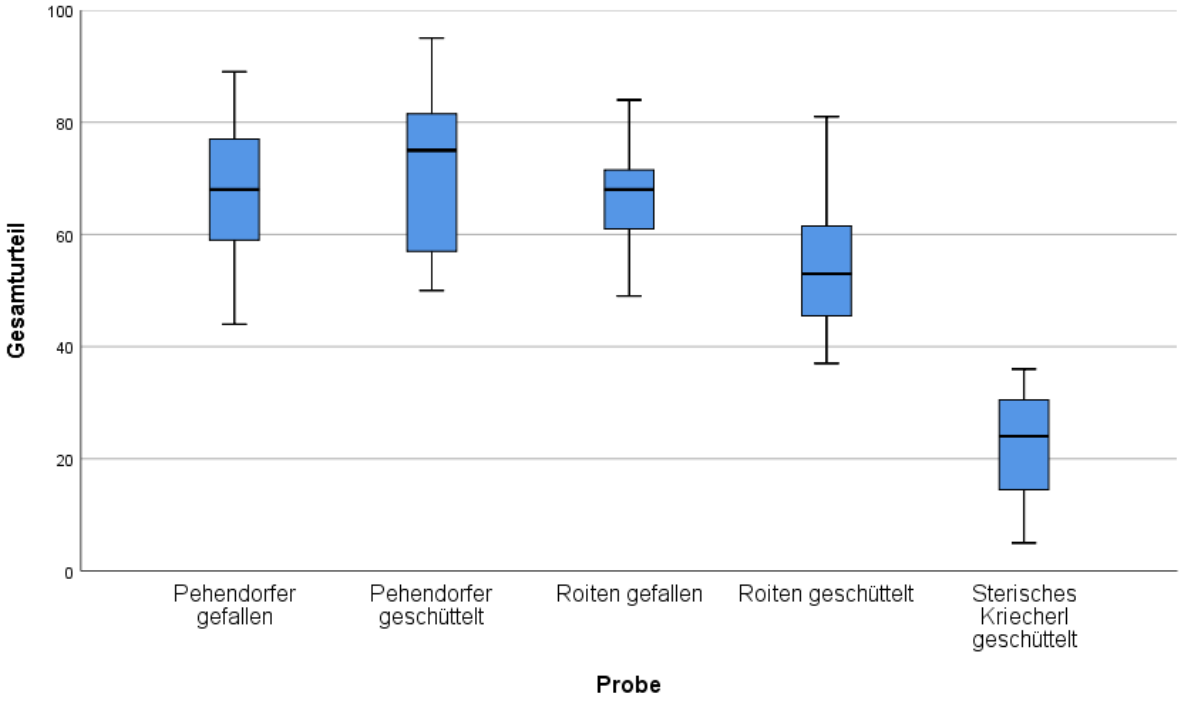


Abbildung 19: **Die Verkostungsergebnisse des Gesamturteils** (Gesamturteil: 0-100 Punkte)

Sterisches Kriecherl

Die Variante des steirischen Kriecherls die vom Baum fiel wurde nicht weiterverarbeitet da kaum qualitative gute Früchte gesammelt werden konnten und auch die geschüttelte Variante schnitt in der Verkostung nicht gut ab. Die Variante wurde bei fast allen Parametern signifikant schlechter bewertet als alle anderen und liegt im Gesamturteil ganz klar an letzter Stelle.

Der Grund dafür liegt wahrscheinlich an der Reife der Früchte in Kombination mit einer sehr dünnen Schale. Durch die dünne Schale platzten fast alle Früchte der gefallenen Variante auf und waren nicht mehr weiter verwertbar. Auch bei der gerüttelten Variante platzten einige Früchte, wenn sie in den Schirm fielen und auch der kurze Transport auf dem Förderband zerstörte einige Früchte. Dadurch, dass die aufgeplatzten Früchte schon sehr reif waren oxidierten sie dadurch auch sehr schnell. Trotz der schnellen Verarbeitung, die innerhalb einiger Stunden nach der Ernte erfolgte war die resultierende Konfitüre schon sehr oxidiert und auch die Farbe wechselte in einen Braunton.

Roiten

Bei der Sorte Roiten konnten beide Varianten weiterverarbeitet werden. Im Zuge der Verkostung schnitt die gefallene Variante bei fast allen Paramertern besser ab und wurde im Gesamturteil sogar signifikant besser bewertet als die gerüttelte Variante.

Pehendorf

Ganz anders zeigt sich das Bild bei den beiden Varianten der Sorte Pehendorf. Hier schnitt die geschüttelte Variante bei allen Parametern besser ab als die gefallene Variante. Insgesamt wurde die gerüttelte Variante der Sorte Pehendorf auch im Gesamturteil von allen Sorten am besten bewertet.

Zusammenfassung

Die Flächen des Kriecherlanbaus sind in Österreich sehr klein. Jedoch verfügt es oft über ein sehr gutes Aroma und ist daher besonders für Verarbeitungsprodukte sehr gut geeignet. Um die Ernte zu erleichtern wurden in diesem Versuch verschiedene Erntetechniken und deren Auswirkung auf das Verarbeitungsprodukt getestet. Eine eindeutig bessere Erntetechnik konnte nicht gefunden werden, jedoch konnte die geschüttelte Variante des steirischen Kriecherls weiterverarbeitet werden und die geschüttellte Variante der Sorte Pehendorf schnitt auch insgesamt am besten ab. Vorteile der geschüttelten Variante sind, dass die Ernte um einiges erleichtert wird. Jedoch sollte darauf geachtet werden den Baum durch das schütteln nicht zu stark zu belasten weswegen es händisch durchgeführt werden sollte.

Abstract

The areas where Kriecherl were cultivated got very small over the last years. But it is still very well suited for processed products due to its good aromatic profile. To ease the harvesting different harvesting methods and their impact on the quality were tried in this experiment. A clearly better method could not be found but the shaken variant of the steirischem Kriecherl could be processed and the shaken variant of the variant Pehendorf was even rated best. Advantages of the shaken method is especially the improvement of the harvesting process. It should be mentioned that the tree could be damaged if the shaking process is done too rigorously.

Adressen der Autoren

HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Michael Lukas, B.Sc., michael.lukas@weinobst.at

Einsatz von Ethylen zur Reifebeschleunigung in der Obstverarbeitung

Use of ethylene gas to accelerate the ripening process of fruits allocated for processing

Manfred Gössinger*, Andrea Denk, Theresa Herzinger,
Maximilian Preiss & Cordula Klaffner

Einleitung

Ethylen ist ein natürliches Reifegas (Pflanzenhormon), das den Reifungsprozess von Früchten (z.B.: Farbe, Aroma, Textur) maßgeblich beeinflusst (KLEE und GIOVANNONI 2011). Während der Lagerung vieler Früchte versucht man einerseits den Einfluss dieses Gases zu minimieren um die Haltbarkeit zu verlängern. So wird z.B.: 1-Methylcyclopropen (1-MCP, „SmartFresh“) als Blocker bei der Lagerung von Äpfeln eingesetzt. Auch bei der Verpackung von Früchten spielt dieses Gas eine wichtige Rolle. Dabei handelt es sich immer um von den Früchten selbst produziertes Ethylen. Andererseits wird Ethylengas gezielt zur Reifebeschleunigung bei z.B.: Bananen und Tomaten eingesetzt (Begasung) um die Ernte und den Transport für den Frischmarkt zu optimieren (BUCCHERI und CANTWELL 2016). In den letzten Jahren zeigten Untersuchungen, dass nicht nur klimakterische Früchte, sondern auch nicht klimakterische Früchte (z.B.: Trauben) auf Ethylen während der Lagerung reagieren (BECATTI et al 2010).
Die gezielte Reifebeschleunigung mittels Ethylen-Begasung könnte auch Vorteile in der Obstverarbeitung bringen. Viele Früchte werden aus erntetechnischen und ökonomischen Gründen unreif geerntet. Werden diese Früchte verarbeitet, lässt die Qualität der Produkte Wünsche offen. Durch eine gezielte Ethylenbegasung könnte der Reifeprozess der Rohware beschleunigt und der Reifegrad verbessert werden. Zur Begasung werden üblicherweise Konzentrationen von 100-2000 ppm Ethylen (0,01-0,2%) über mehrere Tage (3-11 Tage) bei Temperaturen von 5-25 °C eingesetzt.
Ziel dieser Arbeit (DENK et al. 2020) war herauszufinden, welchen Einfluss eine Ethylenbegasung auf Kern-, Stein- und Beerenobst hat und ob sich dadurch die daraus hergestellten Produkte signifikant verbessern lassen.

Material und Methoden

Obst: Für die Untersuchungen wurden Kernobst (Äpfel - *Ananasrenette, Ilzer Rosenapfel*), Steinobst (Kornelkirschen – Sämling und *Jolico*) und Beerenobst (Brombeeren) vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg herangezogen. Die Früchte wurden generell unreif geerntet und anschließend die reifen Früchte noch aussortiert.

Reifebestimmung: Zur Bestimmung des Reifegrades wurden von jeweils 10 Früchten die Festigkeit (Standpenetrometer Mecmesin AFG 500N, Fa Mecmesin (Villigen-Schwenningen, Deutschland)), lösliche Trockensubstanz (°Bx) mittels Refraktometer, Titrierbare Säure (Titration mit 0,1n Natronlauge bis pH-Wert 8,1 (ber. Als Weinsäure)), Stärkewert, Farbwerte (Spectralphotometer CM-3500d bzw. CM-5 (Fa. Konica Minolta, Wien, Österreich) sowie die Gehalte ausgewählter Kohlenhydrate und Säuren der Früchte vor und nach der Behandlung ermittelt.

Verarbeitung: Um den Einfluss der Behandlung auf die sensorischen Eigenschaften der Produkte zu ermitteln, wurde aus den verschiedenen Varianten (behandelt bzw. nicht behandelt) bei Apfel (jeweils 40 kg pro Variante) naturtrüber Apfelsaft und aus Kornelkirschen (jeweils 10 kg pro Variante) Konfitüre (Fruchtanteil: 50%, 61 °Bx) hergestellt. Alle Versuche wurden in zweifacher Wiederholung durchgeführt.

Ethylenmessung und Begasung: Ethylen wurde mittels X-am 8000 (Fa. Dräger, Lübeck, Deutschland) (Handmessgerät mit Pumpe und Pumpenaufsatz zur Messung in Behältern) in einem 57 L Kunststoffbehälter gemessen. Zur Begasung wurde Ethylengas (Ethylen 3.0, 10 L Gasflasche, Fa. Linde Gas

GmbH, Stadl-Paura, Österreich) verwendet. In Vorversuchen im Kleinmaßstab wurden geeignete Ethylenkonzentrationen ausgewählt. Die Begasungskonzentrationen lagen jeweils zwischen 3000-6000 ppm (0,3-0,6 %), (Behandlungsdauer: 1-8 Tage bei Raumtemperatur (ca. 23 °C).

Sensorische Beurteilung: Die Produkte wurden mittels Dreieckstest und unstrukturierter Skala beurteilt und bewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss der Begasung auf Reifeparameter: Bei Apfel (z.B.: *Ananasrenette*) nahmen während der 8 tägigen Behandlung mit 0,5 % Ethylen der Stärkewert etwas zu (von 6 auf 8) und der Streifindex geringfügig ab (von 0,11 auf 0,09). Der Wert der Titrierbaren Säure (TA) als auch die lösliche Trockensubstanz (°Bx) änderten sich nur geringfügig. Die Abnahme der TA als auch die Zunahme der °Bx waren nicht signifikant. Auch die Änderung der Farbe- und Festigkeitswerte war auf Grund der Inhomogenität der Rohware nicht signifikant. Die Festigkeitswerte nahmen während der Lagerung bei *Ilzer Rosenapfel* stärker ab als bei der *Ananasrenette*. Generell waren die Veränderungen während der Lagerung auf die Reifeparameter bei der Sorte *Ilzer Rosenapfel* stärker ausgeprägt als bei der Sorte *Ananasrenette*. Vermutlich war der generelle höhere Reifegrad des *Ilzer Rosenapfels* gegenüber der *Ananasrenette* der Grund dafür.
Auch bei den Kornelkirschen wurde eine deutliche Abnahme der Festigkeit während der Lagerung beobachtet. Die Begasung verstärkte diesen Effekt. Auch bei den anderen Reifeparametern wurden die gleiche Trends, wie bei Apfel beschrieben, beobachtet. Nur bei den Brombeeren kam es durch die Begasung und Lagerung zu einem signifikanten Abfall der Titrierbaren Säure.

Einfluss der Begasung auf die Gehalte ausgewählter Säuren und Kohlenhydrate: Generell nahmen die Gehalte der untersuchten Säuren bei der *Ananasrenette* während der Lagerung zu (z.B.: Milchsäure: + 42%, Oxalsäure: +35%). Die Gehalte der Brenztraubensäure hingegen sanken um ca. 50%. Die Veränderungen wurden auch bei den nicht behandelten Varianten beobachtet. Die Begasung verstärkte jedoch die Veränderungen verglichen zu den Vergleichsvarianten.
Die Kohlenhydratanalysen ergaben, dass die Gehalte an Glucose, Fructose und Sorbit etwas sanken, jedoch Maltose, Myo-Inositol und Xylitol während der Lagerung leicht anstiegen. Ethylen verstärkte den Effekt. Kaum Unterschiede wurden beim Saccharosegehalt festgestellt.
Bei den Kornelkirschen stieg der Galactoronsäuregehalt während der Lagerung signifikant an. Die Begasung hatte dabei einen zusätzlichen positiven Effekt. Generell sind die gemessenen Ergebnisse starken Schwankungen unterworfen. Um eine genaue Beurteilung der Veränderungen der Säure- und Kohlenhydratgehalte während der Lagerung und Begasung machen zu können, sind weitere Untersuchungen und größere Probenmengen notwendig.

Einfluss der Begasung auf die sensorischen Parameter: Die Behandlung mit Ethylen wirkte sich nicht signifikant auf die sensorischen Parameter aus. Tendenziell wurden bei *Ananasrenette* die nicht begasten Varianten und bei *Ilzer Rosenapfel* die begasten Varianten besser bewertet. Der Einfluss von Ethylen scheint somit event. auch vom Ausgangsreifegrad des Apfels abhängig zu sein. Je reifer die Frucht bereits ist, desto besser der Effekt auf die sensorischen Parameter.
Bei den Kornelkirschenkonfitüren konnten bei der Verkostung keine signifikanten Unterschiede bedingt durch die Begasung festgestellt werden.

Schlussfolgerungen: Die Ergebnisse zeigen, dass das ursprüngliche Ziel mittels Ethylenbegasung den Reifeprozess von Kern-, Stein- und Beerenobst zu beschleunigen und damit eine gleichmäßigere reifere Rohware für die Verarbeitung zu erhalten mit den gewählten Parametern nicht erreicht werden konnte. Der Effekt der Lagerung über mehrere Tage war oft größer als der Effekt der Begasung per se. Tendenziell wird der Reifungsprozess mittels Ethylenbegasung beschleunigt. Die erhofften Auswirkungen auf die sensorischen Parameter der Produkte blieben jedoch aus.
Weiters wurde beobachtet, dass die Gesundheit der Rohware eine wichtige Rolle bei der Behandlung während der Lagerung spielt. Die Früchte sollten gesund und trocken sein. Bei Kornelkirsche wurde bei einigen Varianten bereits nach wenigen Tagen Schimmelwachstum festgestellt, weil die Früchte nicht trocken waren. Ein Trocknungsschritt vor der Begasung wird daher von den Autoren empfohlen.

Während bei Kernobst eine Lagerdauer von 7-8 Tagen angestrebt werden kann, sollte bei Stein- und Beerenobst die Behandlung auf max. 5 Tage ausgedehnt werden.

Zusammenfassung

In diesem Versuch wurde untersucht in wie weit mittels Begasung mit Ethylen der Reifungsprozess von Verarbeitungsware beschleunigt und so die Qualität der daraus hergestellten Produkte verbessert werden kann. Für die Untersuchungen wurden Kern-, Stein- und Beerenobst (Apfel, Kornelkirsche, Brombeere) herangezogen. Weiters wurden Reifeparameter definiert anhand derer der Reifungsprozess beschrieben wurde. In Vorversuchen wurden die optimalen Ethylenkonzentrationen und Behandlungsdauer ermittelt. In einem zweiten Schritt wurden dann naturtrüber Apfelsaft und Konfitüre aus den verschiedenen Varianten hergestellt und einer sensorischen Beurteilung unterzogen.
Die Ethylen-Begasung der Früchte erfolgte mit einer Konzentration von 0,3 bis 0,6% (3000-6000 ppm) über 1-8 Tage bei Raumtemperatur bei ca. 23 °C. Die Änderung der Reifeparameter während der Lagerung mit bzw. ohne Begasung war unterschiedlich stark ausgeprägt. Zum Teil konnte mit Ethylen der Reifungsprozess beschleunigt werden. Die Verkostung der Produkte ergab jedoch keine signifikante Verbesserung der sensorischen Parameter innerhalb der gewählten Prozessparameter.

Abstract

The goal of this study was to test the effect of an ethylene treatment of pomaceous, stone and berry fruits (apple, cornelian cherry, blackberry) allocated for processing on the ripening process and the quality of the fruits in order to increase the quality of the products made of theses fruits. Ripening parameters were defined to describe the ripening progress. In pretests the optimal ethylene concentrations and duration of treatment were fixed. In a second step cloudy apple juice and jam were made from the variants. The sensory parameters of the products were analysed.
The treatment of the fruits were done by means of a ethylene concentration of 0,3-0,6 % (3000-6000 ppm) for 1-8 days at room temperature (about 23 °C). The ripening parameters changed variably depending on fruit, ethylene concentration and duration during storage. Ethylene increased the ripening process in some cases. Sensory tests however showed no significant improvement of product quality within the selected processing parameters.

Literatur

KLEE, HJ. and GIOVANNONI, JJ. 2011: Genetics and Control of Tomato Fruit Ripening and Quality Attributes. Annual Review of Genetics 45: 41-59; DOI: 10.1146/annurev-genet-110410-132507
BUCCHERI, M. and CANTWELL, MI. 2016: Fruit Ripening Conditions Affect the Quality of Sliced Red Tomatoes. Acta Horticulturae 1141 ISHS 2016: 159-166
BECATTI, E., RANIERI, A., CHKAIBAN, L. and TONUTTI, P. 2010: Ethylene and Wine Grape Berries: Metabolic Responses Following a Short-Term Postharvest Treatment. Acta Horticulturae 884 (25) ISHS 2010: 223-227
DENK, A, HERZINGER, T und PREISS, M. 2020: Ethylen – Reifebeschleunigung von Obst für die Verarbeitung. Diplomarbeit an der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg

Adressen der Autoren

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Prof. HR DI Dr. Manfred Gössinger, manfred.goessinger@weinobst.at

Einfluss der Verstärkung unter Vakuum bei der Herstellung von Erdbeerbränden

Impact of fortification under vacuum conditions during the production of strawberry distillates

Manfred Gössinger[1*], Peter Neussl[1], Clemens Sperk[1], Walter Brandes[1],
Reinhard Baumann[1] & Henry Jäger[2]

Einleitung

Die Vakuumdestillation gewann in den letzten Jahren bei Obstdestillaten in Österreich an Bedeutung. Sowohl in Batch als auch in kontinuierlichen Anlagen werden vermehrt verschiedene Obstdestillate hergestellt. Durch die Verschiebung der Siedepunkte von wichtigen Aromastoffen mittels Druckreduktion von Umgebungsdruck (ca. 1000 mbar) auf 500 bzw. 300 mbar wird versucht fruchtigere Produkte bei niedrigeren Temperaturen herzustellen. Die bisherigen Ergebnisse mit Vakuumanlagen zeigen jedoch, dass die Konsumenten die vakuumgebrannten Destillate den konventionellen Produkten meist nicht vorziehen (KUENZ 2017; GRAF et al. 2020). Die Konsumenten bevorzugen aromaintensivere Brände. Die sehr gute aber dezente Aromatik der Vakuumbrände spielt hier eine geringere Rolle.
Ziel dieser Arbeit (NEUßL und SPERK 2019) ist der Versuch die Intensität der Vakuumbrände mittels geringerer Verstärkung als bisher zu verbessern. Weiters sollten zwei Vakuumbrennereianlagen miteinander verglichen werden.

Material und Methoden

Obst: Für die Untersuchungen wurden 3000 kg gefrorene Erdbeeren vom Handel (Sortengemisch) herangezogen. Die Rohware wurde von der Firma INVIVO SPIRITS GmbH, Wien) zur Verfügung gestellt.

Verarbeitung: Die Erdbeeren wurden aufgetaut und nach guter Herstellungspraxis eingemaischt und mittels Zusatz von Reinzuchthefen (Aroma plus, Fa. Schliessmann, Schwäbisch Hall, Deutschland) gekühlt (14-16 °C) vergoren.

Destillation: Die Destillation von jeweils 100 L Maische erfolgte mittels einer Vakuum-Brennereianlage von Kothe (Anlage 1) (Eislingen, Deutschland) (Blasengröße: 150 L, mit 3 Verstärkerböden und einem Dephlegmator) der Firma Cool Spirits GmbH (Senftenberg), welche für diese Versuche zur Verfügung gestellt wurde bzw. einer Vakuum-Brennereianlage von CARL (Anlage 2) (Eislingen, Deutschland) (Blasengröße: 122 L, mit 3 Verstärkerböden und einem Dephlegmator) der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg im Gegenstromverfahren.
Die Verstärkung wurde manuell so gesteuert, dass entweder auf niedrigem Niveau (53-67%vol) bzw. auf hohem Niveau (73-87%vol) verstärkt wurde. Es wurde dabei darauf geachtet (Einstellung der Dephlegmatortemperatur) (steigender Rückfluss während der Destillation), dass der Alkoholgehalt bis weit in den Nachlauf auf dem jeweiligen Niveau gehalten wurde. Üblicherweise nimmt bei gleichbleibendem Rückfluss der Alkoholgehalt während des Destillationsprozesses ab. Der Druck wurde bei Anlage 1 in den Stufen Umgebungsdruck (ca. 1000 mbar), 500 mbar und 100 mbar je Variante und bei Anlage 2 mit 500 mbar eingestellt.
Die Brände wurden in 150 ml Fraktionen aufgefangen und die Vor- und Nachlauffraktionen sensorisch ermittelt und abgetrennt. Die Mittellauffraktionen wurden vereint und auf 40 %vol eingestellt. Die chemische und sensorische Analyse der Brände erfolgte nach 2-6 wöchiger Lagerung.

Analysen: Die Brände wurden mittels GCMS und GCFID chemisch auf ausgesuchte Aromastoffe (z.B.: Höhere Alkohole, Ester) untersucht. Die Probenaufbereitung und Analysen fanden im Labor der HBLA und BA für Wein- und Obstbau statt.
Die sensorische Analyse erfolgte in 2 Stufen. Im ersten Schritt wurde mittels einer analytischen Methode (Free Choice Profiling) im Sensoriklabor der BOKU geeignete Deskriptoren definiert. Im zweiten

Schritt wurde mittels einer affektiv/hedonistischen Methode (Konsumententest) an der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg und an der BOKU insgesamt 98 Personen zur Bewertung herangezogen.

Statistische Auswertung: Alle Versuche wurden mindestens in zweifacher Wiederholung durchgeführt. Die Auswertung erfolgte mittels Excel, SPSS und Sensotools.NET von OP&P Product Research.

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss des Drucks: Die Gehalte der jeweiligen Inhaltsstoffe der Brände lagen mit Ausnahme vom Methanolgehalt (dieser lag etwas über den erlaubten 1000 mg/100 ml r. Alk) im gesetzlichen Rahmen. Der Destillationsdruck (Vakuum) hatte auf einige Inhaltstoffe einen positiven Effekt (positive Korrelation: niedrigerer Gehalt bei niedrigerem Druck) (z.B.: Hexanal) und auf andere einen negativen Effekt (negative Korrelation: höherer Gehalt bei niedrigerem Druck) (z.B.: Methanol). Einige Inhaltsstoffe wurden nicht signifikant verändert (z.B.: 1-Propanol).
Der Einfluss des Prozessdruckes auf die sensorischen Parameter der Brände kann zusammengefasst so beschrieben werden: Mit abnehmendem Druck werden viele die für die Typizität der Erdbeere wichtigen Aromastoffe in geringerem Ausmaß überdestilliert. Die Beschreibung der Brände verschiebt sich von „typisch", „fruchtig" und „frische Erdbeere" hin zu „künstlich" und „stechend".

Einfluss der Verstärkung: Auch die Verstärkung wirkte sich unterschiedlich auf die Inhaltsstoffe aus. Generell wurde jedoch mit zunehmender Verstärkung eine Abnahme der Gehalte ausgewählter Inhaltsstoffe gegenüber den konventionell gebrannten Produkten beobachtet (z.B.: Mesifuran).
Der Einfluss der Verstärkung auf die sensorischen Kennzahlen (Free Choice Profiling) konnte nur bei der Anlage 2 (500 mbar) signifikant beurteilt werden. Hier wurden die weniger verstärkten Brände signifikant besser beurteilt. Bei allen anderen Varianten konnte kein signifikanter Unterschied bedingt durch die veränderte Verstärkung festgestellt werden.

Vergleich der Brennereianlagen: Die Anlagen wurden bei 500 mbar verglichen. Die Inhaltsstoffe verhielten sich zum Teil unterschiedlich. Die Ursache könnte einerseits an der unterschiedlichen Kupferoberfläche und andererseits an den unterschiedlichen Reinigungsprozessen der Anlagen liegen.
Die beste sensorische Bewertung erhielt ein Brand der Anlage 2 (500 mbar) bei niedriger Verstärkung.

Tabelle 1: Sign. Einfluss einer Verringerung der Verstärkung auf ausgewählte Inhaltsstoffe des Mittellaufes (↑ Anstieg, ↓ Abnahme)

	Konzentration				Masse			
	100 mbar	500 mbar	Vakuum gesamt	Atmosphäre	100 mbar	500 mbar	Vakuum gesamt	Atmosphäre
Methanol						↓	↓	
1-Propanol						↓	↓	
Iso-Butanol			↑			↓	↓	
1-Butanol						↓	↓	
Iso-Pentanole						↓	↓	
Mesifuran	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
2-Methylbutansäureethylester	↑							
Hexansäuremethylester	↑							
Hexansäureethylester	↑							
Butensäureisoamylester	↑							
Linalool						↓		
Zimtsäuremethylester		↑	↑			↑	↑	↓
Nerolidol	↑				↑			
γ-Decalacton	↑	↑	↑		↑	↑	↑	

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die Bestimmung des Einflusses von verringertem Prozessdruck (Vakuum) (100-1000 mbar) auf die sensorischen und chemischen Parameter von Erdbeerbränden. Es wurden dabei 2 Vakuumanlagen miteinander verglichen.
Der Einsatz von Vakuumtechnik bei der Herstellung von Erdbeerbränden zeigt, dass das Destillationsverhalten ausgewählter Inhaltsstoffe unterschiedlich auf die Druckveränderung reagierte: manche wurden verstärkt, andere abgeschwächt. Die sensorische Bewertung mittels analytischer und affektiv/hedonistischer Methoden ergab, dass mit abnehmendem Druck die für das Erdbeeraroma wichtigen Inhaltsstoffe nicht so gut überdestilliert wurden wie bei den Varianten mit dem konventionell eingesetzten Umgebungsdruck. Auch die unterschiedliche Verstärkung (geringere Verstärkung) wirkte sich nur bei einer Anlage bei 500 mbar positiv auf die sensorischen Eigenschaften des Erdbeerbrandes aus.

Abstract

The goal of this study was the determination of the impact of reduced process pressure (vacuum) (100-1000 mbar) on sensory and chemical parameters of strawberry distillates. Two vacuum-distilleries were compared.
The use of vacuum technique in the production of strawberry distillates shows that the distillation properties of selected aroma components react differently according to the pressure changes: some increased, others decreased. The sensory evaluation of the distillates by means of analytical and affective/hedonistic methods offered that the important aroma components of strawberry suffer more and more with increasing vacuum. Even less fortification did only improve the quality of the strawberry distillates in one of the distilleries at 500 mbar.

Literatur

NEUßL, P und SPERK C. 2019: Praxistest und Weiterentwicklung einer neuartigen Vakuumdestillationsanlage und Untersuchung des Einflusses der Verstärkung auf das Aromaprofil eines mittels Vakuumdestillation gewonnenen Erdbeerbrandes. Universität für Bodenkultur Wien, Masterarbeit
KUENZ, F. 2017: Vakuumdestillation-Vergleich mit bestehenden Verfahren am Beispiel Apfelbrand. Universität für Bodenkultur Wien, Masterarbeit
GRAF, M., GÖLLES, D., MACHHOLZ, T., KUENZ, F., BRANDES, W., BAUMANN, R., JÄGER, H. und GÖSSINGER, M. 2020: Einfluss von Vakuumdestillation auf sensorische und analytische Parameter von Obstbränden. Mitteilungen Klosterneuburg (70): 157-187

Adressen der Autoren

[1] Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg

[2] Universität für Bodenkultur, Institut für Lebensmitteltechnologie, Muthgasse 18, 1190 Wien

[*] Ansprechpartner: Prof. HR DI Dr. Manfred Gössinger, manfred.goessinger@weinobst.at

Die Leitfähigkeit als Messgröße in der Qualitätskontrolle von Obstbränden

Conductivity as indicator in quality control in fruit distillates

Manfred Gössinger[1*], Andreas Liebminger[2], Christiane Donabaum[1],
Cordula Klaffner[1] & Monika Graf[1]

Einleitung

Die Leitfähigkeit (Konduktivität) ist der Kehrwert des Widerstandes (1/R = I/U (Stromstärke pro Spannung)) und beschreibt eine physikalische Größe, die angibt wie ein Stoff den elektrischen Strom leitet (abhängig von Kationen und Anionen bei Flüssigkeiten). Die Einheit der Leitfähigkeit ist S (Siemens)/cm, bei Destillaten werden meist µS/cm angegeben. Der Wert der Leitfähigkeit wird von vielen Faktoren (z.B.: Alkoholgehalt, Temperatur) beeinflusst.
Die Leitfähigkeit wird schon seit Jahren als Hilfsmittel im Zuge der sensorischen Erkennung des Umschaltpunktes vom Mittellauf zum Nachlauf (N-Punkt) bei der Destillation verwendet. Der Zusammenhang zwischen Leitfähigkeitsanstieg und N-Punkt wurde schon 2009 von Donabaum beschrieben (DONABAUM 2009). Eine genaue Vorhersage des N-Punktes anhand der Leitfähigkeitswerte gelang auf Grund der Genauigkeit des Messgerätes und unterschiedlicher Niveaus im Zuge der Destillationen jedoch nicht.
Ziel dieser Arbeit war es daher die Messung der Leitfähigkeit sowie die Einflussfaktoren auf diese zu optimieren. Weiters wurde untersucht, in wie weit die Leitfähigkeitsmessung zur Beurteilung der Maischequalität herangezogen werden kann.

Material und Methoden

Obst: Für die Untersuchungen wurde Kern- und Steinobst vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg als auch von der Brennerei Edelbrände Liebminger in Paasdorf herangezogen.

Verarbeitung: Das Obst wurde nach guter Herstellungspraxis eingemaischt und mittels Zusatz von Reinzuchthefen (Oenoferm Freddo, Fa. Erbslöh, Deutschland) gekühlt (17-20 °C) vergoren. Die Destillation erfolgte mittels Brennereianlagen von CARL (Eislingen, Deutschland) der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg bzw. von Arnold Holstein (Markdorf, Deutschland) der Brennerei Edelbrände Liebminger in Paasdorf.

Leitfähigkeitsmessung: Die Bestimmung der Leitfähigkeit erfolgte mittels Handmessgerät (Multi 3620 IDS und einer Leitfähigkeits-Elektrode (TetraCon 925) (WTW, Weilheim, Deutschland)) bzw. Memosens CLS82D und Liquiline M CM42 (Endress + Hauser GmbH und Co.KG, Weil am Rhein, Deutschland). Die Messungen wurden entweder direkt nach dem Kühler in einem separaten Behälter (ca. 100-120 ml) bzw. in der Vorlage (ca. 250-300 ml) bzw. in den Fraktionsfläschchen, mithilfe derer der Brand in 100 bzw. 150 ml Fraktionen aufgefangen wurde, innerhalb einer Stunde gemessen.

Ergebnisse und Diskussion

Verlauf der Leitfähigkeit während der Destillation: Die Werte der Leitfähigkeit der Destillatfraktionen variieren während der Destillation in Abhängigkeit von mehreren Faktoren. Üblicherweise werden Maischen von den Abfindungsbrennern einige Wochen nach Gärende abdestilliert. Die Erfahrung der Autoren über viele Jahre zeigt, dass verdorbene Maischen mit bereits deutlichem Essigsäuregehalt höhere Werte der Leitfähigkeit im ML aufweisen als gute Maischen. Das Destillationsverhalten von Essigsäure bei der Gleichstrom- und Gegenstromdestillation sind in Abbildung 1 und 2 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass bereits im Mittellauf Essigsäure überdestilliert wird. Die Qualität des von der Destillation einer verdorbenen Maische entstandenen Destillates ist dementsprechend schlechter. Aber auch andere flüchtige Säuren beeinflussen die Leitfähigkeit während der Destillation. Ein höherer Leitfähigkeitswert während der Destillation kann daher nicht unbedingt als Indiz für eine schlechte Maische gelten. Es

werden derzeit weitere Untersuchungen hinsichtlich Einflussfaktoren auf den Verlauf der Leitfähigkeit während der Destillation durchgeführt.

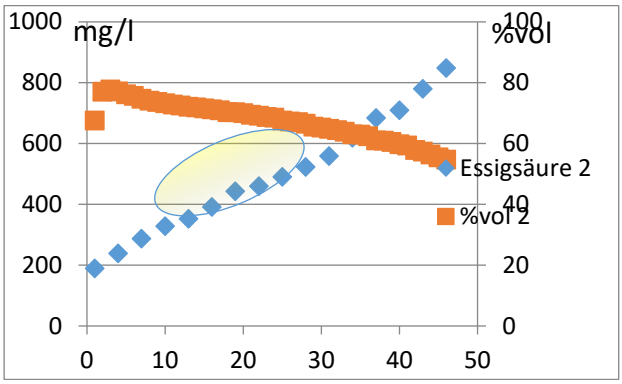


Abbildung 1: **Konzentration an Essigsäure in den Fraktionsfläschchen (150 ml) im Zuge der Gleichstromdestillation von Holunderraubrand (50 l: 2759 mg/l Essigsäure, 19,9 %vol), Mittellauf ist gelb markiert**

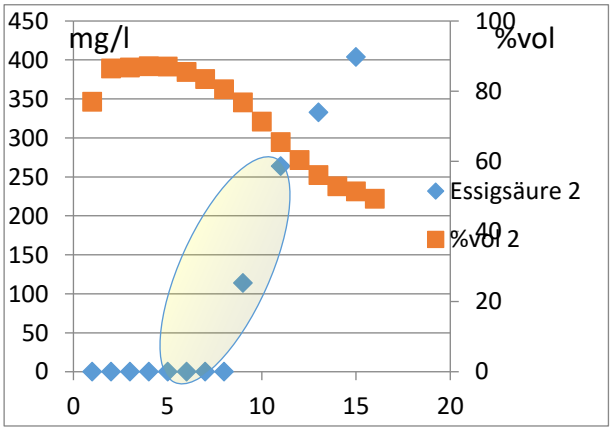


Abbildung 2: **Konzentration an Essigsäure in den Fraktionsfläschchen (100 ml) im Zuge der Gegenstromdestillation einer verdorbenen Quittenmaische (50 l), Mittellauf ist gelb markiert**

$$t_{PT} = f'(C): \quad \frac{dC}{dt} \geq \frac{dC}{dt}\Big]_{t=t_0} + 3\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{dC_i}{dt_i} - \frac{d\bar{C}}{d\bar{t}}\right)^2} \quad (1)$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{\sum(t-\bar{t})\cdot(C-\bar{C})}{\sum(t-\bar{t})^2} \quad (2)$$

t_{PT} time at point of tails (PT); N ··· number of sampling points; t ··· one-time sample within 5 s; $\bar{t}$ ··· mean value of 5-time samples within 30 s; C ··· one conductivity sample within 5 seconds; $\bar{C}$ ··· mean value of 5 conductivity samples within 30 s.

Abbildung 3: **N-Punkt Berechnung nach LIEBMINGER et al 2020**

N-Punkt-Erkennung: Die Versuchsergebnisse von Liebminger (LIEBMINGER et al. 2020) zeigen, dass mittels Onlinemessung der Leitfähigkeit während der Destillation unmittelbar nach dem Kühler anhand

des Verlaufes der Leitfähigkeit der N-Punkt auch automatisch ermittelt werden kann (Abbildung 3). Es wird dabei die Veränderung der Leitfähigkeit pro Zeit und nicht ein Absolutwert zur Bestimmung des N-Punktes herangezogen. Damit ist das Niveau des Verlaufes der Leitfähigkeit nicht mehr relevant. Wichtig ist dabei der Ort und die Frequenz der Messung (6-12 Messungen pro Minute).

Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen mögliche Einsatzbereiche der Leitfähigkeitsmessung in der Qualitätskontrolle in Obstbrennereien. Der Verlauf der Leitfähigkeit während der Destillation ist von vielen Parametern abhängig. Die Qualitätsbeurteilung der Maische anhand des Verlaufes der Leitfähigkeit bei der Destillation (niedriges Niveau bei guten Maischen und hohes Niveau bei verdorbenen Maischen) kann daher nur bei bestimmten Bedingungen vorgenommen werden. Die Bestimmung des Nachlaufabtrennzeitpunktes (N-Punkt) mittels Leitfähigkeitsmessung kann jedoch mittels der vorgestellten Methode sehr treffsicher und automatisiert durchgeführt werden. Wichtig ist dabei der Ort (unmittelbar nach dem Kühler) und die Häufigkeit der Messung (Frequenz: 6-12 Messungen pro Minute).

Abstract

The results of this study show appropriate applications of the conductivity measurement in quality control of fruit distilleries. The trend of conductivity during distillation depends on many parameters. The quality assessment of the mash by means of the level and trend of conductivity during the distillation process (low level for good mashes and high level for spoiled mashes) is only possible under special conditions. The unerring and automated determination of the tails separating point (N-point) by means of in-line conductivity measurement is described here. Very important is the place (immediately after the cooler) and the frequency of measuring (6-12 measurements per minute).

Literatur

DONABAUM C, 2009: Evaluierung chemischer und physikalischer Parameter zur Nachlaufabtrennung von Stein- und Kernobstdestillaten. Diplomarbeit BOKU

LIEBMINGER, A., HOLSTEIN, M., DIETRICH, V., GOESSINGER, M. (2020): Automated separation of tail fraction for fruit distillates by means of in- line conductivity measurement. *Int. J. Food Sci. Technol.,* 55: 3484-3492. https://doi.org/10.1111/ijfs.14682

Adressen der Autoren

[1] Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg

[2] Edelbrände Liebminger, Schwemmzeile 4, 2130 Paasdorf

[*] Ansprechpartner: Prof. HR DI Dr. Manfred Gössinger, manfred.goessinger@weinobst.at

Einfluss des Maischemanagements auf die Sensorik von Destillaten

Influence of mash management on the sensory properties of distillates

Cordula Klaffner* & Manfred Gössinger

Einleitung

Die Zugabe von Säuren zur Obstmaische ist heute üblich. Es wird empfohlen den pH-Wert der Maische auf 3,0 einzustellen um die Gefahr von Fehlgärungen zu minimieren. Die Aktivität der Hefen sowie deren Freisetzung von Aromen sind jedoch auch vom pH-Wert abhängig. In früheren Versuchen konnte gezeigt werden, dass die Maische-Ansäuerung einen Einfluss auf die sensorischen Parameter von Obstdestillaten hat (Krapfenbauer et al., 2007, Nusser, 2003). Ziel dieses Projektes ist es, die Auswirkung des Maischemanagements, also die Ansäuerung der Maische, die Gärtemperatur und den Einfluss des Destillierzeitpunktes auf die Sensorik zu untersuchen.

Material und Methoden

Rohware: Für den Versuch wurden 750kg reife Äpfel vom Versuchsgut Haschhof gewaschen und zerkleinert (Waschmahlanlage KWEM3000, Fa. Kreuzmayr, Wallern/Trattnach, Österreich), in Kunststoffbehälter mit 60 Liter Fassungsvermögen je 50kg Maische eingefüllt, je nach Variante mit Zugabe von Enzymen (Fructozym P, Fa. Erbslöh), Phosphorsäure (ortho-Phosphorsäure 85%, Fa. Carl Roth), Hefenährsalz (Vitamon Combi, Fa. Erbslöh) und Reinzuchthefe (Oenoferm Freddo, Fa. Erbslöh) eingemaischt und bei rund 16°C gekühlt bzw. bei Raumtemperatur (rund 22°C) vergoren. Der Versuch wurde in zweifacher Wiederholung durchgeführt.

Versuchsplan:

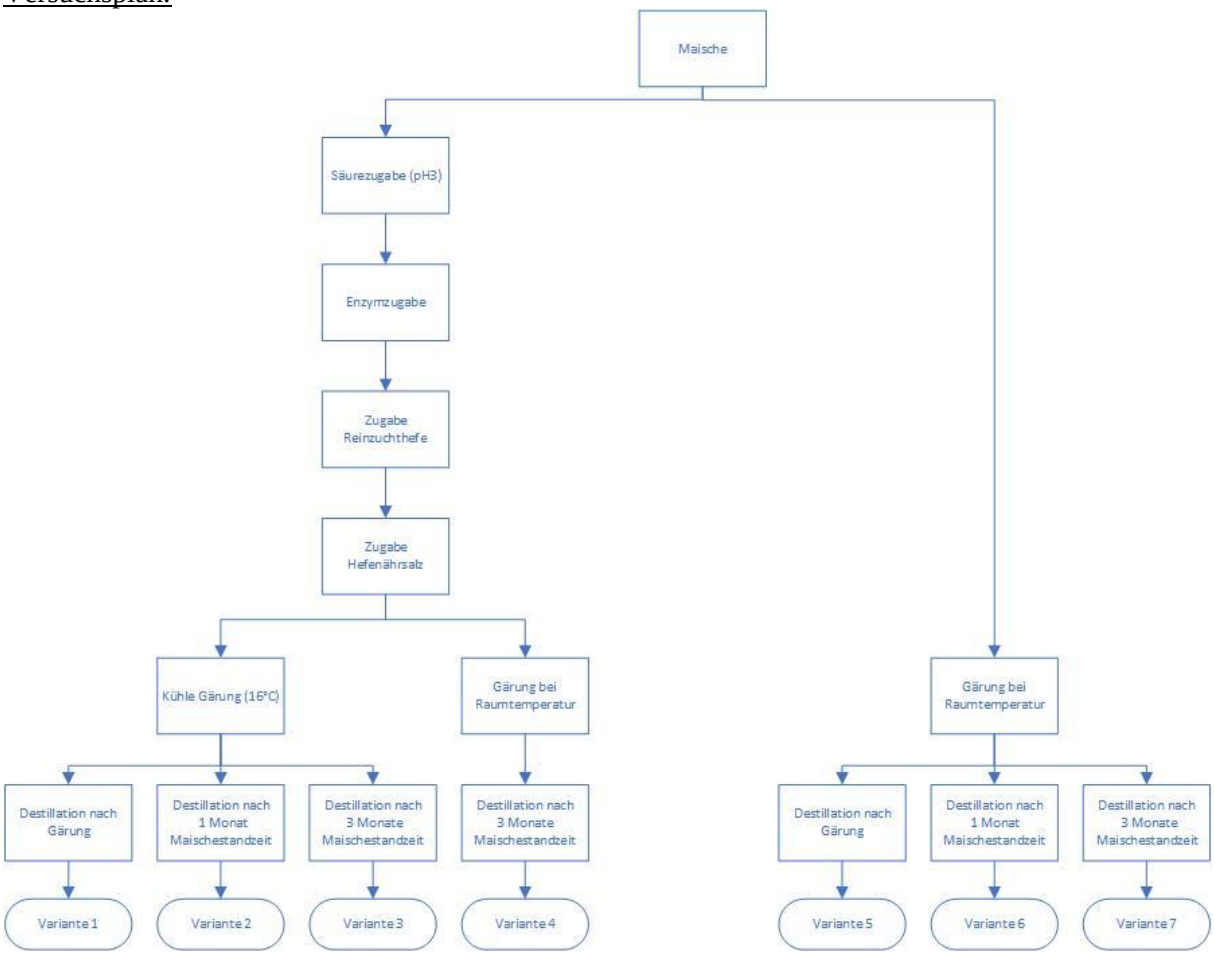


Abbildung 1: **Versuchsplan**

Für die Dauer der Maischestandzeit lagerten die Fässer bei Raumtemperatur (rund 22°C).

Destillatherstellung: Die Brände wurden mit einer Destillieranlage (Fa. Carl GmbH, Eislingen, Deutschland) mit 47 Litern Brennblasenvolumen, drei Verstärkerböden und Dephlegmator hergestellt. Die Beheizung der Brennblase erfolgte indirekt mit Wasserdampf. Der Feinbrand wurde in Fraktionen zu je 100ml aufgefangen. Die Fraktionen wurden sensorisch in Vor-, Mittel- und Nachlauf eingeteilt und zusammengefasst. Anschließend wurden die Mittelläufe mit entionisiertem Wasser auf 40% vol. eingestellt.

Analytik: Der Alkoholgehalt der einzelnen Fraktionen wurde durch die Messung der relativen Dichte mittels Biegeschwinger (Fa. Mettler Toledo, Wien, Österreich) bestimmt.

Sensorische Prüfmethoden: Die Unterschiede in den Varianten wurden mithilfe der unstrukturierten Skala von einem geschulten Panel von sechs Personen ermittelt. Die Auswertung erfolgte mit Excel und SPSS 26.

Ergebnisse und Diskussion

Die Verkostung innerhalb der Varianten ergab keine Unterschiede, sodass für die weitere sensorische Beurteilung die Wiederholungen vereint wurden.
Die Unterschiede zwischen den Varianten wurden mit der unstrukturierten Skala ermittelt. Folgende Parameter wurden abgefragt: Sauberkeit, Geruchsintensität, Geruchstypizität, Geschmacksintensität, Geschmackstypizität, Mundgefühl, Persistenz und Gesamturteil.
In der Sauberkeit und Geruchsintensität konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den sieben verschiedenen Varianten festgestellt werden. In der Geruchstypizität unterschieden sich die Varianten 1 (pH 3, kühle Gärung, sofortige Destillation) und 2 (pH 3, kühle Gärung, einmonatige Maischestandzeit) signifikant von der Variante 7 (spontane Gärung mit dreimonatiger Maischestandzeit). Die Geschmacksintensität wies signifikante Unterschiede der Varianten 2 (pH 3, kühle Gärung, einmonatige Maischestandzeit) und 4 (pH 3, Gärung bei Raumtemperatur, dreimonatige Maischestandzeit) zur Variante 7 (spontane Gärung mit dreimonatiger Maischestandzeit) auf. In der Geschmackstypizität unterschieden sich, wie auch in der Geruchstypizität die Varianten 1 (pH 3, kühle Gärung, sofortige Destillation) und 2 (pH 3, kühle Gärung, einmonatige Maischestandzeit) signifikant von der Variante 7 (spontane Gärung mit dreimonatiger Maischestandzeit). In der Persistenz sowie im Gesamturteil gab es signifikante Unterschiede zwischen Variante 1 (pH 3, kühle Gärung, sofortige Destillation) und Variante 7 (spontane Gärung mit dreimonatiger Maischestandzeit). Die Ergebnisse zeigten, dass die Maische-Ansäuerung sowie die Zugabe von Reinzuchthefe eine positive Auswirkung auf einige sensorische Parameter der Apfeldestillate hatten. Im Gegensatz dazu hatte die Vergärung mit nativem pH-Wert und ohne Zugabe von Reinzuchthefe in Kombination mit einer dreimonatigen Maischestandzeit nach Vergärung eine nachteilige Auswirkung auf einige sensorische Parameter. Bei der Vergärung mit nativem pH-Wert und nach sofortiger bzw. einmonatiger Maischestandzeit konnten keine signifikanten Unterschiede zu den anderen Varianten nachgewiesen werden.

Zusammenfassung

Äpfel vom Versuchsgut Haschhof wurden mit unterschiedlichen pH-Werten und unterschiedlichen Zusätzen eingemaischt, entweder kühl oder bei Raumtemperatur vergoren und zu verschiedenen Zeitpunkten destilliert. Die sensorischen Unterschiede zwischen Maischen, die angesäuert und mit Enzymen, Reinzuchthefe und Hefenährsalz kühl vergoren und sofort oder nach einmonatiger Maischestandzeit destilliert wurden und jener Maische, die bei nativem pH-Wert ohne Hefezusatz und nach dreimonatiger Maischestandzeit destilliert wurde konnten teilweise signifikant aufgezeigt werden. Eine Spontangärung in Kombination mit einer längeren Maischestandzeit wirkte sich negativ auf die sensorischen Parameter des Apfeldestillates aus.

Abstract

Apples from “Haschhof” were mashed with different pH values and different additives, fermented either cool or at room temperature, and distilled at different times. The sensory differences between mashes that were acidified and cool fermented with enzymes, pure cultured yeast and yeast nutrient salt and

distilled immediately or after a one-month maceration period and those mashes that were distilled at native pH without yeast addition and after a three-month maceration period were shown to be significant in some cases. A spontaneous fermentation in combination with a longer storage has a negative effect on the sensory parameters of apple distillates.

Literatur

KRAPFENBAUER G., SÄMANN H, KARNER M, GÖSSINGER M, 2007: Einfluss verschiedener Parameter bei der Ernte und Verarbeitung von Obstmaischen auf den Methanolgehalt sowie auf sensorische Parameter von Obstdestillaten. Mitt. Klbg. 57: (2): 94 – 107

NUSSER R, 2003. Einfluss technologischer Verfahren auf sensorisch und toxikologisch relevante Inhaltsstoffe von Obstmaischen und daraus hergestellten Destillaten. Dissertation TU München

Adressen der Autoren

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartnerin: Cordula Klaffner, BA, cordula.klaffner@weinobst.at

Einfluss von Kaliumpolyaspartat auf die Weinsteinstabilität bei Traubensaft

Influence of potassium polyaspartate on tartaric stability in grape juice

Cordula Klaffner*, Susanne Schneider, Mario Strauß & Manfred Gössinger

Einleitung

Die Weinsteinstabilisierung stellt sowohl bei Wein als auch bei Traubensaft einen wesentlichen Teil der Wein- bzw. Saftbereitung dar. Grundsätzlich wird zwischen subraktiven und additiven Verfahren unterschieden. Untersuchungen an Weißweinen (Rheinriesling und Chardonnay) zeigten, dass die Zugabe von Kaliumpolyaspartat (KPA) den Weinsteinausfall bei einer Lagerung von 175 Tagen bei 2°C verhindern konnte (Eder et al, 2019). Die Zugabe von KPA ist bei Wein rechtlich zugelassen. Bei Traubensaft ist der Zusatz noch nicht rechtlich abgedeckt. Ziel dieser Arbeit war es, die weinsteinstabilisierende Wirkung von KPA bei weißem und rotem Traubensaft zu testen. Die Proben wurden bei 4°C und 20°C gelagert und monatlich analysiert.

Die elektrochemische Leitfähigkeit hängt von den gelösten Ionen einer Lösung ab, welche in Wein sowie Traubensaft durch Kaliumhydrogentartrat (KHT) reichlich vorhanden sind. Beim Minikontaktverfahren wird die Leitfähigkeit zur Analyse des Sättigungsgrades herangezogen, um somit den Grad der Stabilität abzuschätzen. Generell ist in Traubensaft mit mehr KHT zu rechnen als in Wein, was auf den nicht vorhandenen Alkoholgehalt zurückzuführen ist. Der Abfall der Leitfähigkeit ist bei Traubensaft viel stärker als bei Wein. Instabile Weine zeigen einen Leitfähigkeitsabfall von <100 µS. bei Traubensäften können Leitfähigkeitsabnahmen >300 µS auftreten (Goettert Software, o.J.).

Material und Methoden

Material:
Traubensaft rot: 4700 kg rote Trauben (gemischt, konventionell) aus schuleigener Produktion (Klosterneuburg, Langenzersdorf) wurden gerebelt, mit L-Ascorbinsäure (Filtra Ascorbinsäure, Fa. Lallemand) und Enzym (Vinozym FCE G, Fa. novozymes) versetzt, auf 50-55°C erwärmt und nach zwei Stunden Maischestandzeit gepresst. Nach der Rückkühlung mittels Wärmetauscher auf 20°C wurde der Traubensaft mithilfe eines Enzymproduktes (Novoclair speed, Fa. novozymes) und Bentonit (3g/l) (NaCalit PORE-TEC, Fa. Erbslöh) geklärt und abgezogen.
Traubensaft weiß: 1712 kg weiße Trauben (gemischt, konventionell) aus schuleigener Produktion (Klosterneuburg) wurden gerebelt, mit L-Ascorbinsäure (Filtra Ascorbinsäure, Fa. Lallemand) und Enzym (Vinozym FCE G, Fa. Novozymes) versetzt, gepresst und mithilfe von einem Spezialenzym (Tenolin Frio-DF, Fa. Erbslöh), Gelatine (Filtragel Spezial, Fa. Lallemand) und Bentonit (2g/l) (Na-Bentonit Bentosol Protect, Fa. Lamothe-Abiet) geklärt und anschließend abgezogen.
Stabilisierungsmittel: Kaliumpolyaspartat-basierte Lösung zur Weinsteinstabilisierung in Wein (Zenith Uno, Fa. Enartis). Eine Zugabe von 100ml/hl ergibt die in der EU bei Wein zulässige Höchstmenge von 10g/hl.

Methoden:
Kältestabilisierung: Roter und weißer Traubensaft wurden vier Tage bei -4°C gelagert, aufgetaut und anschließend filtriert (Crossflow-Filter Oenoflow HS, Fa. Pall, Brasilien)
Minikontaktverfahren: Weinsteinsättigung mittels Check Stab: Die zu untersuchende Probe wurde auf 0°C gekühlt und mit Kontaktweinstein (1g/100ml bei weißem Traubensaft, 2g/100ml bei rotem Traubensaft) versetzt. Nach der Zugabe des Kontaktweinsteins wurde die Leitfähigkeitsabnahme mittels einer Pt-Elektrode vollautomatisch gemessen und aufgezeichnet. Die Analysen wurden in Doppelbestimmung durchgeführt.
Weinsteingewichtermittlung: Die Proben wurden über einen Faltenfilter (595 1/2, Fa. Schleicher&Schuell) abgeseiht, der Filter im Trockenschrank bei 70°C drei Stunden getrocknet und nach Abkühlung verwogen.

Versuchsplan:

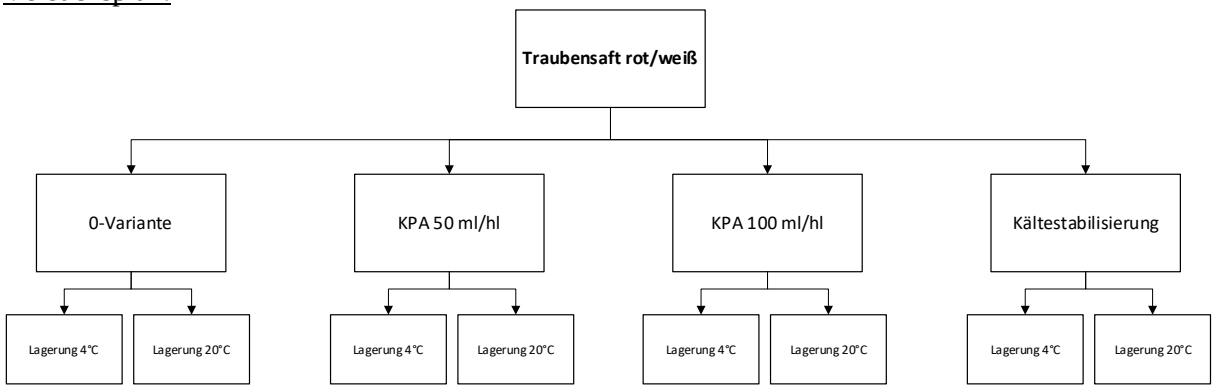


Abbildung 1: **Versuchsplan**

Die verschiedenen Varianten wurden filtriert (Schichtenfilter, Fa. Seitz, Deutschland), in Flaschen (0,5l bzw. 1l) gefüllt, verschlossen und bei 80°C 20min pasteurisiert (KKP360, Fa. Kreuzmayr, Österreich).

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse Minikontaktverfahren:

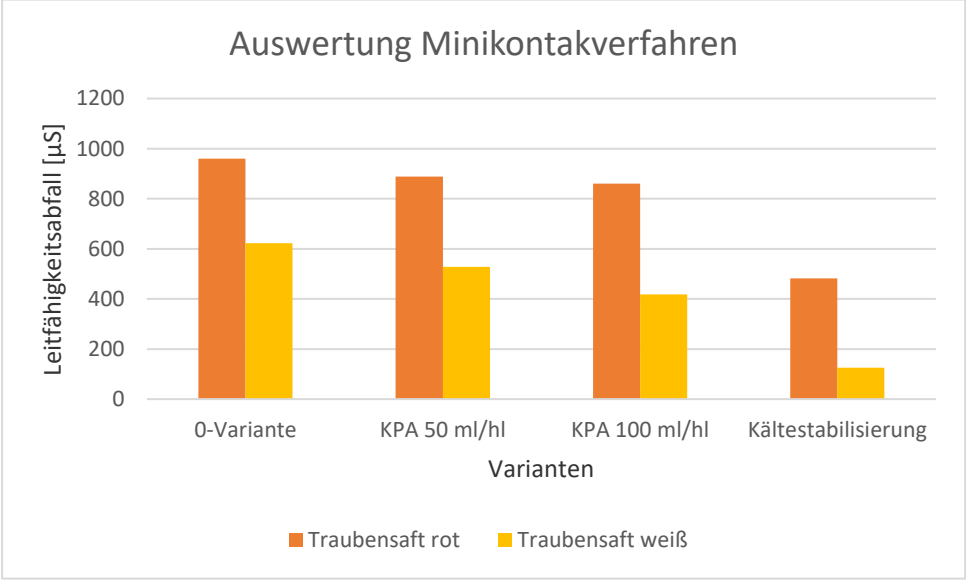


Abbildung 2: **Auswertung Minikontaktverfahren bei Traubensaft rot und weiß**

Bei der Auswertung des Minikontaktverfahrens gilt Weißwein mit einem Leitfähigkeitsabfall <30 µS als stabil, bei 31-60 µS als bedingt stabil und bei >60 µS als instabil. Für Rosé und Rotwein gelten folgende Werte: <50 µS stabil, 51-70 µS bedingt stabil und ab >70 µS instabil. Für Traubensäfte gibt es keine Werte, es wird aber bei instabilen Traubensäften von Leitfähigkeitsabnahmen >300 µS ausgegangen (Goettert Software, o.J.). Die Auswertung des Minikontaktverfahrens zeigt hohe Leitfähigkeitswerte bei den verschiedenen Varianten. Es sind sowohl zwischen Traubensaft rot und weiß sowie zwischen den Varianten merkbare Unterschiede sichtbar (Abbildung 2).

Traubensaft weiß: Die 0-Variante wies einen Leitfähigkeitsabfall von 622 µS auf, der Einsatz von KPA führte zu einer Verringerung der Leitfähigkeit um 528 µS (50ml/hl) bzw. 418 µS (100ml/hl). Der geringste Leiftfähigkeitsabfall (126 µS) war bei der Kältestabilisierung zu beobachten. Daraus ist ersichtlich, dass die Dosierung von KPA zu gering war und die Variante der Kältestabilisierung das beste Ergebnis lieferte.

Traubensaft rot: Auch beim roten Traubensaft wies die „0-Variante“ den höchsten Leitfähigkeitsabfall (960 µS) auf. Die Zugabe von KPA führte zu einer Verringerung der Leitfähigkeit um 889 µS (50ml/hl)

bzw. 860 µS (100ml/hl). Die Werte lassen darauf schließen, dass der rote Traubensaft allgemein weniger stabil war als die weiße Variante. Es zeigte sich auch hier, dass die Kältestabilisierung das beste Ergebnis lieferte.

Ergebnisse Ausfall Weinstein

Traubensaft rot: Beim roten Traubensaft war bereits bei der Messung nach einem Monat bei den Varianten „0-Variante", „KPA-Zugabe von 50ml/hl" sowie „KPA-Zugabe von 100ml/hl" bei beiden Lagertemperaturen ein Weinsteinausfall sichtbar. Selbst die Zugabe der Höchstmenge von 100ml KPA/hl konnte den Weinsteinausfall nicht vermeiden. Im Vergleich zur „0-Variante" und der Variante „KPA-Zugabe von 50ml/hl" war der Weinsteinausfall aber verringert. Bei der Variante „Kältestabilisierung" kam es bei der Lagerung bei 4°C zum Messzeitpunkt nach zehn Monaten zu keinem Weinsteinausfall. Wie auch bei der Auswertung des Minikontaktverfahren ersichtlich, war die Zugabe von KPA zum rotem Traubensaft zu gering, um eine ausreichende Weinsteinstabilisierung zu erzielen. Eine zielführende Lösung könnte die Überschreitung der bei Wein höchstzugelassenen Menge sein.

Traubensaft weiß: Beim weißen Traubensaft war der erste Weinsteinausfall bei der „0-Variante" nach drei Monaten bei der Lagertemperatur von 4°C zu beobachten. Bei allen anderen Varianten kam es zum Messzeitpunkt nach zehn Monaten zu keinem Weinsteinausfall.

Zusammenfassung

Die Zugabe von KPA ist bei Wein rechtlich zugelassen, Bei Traubensaft ist der Zusatz noch nicht rechtlich abgedeckt. Die Verwendung von KPA zur Weinsteinstabilisierung zeigte bei Weißweinen (Rheinriesling und Chardonnay) ein zuverlässiges Ergebnis (Eder et al, 2019). Darum wurde das Stabilisierungsmittel erstmals auch bei Traubensaft getestet. Die zugelassene Höchstmenge bei Wein sind 10g/hl (VO(EU)2017/1961). Beim roten Traubensaft zeigte sich die Kältestabilisierung als die zuverlässigste Variante, wenn auch mit steigender Zugabe von KPA eine Verminderung des Weinsteinausfalls ersichtlich war. Eine Erhöhung der bei Wein zugelassenen Höchstmenge könnte bei rotem Traubensaft eine Weinsteinstabilisierung ermöglichen. Der weiße Traubensaft schien generell weniger Weinstein zu enthalten, da auch bei der 0-Variante erst beim Messzeitpunkt nach drei Monaten ein Weinsteinausfall detektiert wurde.

Abstract

The addition of KPA is legally permitted for wine; for grape juice the addition is not yet legal. The use of KPA for tartrate stabilization showed a reliable result in white wines. For this reason, the stabilizing agent was also tested on grape juice for the first time. The maximum amount allowed for wine is 100ml/hl. For red grape juice, cold stabilization was found to be the most reliable option, although a reduction in tartrate precipitation was evident with increasing addition of KPA. Increasing the maximum amount allowed in wine may lead to tartrate stabilization in red grape juice. The white grape juice generally appeared to contain less tartrate, since even with the control tartrate precipitation was only detected after storage of three months.

Literatur

EDER R, WILLACH M, STRAUSS M UND PHILIPP C (2019): Efficient tartaric stabilisation of white wine with potassium polyaspartate. BIO Web of Conferences 15, 02036

GOETTERT SOFTWARE (o.J.): Traubensaft mit dem CheckStab messen. https://www.goettert-software.de/downloads/CheckStab/CheckStab-Saft-ENG.pdf. Letzter Zugriff: 6.9.2021

VERORDNUNG (EU) 2017/1961 DER KOMMISSION vom 2. August 2017 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 606/2009 hinsichtlich bestimmter önologischer Verfahren: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009R0606-20180303&from=EN. Letzter Zugriff: 10.9.2021

Adresse der Autoren

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartnerin: Cordula Klaffner, BA, cordula.klaffner@weinobst.at

Einsatz von Protease zur Verbesserung der Filtration und Stabilität des österreichischen Weines

Use of protease for improvement of filtration and stability of Austrian wine

Karin Mandl*, Jasmina Suljic, Michael Winkler & Harald Scheiblhofer

Einleitung

Weintrübung tritt häufig nach der Abfüllung aufgrund unzureichender Eiweißstabilisierung auf und wird oft als Qualitätsfehler von Kunden bezeichnet. Zur Vermeidung einer Weintrübung wird bei der Weinherstellung üblicherweise Bentonit (Waters et al., 2005) verwendet, um bestimmte Proteinfraktionen zu entfernen. Proteasen stellen möglicherweise eine Alternative zu Bentonit dar, vor allem Aspergillopepsin (Maragon, 2012) zeigte zufriedenstellende Aktivität unter Weinbereitungsbedingungen. Ziel dieser Arbeit war heraus zu finden, ob es Vorteile für den Winzer durch den Einsatz einer sauren Protease, im Bereich Filtrationsleistung und Prophylaxe für Eiweißtrübungen gibt. Derzeit ist in Österreich die Zugabe von Protease in Wein noch nicht freigegeben (Weingesetz,2020). In Paris wird in der Internationalen Organisation von Rebe und Wein bereits an einer Resolution OENO-TECHNO 14-541 gearbeitet, um eine europäische Freigabe zu erwirken. In diesem Versuch war es wichtig abzuklären, worin die Vorteile für die österreichischen Winzer in einer Anwendung liegen. Dafür wurden erst kürzlich entwickelte Produkte von der Firma Lallemand GmbH getestet, die für einen zukünftigen Proteaseeinsatz im Weinhandel vorgesehen sind. Diese Produkte genannt „Lallzyme P1“ und „Lallzyme P2“ wurden erstmals im Versuch an der Sorte Grüner Veltliner erprobt.

Material und Methoden

Traubenmaterial

Die Herkunft des Traubenmaterials Grüner Veltliner aus dem Jahre 2019 stammt vom Versuchsgut Götzhof in Langenzersdorf. Die Trauben wurden in der Abteilung Kellerwirtschaft abgepresst und geschwefelt ansonst waren die Moste unbehandelt. Mostschönungen wurden keine durchgeführt. Die Erhitzung auf 75°C für 1min erfolgte in der Abteilung Obstbau in dem Pasteurgerät (KKP360, Kreuzmayr GmbH, Wallern an der Traun, Österreich).

Vergärung

Der Most wurde in 34l Glasflaschen und in drei Tanks 200l abgefüllt. Die Versuchsansätze wurden mit der Hefe Lalvin® EC1118 (Lallemand GmbH, Wien, Österreich), Vitamin B1 in Form von Vitamon® B Sticks (Erbslöh GmbH, Geisenheim, Deutschland) und Preziso Hefenährstoffbasis Basis B (RWA, Wien, Österreich) versetzt.

Die verwendeten Enzyme:

1) Lallzyme P1 Versuchsenzym (Lallemand GmbH, Wien, Österreich) ist eine Mischung aus Pectinase, Hemizellulose und einer sauren Protease (EC 3.4.23.18 Endopeptidase, Aspergillopepsin I, Lallemand GmbH, Wien).
2) Lallzyme P2 Versuchsenzym (Lallemand GmbH, Wien, Österreich) ist eine saure Protease (EC 3.4.23.18 Endopeptidase, Aspergillopepsin I, Lallemand GmbH, Wien) alleine.
3) Lallzyme C-MAX™ (Lallemand GmbH, Wien, Österreich) enthält eine Pektinase und Hemicellulose.

Die Gärung der verschiedenen Versuchsansätze erfolgte bei einer Temperatur von 18°C und wurde in dreifacher Wiederholung (A, B, C) sowohl erhitzt wie unerhitzt ausgebaut. Der Most wurde für die erhitzten Proben 1min auf 75°C erwärmt.

Zuerst wurden die Enzyme in den Ballons oder im Tank vorgelegt. Anschließend wurden die Hefenährstoffpräparate und Hefen zugesetzt.

Die Gärkontrolle erfolgte durch tägliche Messungen mit einem Oenofoss™- Messgerätes (Fa. Foss GmbH, Wien).

Plugging Index – Verblockungsindex Bestimmung wurde modifiziert sowie die Filtrierbarkeit des maximalen Volumen unmodizifiert nach SCHILLINGER und STEINDL-KRATOCHVIL (2003) durchgeführt. Der NTU (Nephelometrische Trübungswert) Wert wurde mittels Turb® 430 IR, WTW (Artikel-Nr.: WW600321, Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, Deutschland) ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

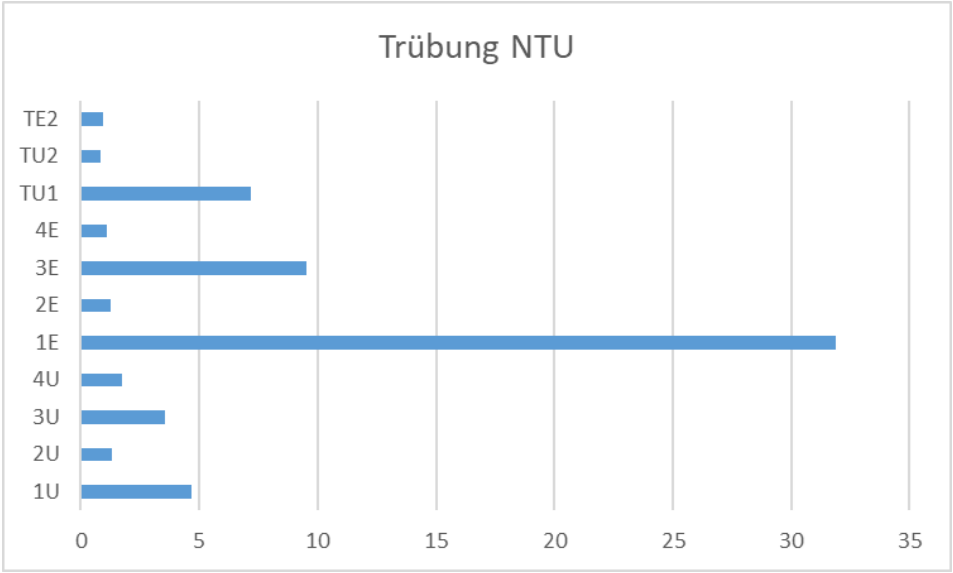


Abbildung 1: **Darstellung der Mittelwerte der Trübungsmessung. Angabe der Einheit in NTU 1…Hefe + Nährstoffe +Vitamin B, 2…Hefe+ Nährstoffe+ Vitamine B + Lallzyme C-MAX™ + Lallzyme P1 + Lallzmye P2, 3… Hefe+ Nährstoffe+ Vitamine B + Lallzyme P2, 4… Hefe+ Nährstoffe+ Vitamine B + Lallzyme C-MAX™ + Lallzyme P1, U… unerhitzt, E…erhitzt, A, B, C…Wiederholung, T…Tank**

Die stärkste Trübung und schlechteste Filtrierbarkeit wies die Probe 1E (Abb.1) auf mit 31,9NTU. Es handelte sich hier um die erhitzte Variante ohne Enzymzugabe. Durch die Erhitzung auf 75°C wurden die meisten Enzyme wie auch Mikroorganismen des Mostes (Fuchs et al.,1992) inaktiviert. Die Enzymzugaben nach Variante 2 und 4 (Abb.1) zeigten die geringsten Trübungen (1,3-1,7NTU) sowohl erhitzt wie unerhitzt. In der Variante 3 – nur mit einer Protease behandelt – kam es zu leichten Trübungen und Werten von 3,5 - 9,5NTU. Durch die Zugabe von Enzymen konnte gezeigt werden, dass der NTU Wert und die damit verbundene Trübung massiv im Wein gesenkt werden konnte. Diese Ergebnisse spiegelten sich direkt im Bezug zur Filtrierbarkeit und Plugging Index wieder. Es kam zu großen Unterschieden in der Filtration. Die Enzymzugabe erhöht die Filtrierbarkeit der Weine wohingegen die Erhitzung der Probe diese wiederum senkte. Die Beste Filtrierbarkeit zeigte die Probe, die sowohl mit dem Enzym Lallzyme P2 sowie mit Pectinasen versetzt und erhitzt wurde. Der Verblockungswert war am höchsten, wo keine Enzyme zugesetzt wurden. Es konnte gezeigt werden, dass der große Vorteil dieser Enzymprodukte in der erhöhten Filtrationsleistung liegt und damit eine Kostensenkung durch verringerten Materialeinsatz für den Winzer verbundenen ist. Weiters ist zu erwähnen, dass es zu einer beschleunigten Vergärung des Mostes kommt. Dieser Aspekt könnte zu einer besseren Auslastung der Gärgebinde während der Erntezeit führen. Geschmacklich gab es durch den Zusatz von Enzymen keinen merkbaren Einfluss, sie verhielten sich neutral. Die Reduktion des Bentonitbedarfes durch Enzyme konnte in diesem Versuch nicht bestätigt werden. Ein Nebeneffekt des Versuches, war die Erkenntnis, dass es durch die Erhitzung der Proben 1min auf 75°C zu merklich positiven Effekten kam wie verkürzte Gärdauer, weniger Bentonitbedarf und verbesserte Sensorik.

Zusammenfassung

Weintrübung tritt häufig nach der Abfüllung aufgrund unzureichender Eiweißstabilisierung auf und wird oft als Qualitätsfehler von Kunden bezeichnet. Zur Vermeidung üblicherweise Bentonit verwendet, um

bestimmte Proteinfraktionen zu entfernen. Proteasen stellen möglicherweise eine Alternative zu Bentonit dar, vor allem Aspergillopepsin zeigte zufriedenstellende Aktivität unter Weinbereitungsbedingungen. Ziel dieser Arbeit war heraus zu finden, ob es Vorteile für den Winzer durch den Einsatz einer sauren Protease, im Bereich Filtrationsleistung und Prophylaxe für Eiweißtrübungen gibt. Derzeit ist in Österreich die Zugabe von Protease in Wein noch nicht freigegeben (Weingesetz, 2020). In diesem Versuch war es wichtig abzuklären, worin die Vorteile für die österreichischen Winzer in einer Anwendung liegen. Dafür wurden erst kürzlich entwickelte Produkte von der Firma Lallemand GmbH getestet, die für einen zukünftigen Proteaseeinsatz im Weinhandel vorgesehen sind. Diese Produkte genannt „Lallzyme P1“ und „Lallzyme P2“ wurden erstmals im Versuch an der Sorte Grüner Veltliner erprobt. Durch die Zugabe von Enzymen konnte gezeigt werden, dass der NTU (Trübungs-) wert und die damit verbundene Trübung massiv im Wein gesenkt werden konnte. Diese Ergebnisse spiegelten sich direkt im Bezug zur Filtrierbarkeit und Plugging (Verblockungs)- Index wieder.

Abstract

Wine haze often occurs after bottling due to insufficient protein stabilization and is often referred as a quality defect by customers. To prevent commonly used bentonite to remove certain protein fractions. Proteases may represent an alternative to bentonite, especially aspergillopepsin showed satisfactory activity under winemaking conditions. The aim of this work was to find out if there are advantages for the winemaker by using an acid protease in filtration performance and prophylaxis for protein haze. Currently, the addition of protease in wine is not yet approved in Austria (Weingesetz, 2020). In this trial, it was important to clarify what the advantages for Austrian winemakers would be in an application. For this purpose, recently developed products from the company Lallemand GmbH were tested, which are intended for a future protease application in the wine trade. These products, called "Lallzyme P1" and "Lallzyme P2", were first trials evaluated on the Grüner Veltliner variety. By adding enzymes, it was shown that the NTU (Nephelometric Turbidity Unit) and the associated haze in wine could be massively reduced. These results were directly seen in infilterability and plugging index.

Literatur

FUCHS G. UND SCHLEGEL H. (1992): Allgemeine Mikrobiologie, 8. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart

MARANGON M., VAN SLUYTER S. C., ROBINSON E.M.C., MUHLACK R. A., HOLT H. E., HAYNES P. A., GODDEN P. W., SMITH P. A., WATERS E.J. (2012): Degradation of white wine haze proteins by Aspergillopepsin I and II during juice flash pasteurization, Food Chemistry 135, 1157–1165 http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.042

SCHILLINGER H., STEINDL-KRATOCHVIL W. (2003): Filtrierbarkeitstests: Maximales Volumen und Plugging Index, Der Winzer, Nr. 4, S. 26-29

WATERS E. J., ALEXANDER G., MUHLACK R., POCOCK K.F., COLBY C., O´NEILL B.K., AND JONES P. (2005): Preventing protein haze in bottled white wine. Australian Journal of Grape and Wine Research, 11, 2, 215-225.

Adresse der Autoren

HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Dr. Karin Mandl karin.mandl@weinobst.at

Ermittlung der Spätfrostwiderstandsfähigkeit neuer Süßkirschensorten unter Laborbedingungen

Evaluation of the late frost resistance of new sweet cherry varieties under laboratory conditions

Maximilian Ruhdorfer, Monika Riedle-Bauer & Lothar Wurm

Einleitung

Zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen Spätfrost von neuen Süßkirschensorten wurden 2021 Versuche mit einem Frostschrank durchgeführt. Präventionsmaßnahmen gegen Spätfrost wie etwa Frostkerzen sind kostenintensiv und ein erforderlicher Einsatz zur Minimierung von Ertragsausfällen im Vorhinein oft schwer einzuschätzen. Eine Folienüberdachung in Kombination mit Frostkerzen kann die Lufttemperatur um 2,5-4°C erhöhen (Zago M., et al. 2005). Bei Steinobst ist Spätfrost ein relevantes Problem, weshalb die Auswahl von frostresistenten Sorten/Genotypen in Zukunft ein wichtiges Kriterium sein könnte (Dumanoglu H. et al., 2019).

Material und Methoden

Die Probennahme erfolgte über etwa drei Wochen (von 12.4. bis 3.5.21) von Sorten in der Vollblüte (BBCH 65). Pro Sorte wurden mehrere Buketttriebe aus einem im Jahr 2017 gepflanzten Versuchsquartier des Versuchsgutes Haschhof, Klosterneuburg, geschnitten. Bis zur Behandlung im Frostschrank bzw. zur Auswertung wurden diese in Kübeln mit Wasser gestellt, die Auswertung nach der Frostbehandlung erfolgte innerhalb einer Woche danach. Pro Variante wurden zwei bis drei Buketttriebe im Schrank für jeweils vier Stunden einer Temperatur von -2°C und -4°C ausgesetzt. Als Kontrollvariante wurden Blüten von unbehandelten Trieben untersucht um einen möglichen Effekt aus dem Freiland nicht auszuschließen. Von jedem Buketttrieb wurden 30 Blüten randomisiert entnommen und der Fruchtknoten auf Schäden untersucht. Hierfür wurden drei Kategorien unterschieden: 0 = kein Schaden, 1 = Fruchtknoten leicht geschädigt, aber Frucht kann sich entwickeln, 2 = Fruchtknoten tot, bräunlich schwarz verfärbt.

Ergebnisse und Diskussion

In Vorversuchen mittels erster aufblühender Sorten ab Mitte April sollte untersucht werden, wie hoch sich die Luftfeuchtigkeit im Schrank einpendelt, und wie diese erhöht werden kann, um möglichst dem Freiland entsprechende Bedingungen zu schaffen. Aus Beobachtungen im Freiland ist bekannt, dass beim Abfallen der Temperatur in Richtung Taupunkt, umso stärker die Luftfeuchtigkeit gegen 100% ansteigt. In den ersten Versuchen konnte beobachtet werden, dass die Luftfeuchtigkeit im Schrank bei -2°C bzw. -4°C nur etwa 60% erreichte. Es zeigte sich, dass jene Triebe, die freiliegend auf einem Topf im Schrank gelegt wurden, bei -2°C über vier Stunden keinen Schaden an den Fruchtknoten davontrugen, bei -4°C waren alle Fruchtknoten der Sorten Nimba und Red Pacifik zu 100% geschädigt. In einem Versuch mit der Sorte SMS-2.80 zeigte sich, dass jene Triebe, die in feuchte Jutesäcke gehüllt wurden zu 100% geschädigt waren, jedoch die Luftfeuchtigkeit auf etwa 90% erhöht werden konnte. Bei den Trieben der Sorte SMS-2.80 ohne Jutesäcke hatten die Fruchtknoten zu 6,6% einen Schaden der Kategorie 1, die restlichen 93,4% wiesen einen Schaden der Kategorie 2 auf. Die Ergebnisse sind in Abb. 1 dargestellt.

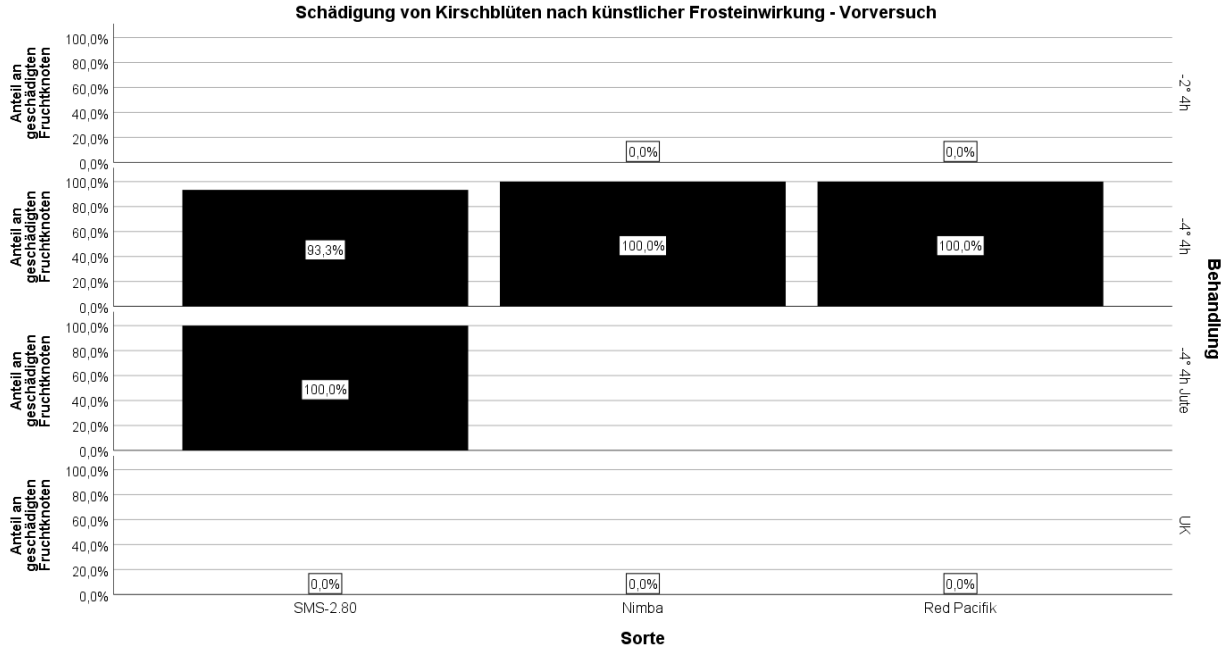


Abbildung 20: **Ergebnisse der Vorversuche zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit**

Um den Effekt der Luftfeuchtigkeit in den weiteren Versuchen konstant zu halten, wurden die Triebe auf dem Gitter zwischen zwei feuchte Handtücher gelegt, womit bei den Behandlungen etwa 90% LF erreicht werden konnten. In den unbehandelten Kontrollvarianten konnten keine Schäden durch etwaige leichte Frostnächte Anfang April ermittelt werden. Die Ergebnisse der Sorten finden sich in Abbildung Abb.2. In der Behandlungsvariante -2°C 4h, konnten in allen Varianten außer bei der Sorte Kordia Frostschäden festgestellt werden. Am wenigsten Schaden nahm die Sorte Irena, am meisten die Sorte Sabrina. Keine der behandelten Triebe nahm über 50% Schaden. Die Sorten Kordia und Irena erwiesen sich als signifikant frosttoleranter im Vergleich zu allen anderen Sorten außer Tamara. Diese Sorte war statistisch signifikant nur im Vergleich zu Sabrina weniger geschädigt.
Bedeutend anders war der Effekt durch die -4°C 4h Behandlung. Die Sorten Burlat, Frisco, Rocket und Sabrina waren annähernd zu 100% geschädigt. Die Sorten Kordia, Irena und Tamara waren signifikant geringer geschädigt als alle anderen Sorten und unterschieden sich auch untereinander signifikant im Schädigungsausmaß. Einen relativ geringen Schaden zu etwa zwei Drittel nahm die Sorte Tamara, etwa die Hälfte die Standardsorte Kordia, die als empfindlich gegen Blütenfrost gilt.

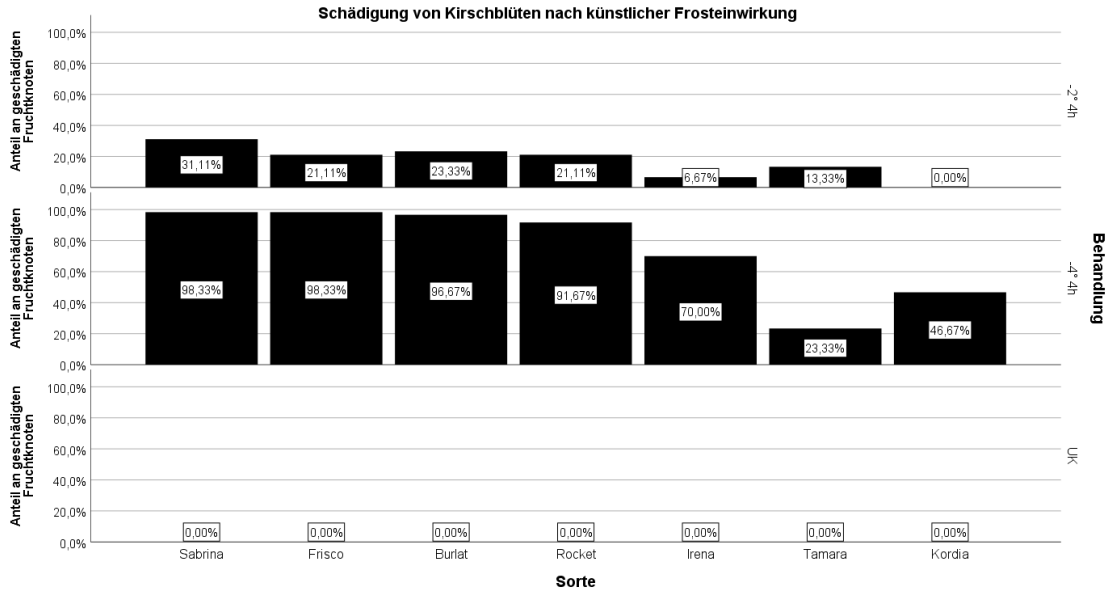


Abbildung 21: **Darstellung der Anfälligkeit der Kirschensorten durch die Frostbehandlungen**

Zusammenfassung

Aus diesen Ergebnissen heraus sollten noch weitere Untersuchungen gemacht werden, inwieweit diese neuen Süßkirschensorten an spätfrostgefährdeten Standorten geeignet sein können, da die Versuche mit dem Frostschrank eine teilweise hohe Frostgefährdung aufzeigten. Außerdem scheint die Anfälligkeit der Sorten zwischen den Temperaturen von -2°C und -4°C einen wesentlichen Unterschied zu machen.

Abstract

Late frost occurrences are a major problem at stone fruit cultures. In this trials new varieties of sweet cherries were tested for their frost hardiness. Therefore shoots of several trees were cut at the growing stage of full bloom and then treated in a laboratory freezer at different temperatures. It showed that there are significant differences between the varieties and the temperatures. Many of the new varieties were much more susceptible compared to the variety 'Kordia' which is known for not being tolerant to frost. Over all the treatment at -2°C affected all varieties except 'Kordia', the damages of the ovaries were up to 42% for the variety 'Sabrina'. The variety 'Tamara' was the less susceptible at -4°C. The other new ones were affected severely up to nearly 100% of damage. Further investigations should be done, if these new sweet cherry varieties are recommended in late frost threatened areas.

Literatur

DUMANOGLU, H. et al. 2018: Spring late frost resistance of selected wild apricot genotypes (Prunus armeniaca L.) from Cappadocia region, Turkey. Scientia Horticulturae Vol. 246, 347-353.
ZAGO M., et al. 2005: Defence against late frost with frost protection candles. Article.

Adresse der Autoren

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

Der Kampf um die Ähre – konkurrierende Mikroorganismen auf Weizen

The fight for the wheat ear - competing microorganisms on wheat

Annika Hoffmann[*1,2], Matthias Koch[3], Peter Lentzsch[1], Gunnar Lischeid[1], Marina E. H. Müller[1] & Carmen Büttner[2]

Zusammenfassung

Mykotoxin bildende Krankheitserreger wie *Fusarium* und *Alternaria* stellen im Getreideanbau noch immer einer der höchsten wirtschaftlichen Bedrohungen dar. Dem entgegenstehen natürlich vorkommende Antagonisten wie Pseudomonaden, die z.B. auf der Weizenähre mit den Pilzen konkurrieren. Studien, die das Zusammenspiel dieser Gruppen untersuchen, vernachlässigen jedoch oft den zeitlichen Aspekt des Infektionsprozesses und die damit verbundenen priority effects. In unserer Studie, die wir Ihnen vorstellen möchten, lag der Fokus auf dem Einfluss, den der Erstbesiedler auf die Nachfolgenden hatte. Insbesondere wurde dabei *Pseudomonas* in seiner Fähigkeit das Wachstum der phytopathogenen Pilze und deren Mykotoxinbildung zu unterbinden hervorgehoben. In einem Klimakammerexperiment wurden Weizenähren nacheinander mit zwei verschiedenen Stämmen (*Alternaria tenuissima*, *Fusarium graminearum* oder *Pseudomonas simiae*) inokuliert. Über einen Zeitraum von drei Wochen wurden die mikrobiellen Abundanzen und Mykotoxinkonzentrationen analysiert und mittels Self-Organizing Maps mit Sammon Mapping (SOM-SM) visualisiert. Mit dieser, erstmals für mikrobielle Daten angewandten Methode, haben wir eine einfache Möglichkeit gefunden, mehrdimensionale Informationen leicht verständlich zu visualisieren. Unsere Erkenntnisse über artspezifische Prioritätseffekte in einer natürlichen Umgebung und die Rolle der beteiligten Mykotoxine steuern einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung von effektiven Biokontrollstrategien bei.

Abstract

Mycotoxin-producing pathogens such as *Fusarium* and *Alternaria* still pose one of the highest economic threats in cereal production. This is countered by naturally occurring antagonists such as pseudomonads, which compete with fungi on the wheat ear. However, studies investigating the interaction of these groups often neglect the temporal aspect of the infection process and the associated priority effects. In our study, which we would like to present, the focus was on the influence that the initial colonizer had on the subsequent ones. In particular, *Pseudomonas* was emphasized in its ability to inhibit the growth of phytopathogenic fungi and their mycotoxin production. In a climate chamber experiment, wheat ears were successively inoculated with two different strains (*Alternaria tenuissima*, *Fusarium graminearum*, or *Pseudomonas simiae*). Over three weeks, microbial abundances and mycotoxin concentrations were analyzed and visualized using Self-Organizing Maps with Sammon Mapping (SOM-SM). Using this method, applied for the first time for microbial data, we found a simple way to visualize multidimensional information in an easily understandable way. Our findings on species-specific priority effects in a natural environment and the role of the mycotoxins involved contribute significantly to the development of effective biocontrol strategies.

Adressen der Autoren

[1] Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V. – Pilzliche Interaktionen; Eberswalder Str. 84, D-15374 Müncheberg

[2] Humboldt-Universität zu Berlin (HU) - Albrecht Daniel Thaer Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften | Phytomedizin; Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

[3] Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM); Rudower Chaussee 11, D-12489 Berlin

[*] Ansprechpartnerin: Annika HOFFMANN, annika.hoffmann@zalf.de

Rübenderbrüssler (*Asproparthenis punctiventris*) – Schädling in den Zuckerrübenbeständen in pannonischen Trockengebieten

Sugar beet weevil (Asproparthenis punctiventris) – pest in sugar beet in Pannonian arid regions

Martina Mayrhofer*

Einleitung

In landwirtschaftlichen Kulturen treten in Folge der zunehmend trockenen und heißen Witterungsverhältnisse vermehrt Schädlinge auf. Aufgrund der klimatischen Bedingungen war ein massives Auftreten des Rübenderbrüsslers (*Asproparthenis punctiventris*) in den pannonischen Anbaugebieten der Periode 2017 bis 2020 zu beobachten. Der Lebenszyklus des Rübenderbrüsslers ist beschrieben, jedoch fehlen Informationen über das Migrationsverhalten sowie über ausreichend wirksame Bekämpfungsmöglichkeiten. Einem verstärktem Schädlingsaufkommen steht eine limitierte Anzahl an Wirkstoffen zum Schutz der Pflanze gegenüber. Ab 2017 waren verstärkt Maßnahmen zu setzten, um die Population des Rübenderbrüsslers einzudämmen. Neben Modellversuchen zur Wirksamkeit von Insektiziden wurde im Feld die Effizienz von Bodenbearbeitungsmaßnahmen, eines migrationsbremsenden Anbau von Winterungen, von Fallrillen sowie des Einsatzes von Pheromonfallen und mit Neonicotinoiden gebeiztem Saatgut geprüft.

Material und Methoden

Um eine Abschätzung treffen zu können, ob und in welchem Ausmaß sich in einem Zuckerrübenfeld Larven und folgend Jungkäfer etablieren konnten, wurden auf ausgewählten Standorten ab 2018 – jeweils im Sommer/Herbst – an jeweils acht Stellen unter den Rübenreihen, Bodenproben aus bis zu 40 cm Tiefe mit motorisierten Bohrern (Ø 20 cm) entnommen. Das Erdmaterial wurde im Labor auf Larven und Jungkäfer durchsucht. Standorte mit einem erhöhten Besatz wurden im Jahr 2020 zudem mehrmals beprobt, um mögliche Veränderung in der Käferanzahl/m² verfolgen zu können. Im Frühjahr 2021 wurden ausgewählte Standorte, welche im Herbst 2020 auf Besatz beprobt wurden, mit Pheromonfallen im Abstand von 10 Metern eingesäumt. Die Fallen wurden wöchentlich entleert und die Käferanzahl bestimmt, um Informationen zum zeitlichen Verlauf des Austretens und des Migrationsbeginns sowie der Richtung der Wanderung zu erhalten. Die erfasste Anzahl an Käfern wurde in Verhältnis zu jener aus den Bohrungen im Herbst gesetzt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Daten für die Jahre 2018 bis 2020 lassen eine deutliche Abnahme der Anzahl der Standorte mit einem hohen Besatz an Käfern erkennen.
Die Gegenüberstellung der Ergebnisse aus den Bohrungen 2018 (über 100 Standorte) und 2019 (ca. 50 Standorte) zeigte, dass der Besatz an Larven (Sommer) und Käfern (Herbst) in beiden Jahren in etwa gleicher Größe lag. Im Screening 2020 wurden in Summe an 90 Standorten Untersuchungen durchgeführt, an 68 hiervon in mehrfacher Wiederholung. Die Intervalle zwischen den Probenahmen wurden – speziell auf Standorte mit erhöhtem Besatz – verdichtet und bis Dezember 2020 erweitert. Ende August war der Käferbesatz auf 65 Prozent des Ausgangswertes (zu Ende Juli) zurückgegangen, um bis nach Mitte September um weitere 15 Prozent abzunehmen (Abbildung 22). Bohrungen zu Mitte Oktober lassen in Summe einen Rückgang des Besatzes auf rund 30 Prozent des Ausgangswertes erkennen. Im weiteren Verlauf erwiesen sich die ermittelte Anzahl an Käfer als konstant.
Der Rückgang im Vergleich der Jahre ist auf kühle Witterungsbedingungen und ausreichend Niederschlag in den Monaten Mai und Juni 2020 zurückzuführen, da durch diese Kopulation, Eiablage sowie Ei- und Larvenentwicklung beeinträchtigt wurden. Anhaltende Niederschläge und folgend feuchte Bodenbedingungen ab Juli 2020 minderten die Überlebensrate der Larven und Jungkäfer signifikant.

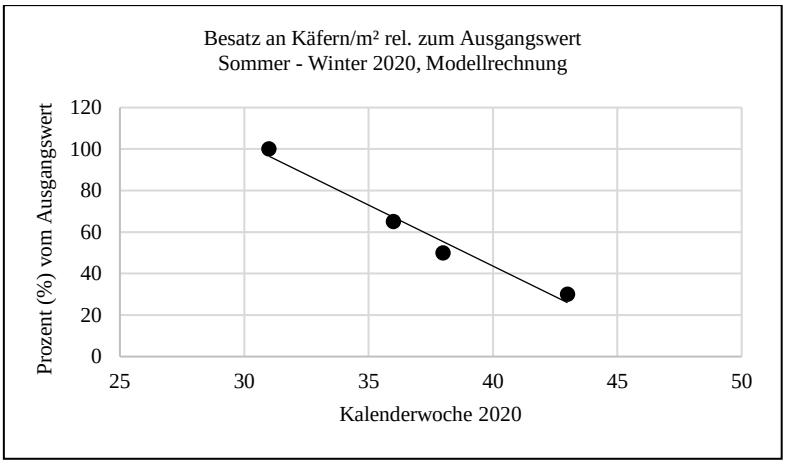


Abbildung 22: **Dokumentation der Reduktion des Käferbesatzes 2020 von Ende Juli bis Mitte Oktober. Es lässt sich ein Rückgang auf rund 30 Prozent des Ausgangswertes erkennen.**

In Abbildung 23 ist der zeitliche Verlauf des Käferaustrittes im Jahr 2021 aus vorjährigen Rübenfeldern dargestellt. Erste Käfer konnten ab Mitte März in den Pheromonfallen beobachtet werden gefolgt von einem deutlichen Anstieg bis Mitte April. In Folge hoher Niederschläge und rückläufiger Temperatur brach die Aktivität der Käfer in der zweiten Hälfte April ein, Austritt, Migration, Reifungsfraß – und hiermit Schäden an Rübenbeständen – als auch (beobachtete) Paarungsbereitschaft waren deutlich reduziert. Nach neuerlichem Anstieg kam es erst Mitte Mai zu einem letztgültigen Rückgang der erfassten Käfer.

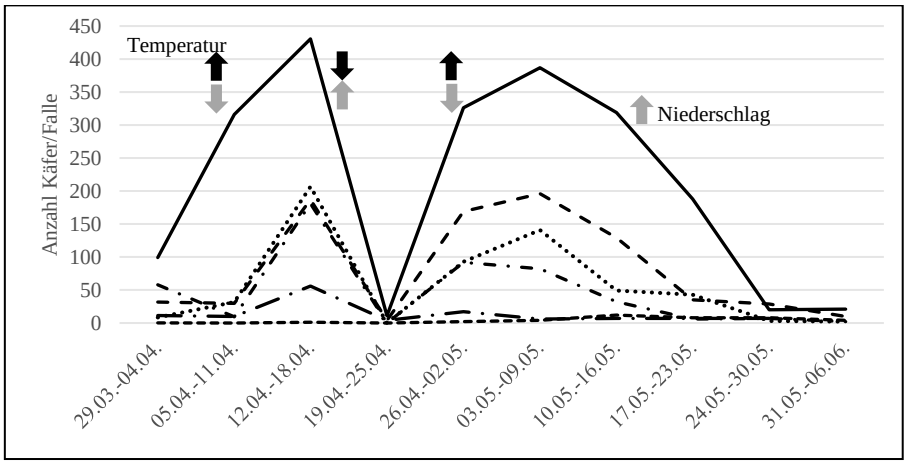


Abbildung 23: **Zeitlicher Verlauf des Käferaustrittes im Frühjahr 2021. Die Temperatur wird durch einen schwarzen Pfeil und der Niederschlag durch einen grauen Pfeil dargestellt. Die Linien stehen für die an verschiedenen Standorten erhobenen Daten.**

Da die Jungkäfer als sehr winterhart gelten, erlauben die erhobenen Daten eine Abschätzung des im Folgejahr zu erwartenden Schaddrucks. Die Ergebnisse der Erhebungen aus dem Frühjahr 2021 zeigen, dass eine enge Beziehung zwischen Besatz (Anzahl Käfer/m²) im Oktober 2020 und der Anzahl der im Mittel je Falle abgefangenen Käfern im Frühjahr 2021 (r^2=0,84) gegeben ist. Erfasst wurden in dem zum Frühjahr eingerichteten Versuchsanlagen etwa 25 % der im Oktober des Vorjahres festgestellten Käfer. Die Ergebnisse halten fest, dass die Käfer, die in das Monitoring einbezogenen Felder nicht gerichtet verlassen. So nicht andere Faktoren (u.a. Windrichtung) Einfluss nehmen, ist von einer auf Zufall beruhenden Ausbreitung auszugehen.

Zusammenfassung

Um eine Abschätzung treffen zu können, ob und in welchem Ausmaß sich in einem Zuckerrübenfeld Larven und folgend Jungkäfer etablieren konnten, wurden auf ausgewählten Standorten ab 2018 – jeweils im Sommer/Herbst – an jeweils acht Stellen unter den Rübenreihen Bodenproben aus bis zu 40 cm Tiefe mit motorisierten Bohrern (Ø 20 cm) entnommen. Die Daten für die Jahre 2018 bis 2020 lassen eine deutliche Abnahme der Anzahl der Standorte mit einem hohen Besatz an Käfern erkennen. 2020 wurden Standorte mit erhöhtem Besatz mehrmals beprobt. Anhaltend feuchte Bodenbedingungen ab Juli lassen in Summe einen Rückgang des Besatzes auf rund 30 Prozent des Ausgangswertes erkennen. Im Frühjahr 2021 mit Pheromonfallen eingesäumte Standorte, welche im Herbst 2020 auf Käfer beprobt wurden, zeigen eine enge Beziehung zwischen Besatz (Anzahl Käfer/m²) im Herbst 2020 und den im Mittel je Falle abgefangenen Käfern im Frühjahr 2021 (r^2=0,84). Da die Jungkäfer als sehr winterhart gelten, erlauben die erhobenen Daten eine Abschätzung des im Folgejahr zu erwartenden Schaddrucks.

Abstract

In order to be able to estimate whether and to what extent larvae and, subsequently, young weevils could establish themselves in a sugar beet field, soil samples up to 40 cm deep were taken at selected locations. Between 2018 and 2020 – each summer/autumn – at eight locations samples were taken below the beet rows with motorized auger (Ø 20 cm). The data show a significant decrease in the number of weevils from 2018 to 2020.
In 2020, locations with an increased population were sampled several times. Persistently moist soil conditions from July led to a significant decrease in the detected number of pests to around 30 percent of the initial value. Locations lined with pheromone traps in spring 2021 – which were sampled for beetles in autumn 2020 – show a close relationship between the number of weevils/m² in autumn 2020 and weevils caught per trap on average in spring 2021 (r^2 = 0.84). Since the young weevils are considered to be very hardy, the data collected allow an estimate of the damaging pressure to be expected in the following year.

Adresse der Autoren

AGRANA Research & Innovation Center GmbH, Josef-Reither-Straße 21-23, A-3430 Tulln

*Ansprechpartnerin: DI Martina MAYRHOFER, martina.mayrhofer@agrana.com

Ganzheitlicher Einsatz des entomopathogenen Pilzes *Metarhizium brunneum* BIPESCO 5 zur biologischen Kontrolle des Rübenderbrüssler (*Asproparthenis punctiventris*)

Holistic approach of the entomopathogenic fungus Metarhizium brunneum BIPESCO 5 for biological control of sugar-beet weevil (Asproparthenis punctiventris)

Maria Zottele[1], David Remesperger[1], Martina Mayrhofer[2], Herbert Eigner[2] & Hermann Strasser[1]

Einleitung

Der Rübenderbrüssler, einer der wichtigsten Schadinsekten beim Anbau der Zuckerrübe, verursacht hohe Verluste in den niederösterreichischen Zuckerrübenanbaugebieten. Das Insekt gilt als Doppelschädling (sowohl Blätter als auch Rübenkörper werden von den Käfern beziehungsweise Larven geschädigt), der vor allem in trockenen und warmen Jahren massenhaft auftritt (Tielecke 1952) und die Ernte ganzer Felder innerhalb kürzester Zeit zerstört. Obwohl bereits Ende des 19. Jahrhunderts eine biologische Kontrolle des Schädlings mithilfe von insektentötenden Pilzen vorgeschlagen (Metschnikoff 1880) und untersucht wurde (Krassilstschik 1888), wurde dieser Ansatz weitestgehend vernachlässigt. Die damals verwendete Pilzart, heutzutage identifiziert als *Metarhizium brunneum*, ist in Österreich als Pflanzenschutzmittel gegen den Gartenlaubkäfer (*Phyllopertha horticola*) und Junikäfer (*Amphimallon solstitiale*) zugelassen. In dieser Studie soll nachgewiesen werden, ob sich der insektentötende Pilz *M. brunneum* für einen ganzheitlichen Einsatz zur Bekämpfung der Käfer und Larven eignet. Neben einer populationsregulierenden Wirkung des Pilzes sollen auch die indigenen entomopathogenen Pilzantagonisten im Boden bestimmt bzw. charakterisiert werden.

Material und Methoden

Versuchsflächen und Applikation: Insgesamt wurden 14 Ackerflächen in Niederösterreich untersucht. Alle Felder hatten eine Mindestgröße von 0,5 ha und wurden in den Jahren 2019 bis 2021 mehrmals beprobt und behandelt. Die Produkte GranMet™-P Granulat und GranMet™-WP Sporenpulver, auf Basis des Pilzes *M. brunneum* BIPESCO 5, wurden von der Firma Agrifutur s.r.l. hergestellt und entsprechend der jeweiligen Formulierung mit Düngerstreuer und Kreiselegge bzw. Rücken- oder Sattelspritze in den Frühjahren 2019, 2020 und 2021 auf den Flächen appliziert. Als präventiver Ansatz gegen die Larven wurde das Granulat flächendeckend mit einer Aufwandsmenge von 100 kg ha^{-1} in den Boden eingebracht. In den Sprühversuchen wurden die Blätter der Zuckerrüben sowie die Fallrillen, welche gegen das Einwandern des Käfers um die Ackerflächen gezogen wurden, mit einer Sprühformulierung des Pilzes behandelt. Die Fallrillen wurden mit einer Dichte von 2 x 10^{13} Sporen ha^{-1} und die Zuckerrübenblätter mit 3 x 10^5 Sporen cm^{-2} besprüht.
Probennahme - *Metarhizium*- Monitoring: Die *Metarhizium* Abundanz wurde zu Beginn und am Ende der Pflanzensaison erhoben. Dafür wurde mithilfe eines Rillenbohrers eine Mischprobe aus den Feldern entnommen (> 50 Einstiche pro Hektar) und die *Metarhizium* spp. Dichte in Kolonienbildenden Einheiten (KBE) pro Gramm Boden Trockengewicht bestimmt (Laengle et al., 2005). Zudem erfolgte eine Genotypisierung ausgewählter *Metarhizium* Isolate mittels SSR PCR Methode (Mayerhofer et al. 2015).
Wirksamkeit Prüfung: Auf zwei Zuckerrübenstandorten wurden Käfigsysteme aufgebaut und die Pflanzen mit einer BIPESCO 5 Sporendispersionsformulierung behandelt (negative Kontrolle: sporenfreie Suspension). Anschließend wurden 20 Käfer in das Fallensystem eingebracht und am nächsten Tag wieder abgesammelt und bis zu 8 Wochen in Quarantäne gehalten. Verendete Individuen wurden auf Verpilzung mit dem applizierten Stamm untersucht. Zudem wurden Pilzisolate im Biotest (Wirkstoffkonzentration 5 x 10^6 Sporen pro Käfer) unter Laborbedingungen zur Bestätigung der Virulenz untersucht.

Indigene Antagonisten: Von unbehandelten Kontrollflächen wurden Käfer eingesammelt und ebenfalls in Quarantäne gehalten, um indigene Pilz-Antagonisten zu isolieren und anschließend mittels PCR Analysen zu identifizieren.
Pilzpersistenz auf Blattoberfläche: Die Persistenz des Pilz-Pathogens wurde auf den Rübenblättern sowie in der Bodenmatrix, nach erfolgter Sprühapplikation, untersucht. Die Probennahmen erfolgten in einem Zeitintervall bis zu 40 Tagen. Die Aufarbeitung der Proben wurde gemäß Laengle et al. 2005 (Bodenproben) beziehungsweise mit Hilfe der IXOCONT Standardmethode durchgeführt (IXOCONT 2007).

Ergebnisse und Diskussion

Auf allen Dauerbeobachtungsflächen konnte die *Metarhizium spp.* Abundanz durch die Massenapplikation auf über 10.000 KBE (Median-Werte) im Herbst 2020 angehoben werden. War die Pilzdichte nach der ersten Applikation im Herbst noch inhomogen auf und zwischen den Feldern verteilt - erkennbar durch eine breite Streuung der Werte zwischen 117 und 6.742 KBE (Abb.1A) - konnte eine homogene Verteilung durch die zweite Applikation im Frühjahr 2020 nachgewiesen werden. Auch im Bereich der behandelten Fallrillen, in einer Schichttiefe von 5-20 cm Boden, konnten im Juni 2020 Dichten von über 10.000 KBE festgestellt werden. In den GranMet^{TM} behandelten Flächen konnte die Gegenwart des Produktionsstammes BIPESCO 5 nachgewiesen werden. Auf den Zuckerrübenblättern wurde der Pilz durch die Sprühapplikationen ebenfalls erfolgreich angereichert. Eine Persistenz von BIPESCO 5 konnte nach über drei Wochen bestätigt werden (Abb.1B). Bedingt durch das trockene Frühjahr 2019 war der Pilzabundanz-Wert von BIPESCO 5 auf den Rübenblättern nach 37 Tagen um das 38-fache niedriger als im Frühjahr 2020. In den Bodenproben der Blatt-Sprühbehandlungs-Flächen konnte unabhängig vom Niederschlagsereignis in den Frühjahren 2019 und 2020 eine Pilzabundanz von über 3.900 KBE bestimmt werden. Beim Käfermonitoring zeigte sich, dass der Käferdruck sowohl 2019 als auch 2020 in der Region Tulln und Umgebung als sehr stark eingestuft werden musste. In beiden Jahren stiegen die Fangzahlen in den Rübenanbauflächen ab Anfang April auf bis zu 900 Käfer pro Pheromonfalle und Woche an. Eine Abnahme konnte erst mit Beginn Mai festgestellt werden (< 200 Käfer pro Falle). Alle abgesammelten und in Quarantäne gehaltenen Käfer - behandelt sowie unbehandelt - wiesen eine hohe Verpilzungsrate auf. Die nach der Sprühapplikation aus dem Fallensystem abgesammelten Käfer wurden zu 53 % mit *M. brunneum* BIPESCO 5 verpilzt. Dieser hohe Wirkungsgrad konnte bereits von Krassilstschik (1888) für *Metarhizium* spp. nachgewiesen werden (Wirkungsgrad 55-80 %). Die Virulenz des eingesetzten Produktionsstammes konnte auch im Bioassay unter Laborbedingungen bestätigt werden. Nach 9 Tagen waren bereits über 90 % der behandelten Käfer durch *Metarhizium* getötet und mumifiziert. Diese Ergebnisse werden in großangelegten Freilandversuchen in der Pflanzensaison 2021 überprüft.

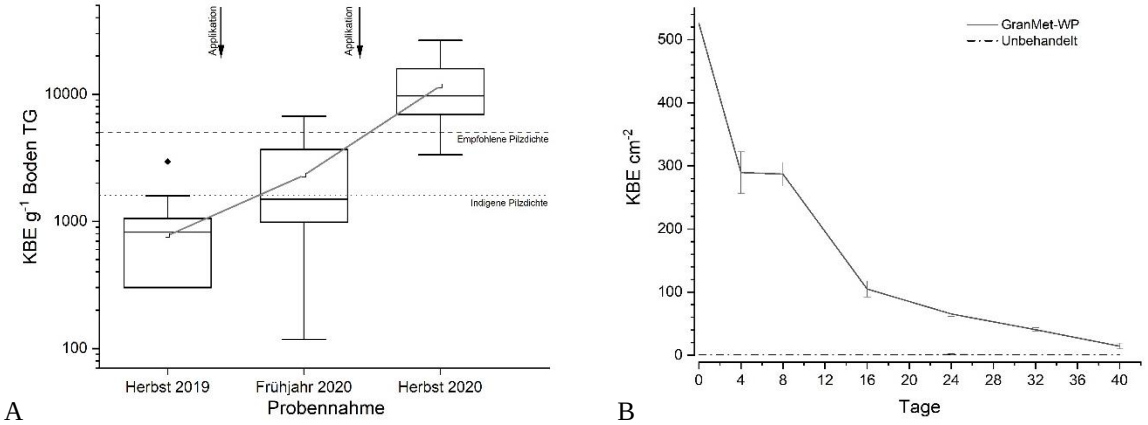


Abbildung 1: **Entwicklung der Sporendichte nach Applikation im Boden (A) und auf den Zuckerrübenblättern im Topfversuch (B).** Die Dichte ist als Koloniebildende Einheiten pro Gramm Boden Trockengewicht (KBE g^{-1} Boden TG) bzw. als KBE pro cm^2 Blattoberfläche angegeben.

Zusammenfassung

Eine umweltfreundliche und nachhaltige Regulierung des Rübenderbrüsslers ist seit jeher gefordert und soll in Niederösterreich in Zuckerrübenflächen erprobt werden. Die Projektgruppe CURCUCONT ist bestrebt, einerseits den präventiven Einsatz des entomopathogenen Pilzes *Metarhizium brunneum* gegen die Entwicklung der Larven zu testen, andererseits durch Sprühapplikation mit Pilzsuspension eine direkte Bekämpfung der Käfer durchzuführen. Auf allen mit GranMet™ behandelten Dauerbeob-achtungsflächen konnte die Pilz-Abundanz durch Massenapplikation auf über 10.000 Koloniebildende Einheiten pro Gramm Boden schon im zweiten Versuchsjahr angehoben werden. Auf den Zuckerrübenblättern wurde der Pilz durch die Sprühapplikation erfolgreich angereichert. Eine Persistenz von BIPESCO 5 konnte sowohl auf der Rübenpflanze als auch im Boden mit SSR-PCR Methode bestätigt werden. Die nach der Sprühapplikation aus dem Fallensystem abgesammelten Käfer waren zu über 50 % mit *M. brunneum* BIPESCO 5 verpilzt. Mit den Wirkungsversuchen 2021 soll eine praxistaugliche Bekämpfung des Rübenderbrüsslers bestätigt werden.

Abstract

An environmentally friendly and sustainable regulation of the sugar beet weevil is required and is being tested in sugar beet fields in Lower Austria. The double aim of the CURCUCONT project is to test the effectiveness of the entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum* in preventing the development of the larvae and to directly target and control the beetle population by spray application of a fungal suspension. In the second year of the trial, all fields treated with a mass application of GranMet™ already showed a fungal abundance of more than 10,000 colony-forming units per gram of soil. The spray application led to the successful development of the fungus on the sugar beet leaves. Persistence of BIPESCO 5 was confirmed on the beet plant as well as in the soil by SSR-PCR method. More than 50% of the beetles collected from the trap system after the spray application were infected with *M. brunneum* BIPESCO 5. Efficacy trials in 2021 should confirm the practicality of the weevil control.

Danksagung

Das Projekt CURCUCONT wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus finanziert. Die Autoren bedanken sich bei den Landwirten für die Bereitstellung der Versuchs- und Kontrollflächen, sowie für ihre aktive Mitarbeit. Danke auch den Firmen Agrifutur s.r.l. (Italien) und Samen Schwarzenberger GmbH (Völs, Österreich) für die Bereitstellung der Produkte.

Literatur

IXOCONT (2007): Biologische Kontrolle von Zecken (*Ixodes ricinus* L) durch den insektentötenden Pilz *Metarhizium anisopliae* (Metch) Petch. https://www.dafne.at/prod/dafne_plus_common/attachment_download/7b50ceda9c1367897d7065a53b037b64/Ixocont_Endbericht_71207.pdf (Zugriff: 15. April 2021)

KRASSILSTCHIK J. (1888): La production industrielle des parasites vegetaux pour la destruction des insects nuisibles. In: Scientifique de la France et de la Belgique 199 (3/1), 461-472.

LAENGLE T, PERNFUSS B, SEGER C, STRASSER H 2005: Field efficacy evaluation of *Beauveria brongniartii* against *Melolontha melolontha* in potato cultures. Sydowia 57(1), 54-93.

MAYERHOFER J, LUTZ A, WIDMER F, REHNER S, LEUCHTMANN A, ENKERLI J 2015: Multiplexed microsatellite markers for seven *Metarhizium* species. In: Journal of Invertebrate Pathology 132, 132-134.

METSCHNIKOFF E. 1880: Zur Lehre über Insectenkrankheiten. In: Zoologischer Anzeiger 3, 44-47.

TIELECKE H. 1952: Biologie, Epidemiologie und Bekämpfung des Rübenderbrüsslers (Bothynoderes punctiventris Germ.). In: Beiträge zur Entomologie 2, 256-315.

Adressen der Autoren

[1] Leopold-Franzens Universität Innsbruck, BIPESCO Team Innsbruck, Institut für Mikrobiologie, Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck, hermann.strasser@uibk.ac.at

[2] Agrana Research & Innovation Center GmbH, Reitherstraße 21-23, A-3430 Tulln an der Donau

Best-Practice-Lösungen für hohe Rücklaufquoten bei der hedonischen Analyse in Krisenzeiten

Best practice solutions for high response rates in pandemic-crisis

Roswitha Enzelberger*, Kathrin Heim, Robert Fina, Thomas Poscher & Alexander Höftberger

Einleitung

Die derzeitige Covid-19-Pandemie mit umfangreichen Restriktionen und erhöhten Hygieneanforderungen führt zu erheblichen Herausforderungen für sensorische Studien, insbesondere für hedonische Analysen, da hierbei eine große Anzahl an Proband*innen erforderlich ist, da laut EN ISO 11136:2017 die Teilnehmeranzahl von 60 Prüfer*nnen bei Verbraucherstichproben nicht unterschritten werden darf. (EN ISO 11136:2017 2017) Die Sensory Science Society weißt auf ihrer Website daraufhin, dass die soziale und ethische Verantwortung für jede sensorische Prüfung, welche während der Pandemie durchgeführt wird, zu berücksichtigen ist. Zudem ist darauf zu achten, dass die Panelteilnehmer*innen keinem zusätzlichen Risiko ausgesetzt werden und alle gesetzlichen Vorgaben der Regierung eingehalten werden, um die Sicherheit und Gesundheit aller beteiligten Personen zu wahren. (EUROPEAN SENSORY SCIENCE SOCIETY 2021).
Um die gewünschte Probandenanzahl zu standardisierten Bedingungen in einem Sensoriklabor zu bedienen, sind somit ein stark erhöhter Ressourcenaufwand sowie zusätzlich erstelle Hygienekonzepte notwendig.

Von diesen Herausforderungen betroffen war auch das Research Center of Sensory Science and Consumer Behavoir des Campus Wieselburgs der Fachhochschule Wiener Neustadt. An der Fachhochschule werden regelmäßig sensorische Tests mit Konsument*innen in Lehre, Forschung und als Unternehmenskooperationen durchgeführt. Nachfolgend werden drei Best-Practice-Lösungen für hohe Rücklaufquoten bei hedonischen Analysen in Krisenzeiten vorgestellt und diskutiert.

Material und Methoden

Home-Use-Settings und eine damit verbundene Online-Datenerfassung können eine Methode darstellen, welche es ermöglicht, alle Regierungsvorgaben einzuhalten und somit höchste Sicherheitsstandards für Proband*innen und Prüfungsleiter*innen zu gewähren. Jedoch werden mittels Online-Befragungen laut Literatur geringere Rücklaufquoten erzielt (DAIKELER et al. 2019), was gerade bei hedonischen Prüfungen zu Problemen führen kann, da eine Teilnehmerzahl von mindestens 60 Prüfpersonen nicht unterschritten werden darf.

Die vorliegende Arbeit beschreibt drei Best-Practice-Beispiele, wie Verbraucherstudien in Krisenzeiten mit Hilfe kreativer Rekrutierungsmethoden online im Home-Use-Setting durchgeführt werden können. Bei Studie 1 wurde ein Drive-In für Schokoriegel zur Probenverteilung eingerichtet. Studie 2 berichtet über eine sensorische Prüfung von Bratwürstel, wobei die notwendigen logistischen Anforderungen zur Aufrechterhaltung der Kühlkette durch die Einrichtung eines Lieferdienstes sichergestellt wurden. Die dritte Studie zeigt eine Probenverteilung von Proteinriegeln mittels Postversand auf.

Schokoriegel-Drive-In

Für ein Forschungsprojekt wurden 4.000 Schokoriegel von 400 Testpersonen mittels einer CATA-Analyse verkostet, beschrieben und bewertet. Die Probenausgabe erfolgte mittels Drive-In-System, um alle behördlichen Corona-Maßnahmen einzuhalten.

Bratwürstel auf Rädern

Für ein Unternehmensprojekt wurden drei verschiedene Bratwürstelvarianten von 100 Konsument*innen, mittels Akzeptanztest beurteilt. Hierfür wurde ein Lieferdienst eingerichtet, um zum einen den persönlichen Kontakt zu den Proband*innen so gering wie möglich zuhalten und zum anderen die Einhaltung der Kühlkette bis zu den Verbraucher*innen zu gewährleisten.

Order, Taste & Smile

Unter dem Motto „Order, Taste & Smile“ wurden drei Sorten von Proteinriegeln mittels Postversand direkt an die Konsument*innen nach Hause versendet. Hierbei bestand keinerlei persönlicher Kontakt zu den Konsument*innen.

*Proband*innen in den Mittelpunkt*

Bei allen drei beschriebenen Rekrutierungsmethoden wurde das Studiendesign auf die geltenden behördlichen Maßnahmen angepasst und die Produkte wurden im Home-Use-Setting von den Proband*innen verkostet. Beim Rekrutierungsprozess wurde gezielt auf eine persönliche Ansprache der potenziellen Zielgruppe geachtet, hierfür wurde ein Social Media-Auftritt geschaffen. Die Proband*innen wurden insbesondere mit Foto- und Video-Tutorials unterstützt. Das Ziel dahinter war es, eine Methodensicherheit unter den potentiellen Prüfpersonen für die Onlineerhebung sicherzustellen. Die Konsument*innen wussten somit bereits vor der Verkostung was genau zu tun ist, welche Rahmenbedingungen für eine gute Sensorikpraxis zuhause geschaffen werden müssen und wieviel Zeit dafür aufgewendet werden muss.

Da nicht jede potenzielle Zielperson über Social Media erreicht werden kann, stellt eine adäquate Medienansprache einen weiteren essentiellen Erfolgsfaktor für die Proband*innenrekrutierung und die weitreichende Bekanntmachung dar. Der damit verliehene Eventcharakter spricht Menschen in Krisenzeiten, die geprägt von gefühlten Einschränkungen und Restriktionen sind, besonders an.

Ergebnisse und Diskussion

Trotz der Corona-Pandemie ist es mittels kreativer Probandenrekrutierung gelungen sensorische Konsumententests im Home-Use-Setting durchzuführen und dabei trotzdem hohe Rücklaufquoten (≥ 63 %) und niedrige Abbruchsraten (≤ 4 %) zu erzielen, siehe Tab. 1.

Tabelle 1: **Rücklaufquote & Abbruchrate**

	Rücklaufquote	*Abbruch-rate*
Drive-in	*63 %*	4 %
Lieferserviece	96 %	0 %
Postverand	90 %	0 %

Krisen fordern Unternehmen und bringen die Menschen, die dahinterstehen, oft an ihre Grenzen. Aber jede Krise bringt auch neue Chancen für eine Weiterentwicklung mit sich. Wie das vorliegende Papier aufzeigt, kann kreative Probandenrekrutierung, mit einer zielgruppengerechten Ansprache und der Bereitstellung von Video-Tutorials dazu beitragen, dass trotz einer Verkostung im Home-Use-Setting unterstützt durch Online-Systeme zur Datenerfassung hohe Rücklaufquoten und dabei gleichzeitig niedrige Abbruchraten erreicht werden können. Dies sind gerade für die Praxis relevante Erkenntnisse, welche auch noch nach der Krise von hoher Bedeutung sein können. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch, dass solche kreativen Methoden auch mit einem erhöhten zeitlichen, personellen und/oder monetären Ressourcenverbrauch einhergehen können, da solche neuen Methoden erst in die Unternehmensstruktur implementiert werden müssen.

Zusammenfassung

Die derzeitige Covid-19-Pandemie mit umfangreichen Restriktionen und erhöhten Hygieneanforderungen führt zu erheblichen Herausforderungen für sensorische Studien, insbesondere für hedonische Analysen, da hierbei eine große Anzahl an Proband*innen erforderlich ist.

Die Krise erfordert die Anpassung des Studiendesigns und die Etablierung von Alternativen zu Verkostungen im Sensoriklabor.
Die vorliegende Studie beschreibt drei Best-Practice-Beispiele, wie Verbraucherstudien in Krisenzeiten mit Hilfe kreativer Rekrutierungsmethoden durchgeführt werden können und dabei eine hohe Rücklaufquote (≥ 63 %) und niedrige Abbruchsraten (≤ 4 %) zu erzielen.

Abstract

The current Covid-19 pandemic with lockdowns and increased hygiene requirements results in major barriers to sensory studies. In particular, hedonic analyses, which require a large number of subjects is required.
The crisis necessitates the adaption of study designs, the establishment of alternatives to tastings in the sensory laboratory and, above all, a fundamental rethinking of traditional recruitment methods, thereby achieving high response rates (≥ 63%) and low abandonment rates (≤ 4%).

Literatur

EN ISO 11136:2017: Sensorische Analyse Methodologie- Allgemeiner Leitfaden für die Durchführung hedonischer Prüfungen (Verbrauchertests) in einem kontrollierten Umfeld.
EUROPEAN SENSORY SCIENCE SOCIETY, 2021: Covid-19 pandemic –messagetoE3S members
DAIKELER J, BONJAK M, MANFREDA K, 2019: Web Versus Other Survey Modes: An Updated and Extended Meta-Analysis Comparing Response Rates. Journal of Survey Statistics and Methodology, 8/3

Adresse der Autoren

Fachhochschule Wr. Neustadt, Campus Wieselburg, Zeiselgraben 4, 3250 Wieselburg

* Ansprechpartnerin: Roswitha ENZELBERGER, roswitha.enzelberger@fhwn.ac.at

Abbau von Konsumbarrieren für nachhaltige Lebensmittel: Die Relevanz von Maßnahmen zur Förderung individueller Sinnesbilder

Overcoming consumption barriers for conscious food products: The relevance of measures encouraging individual sensory imagery

Thomas Poscher*, Roswitha Enzelberger, Kathrin Heim, Robert Fina & Elisabeth Steiner

Einleitung

Das Konzept des klimafreundlichen Konsums ist mit großen Herausforderungen konfrontiert (CHEN und CHAI 2010), da es an Kenntnissen über klimafreundliches Konsumverhalten mangelt. Unter anderem lassen sogenannte Laientheorien (DEVAL et al. 2010) Konsument*innen einen geringeren sensorischen Genuss mit klimafreundlichen Produkten assoziieren (RAGHUNATHAN et al. 2006), was Konsumhemmnisse für klimafreundliche Lebensmittel bedingt und die offensichtliche Diskrepanz zwischen den Werten der Konsument*innen und ihrem Kaufverhalten erklären kann. (BELK et al. 2005) Der Forschungsschwerpunkt des Research Center of Sensory Science and Consumer Behavior der FH Wr. Neustadt konzentriert sich auf die Identifikation und Reduktion von Konsumbarrieren für klimafreundliche Lebensmittel durch geeignete Maßnahmen an der Schnittstelle Marketing, Sensorik und Virtual Reality. Es wird untersucht, wie sensorische Informationen und immersive sensorische Erlebnisse Konsumentenreaktionen vor und nach dem Verzehr beeinflussen.

Material und Methoden

Testablauf: 160 freiwillige und ungeschulte Testpersonen nahmen in vier Testgruppen zu je 40 Prüfpersonen an dem sensorischen Test teil.
Bei den sensorischen Tests erhielt jeder der 160 Proband*innen in den vier Testgruppen (KG, EG2, EG3 und EG4) jeweils drei Stück Maisstangerl mit Apfelgeschmack in drei Durchgängen zur Bewertung (gekennzeichnet als klimafreundlich, biologisch und regional, wobei diese drei Bedingungen für jede*n Befragte*n in zufälliger Reihenfolge angeordnet wurden). Tatsächlich waren die drei Proben ident.
Der Kontrollgruppe wurde lediglich vorab mitgeteilt, dass sie drei Varianten eines Produktes zur Bewertung (klimafreundlich, regional und biologisch) erhalten würde.
EG 2 wurde auch über die knusprige Textur und den fruchtigen Apfelgeschmack des Produkts informiert.
EG 3 wurde per VR-Brille für 30 Sekunden vor der Verkostung ein 360°-Bild als primender Reiz gezeigt, das die Umgebung einer naturnahen österreichischen alpenvorländischen Landschaft zeigte.
Das gleiche Bild wurde EG 4 in Form von Storytelling beschrieben und die Proband*innen wurden aufgefordert, sich 30 Sekunden lang in das Bild einzufühlen.
Die Befragten wurden dann angewiesen, die Proben basierend auf ihren Erwartungen (sensorische Erwartungen, erwartete Beliebtheit, erwartete gesundheitliche Auswirkungen, Kaufabsicht vor dem Konsum) anhand einer Linienskala (0-10) zu bewerten, gefolgt von einer sensorischen Verkostung und einer weiteren Bewertung basierend auf ihren Wahrnehmungen (sensorische Wahrnehmung, wahrgenommene Beliebtheit, Kaufabsicht nach dem Konsum).
Statistische Datenauswertung: Die Studie wurde mit mehreren ANOVA´s und dem Benjamini-Hochberg Post-hoc-Test bei einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ analysiert, wobei der Grad der stimulierten Sinneswahrnehmung (Kontrollgruppe ohne Stimulation vs. verbal präsentierte Sinnesinformationen vs. individuelle Sinnesbilder durch Storytelling vs. lebendige Sinnesbilder durch VR-Brille) als Zwischensubjektfaktor und die Art des nachhaltigen Produkts (klimafreundlich vs. biologisch vs. regional) als Innersubjektfaktor dienten.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Förderung individueller Bilder durch Storytelling (d.h. die verbale Beschreibung eines Kontexts, der mit mehreren Sinnen erlebt werden kann) am stärksten positiv auf die Produkterwartungen auswirkt.

Sowohl im erwarteten Geschmack, der erwartete Textur als auch der erwarteten Gesamtakzeptanz vor

der sensorischen Verkostung konnten bei der als biologisch deklarierten Probe signifikante Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen EG3 (VR) und EG4 (Storytelling) errechnet werden, bei der als regional deklarierten Probe trat dieses Ergebnis für den erwarteten Geschmack und die erwartete Textur auf.

Darüber hinaus zeigten sich bei der Beurteilung des erwarteten Geschmacks auch zwischen den Vergleichsgruppen EG2 (sensorische Beschreibung) und EG4 (Storytelling) signifikante Unterschiede in der Bewertung.

Beim als klimaneutral gekennzeichneten Produkt waren bei der Erwartung vor der Probenverkostung keinerlei signifikante Bewertungsunterschiede zwischen den Vergleichsgruppen erkennbar, sehr wohl jedoch bei der Produktwahrnehmung.

Der Geschmack des als klimaneutral bezeichneten Produkts wurde, geprimet durch das Storytelling, signifikant besser bewertet als durch die sensorische Beschreibung (EG2), das VR-Priming (EG3) oder uninformiert (KG). Auch bei der Texturwahrnehmung der klimaneutralen Probe liegt die Bewertung für EG4 (Storytelling) signifikant höher als jene für EG3 (VR).

Vor allem die sensorischen Erwartungen für das als biologisch und das als regional gekennzeichnete Produkt konnten durch Storytelling im Vergleich zur Hervorrufung lebendiger Bilder durch die virtuelle Erfahrung des gleichen Kontexts über VR-Technologie erheblich gesteigert werden. Dieser Effekt bleibt auch nach der Verkostung tendenziell bestehen. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Mittelwerte des Texturerwartung im Vergleich.

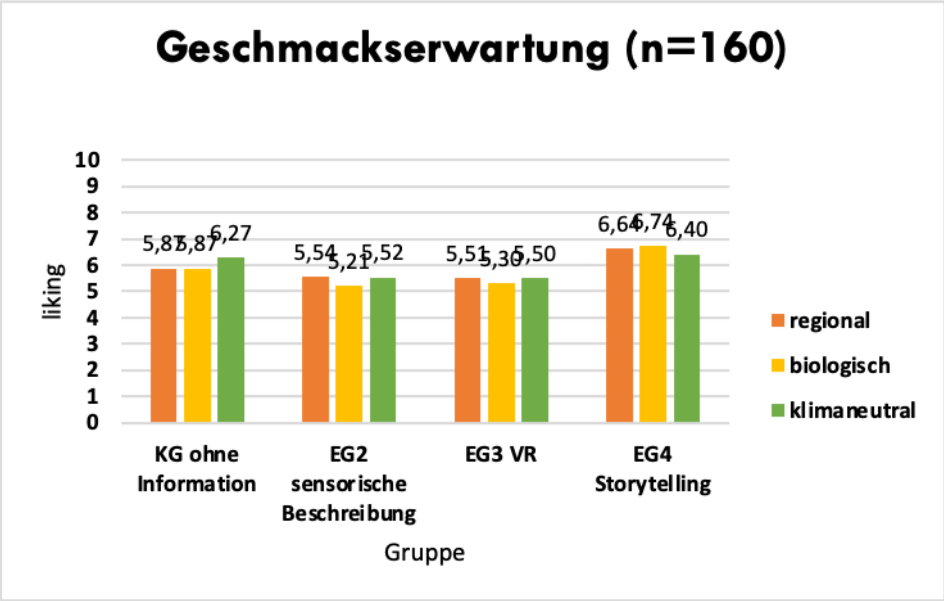


Abbildung 1: **Vergleich der Mittelwerte der Texturerwartung**

Die Ergebnisse für das als klimaneutral deklarierte Produkt zeigen, dass sich hier der Effekt erst nach der Verkostung auswirkt und die Förderung individueller Bilder durch Storytelling sich damit am stärksten positiv auf die Produktwahrnehmung auswirkt.

Interessanterweise führten insgesamt betrachtet sowohl die Bereitstellung sensorischer Beschreibungen als auch das VR-Priming sogar zu einer leichten Verschlechterung der Konsumentenreaktionen im Vergleich vor und nach der Verkostung, während sich die Förderung individueller Bilder durch Storytelling durchwegs positiv auf die Erfolgsvariablen auswirkte.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass stimulierende Sinnesbilder die Reaktionen der Konsument*innen vor und nach dem Konsum sowie die Kaufabsicht gegenüber nachhaltigen (klimafreundlichen, biologischen, regionalen) Lebensmitteln beeinflussen und damit den Abbau von Konsumbarrieren für solche Produkte unterstützen können. Entscheidend für den Erfolg dieser Maßnahmen ist jedoch die Förderung individueller Bildwelten und nicht die Hervorrufung besonders anschaulicher Bildwelten durch VR-

Brillen oder die Hervorrufung konkreter Sinnesbilder durch die Bereitstellung von Sinnesbeschreibungen.

Trotz des Pioniercharakters der vorliegenden Studie stellen die Ergebnisse einen hochinteressanten Befund in Zeiten, in denen viele Anstrengungen unternommen werden, um ideal lebensechte, virtuelle Simulationen der realen Welt zu erstellen, dar.

Zusammenfassung

Die Auswirkungen der Lebensmittelproduktion auf die Klimaerwärmung gewinnen zunehmend an wissenschaftlicher Bedeutung. Das Konzept des klimafreundlichen Konsums ist jedoch mit großen Herausforderungen konfrontiert und es mangelt an Kenntnissen über klimafreundliches Konsumverhalten.
Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf den Abbau von laientheoretischen Konsumbarrieren gegenüber bewussten Lebensmitteln. Es wird dabei auf Literatur zu sensorischen Bildern, der Verfügbarkeits-Valenz-Hypothese und Grices Theory of Conversational Implicature sowie eine experimentelle Studie mit sensorischen Tests, Storytelling und VR-Technologie, die die Auswirkungen der Lebendigkeit sensorischer Bilder auf die Verhaltensabsichten der Verbraucher*innen untersucht, zurückgegriffen. Die experimentelle Studie (n = 160) wurde als Mixed-Design-Studie konzipiert. Die Ergebnisse liefern erste empirische Belege dafür, dass die Stimulierung individueller Bildwelten durch Storytelling Konsumbarrieren effizienter abbauen kann als der Einsatz von VR-Technologie oder verbalen sensorischen Produktbeschreibungen.

Abstract

The effects of food production on global warming are gaining increasing scientific importance. However, the concept of climate-friendly consumption faces major challenges and there is a lack of knowledge about climate-friendly consumption behavior.
The present paper focuses on combating lay theory-based consumption barriers towards conscious food products. We draw on literature on sensory imagery, the availability-valence hypothesis and Grice's Theory of Conversational Implicature and report an experimental study, involving sensory testing, storytelling, and VR technology, investigating the effects of vividness of sensory imagery on consumers' behavioral intentions. The experimental study (n = 160) was conceptualized as a mixed design study. Results provide first empirical evidence for the fact that stimulating individual imagery by storytelling can be more efficient in reducing consumption barriers than the use of VR technology or verbal sensory product descriptions.

Literatur

BELK R W, DEVINNEY T M und ECKHARDT G, 2005: Consumer ethics across cultures. Consumption, Markets and Culture, 8, 275-289.
CHEN T B und CHAI L T, 2010: Attitude towards the environment and green products: Consumers' perspective. Management Science and Engineering, 4(2), 27-39.
DEVAL H et al., 2012: How Naive Theories Drive Opposing Inferences from the Same Information. Journal of Consumer Research Inc. Vol. 39., S. 1.185-1.201. doi: https://doi.org/10.1086/668086
RAGHUNATHAN R, NAYLOR R W und HOYER W D, 2006: The unhealthy = tasty intuition and its effects on taste inferences, enjoyment, and choice of food products. Journal of Marketing, 70(4), 170-184.

Adresse der Autoren

Fachhochschule Wr. Neustadt, Campus Wieselburg, Zeiselgraben 4, 3250 Wieselburg

* Ansprechpartner: Ing. Thomas Poscher, BA MA, thomas.poscher@fhwn.ac.at

Eine Forschungsarbeit zur Ermittlung der optimalen Stichprobengröße für Nappingstudien mit ungeschulten Proband*innen

A methodological investigation of the potential of an optimal sample sizes for the application of napping as a rapid sensory method

Kathrin Heim*, Roswitha Enzelberger Robert Fina, Thomas Poscher & Elisabeth Steiner[1]

Einleitung

Bewährte sensorische Profilierungen, die zwar als leistungsstark und ausgefeilt gelten, werden heute häufig als zeitaufwändig und kostenintensiv wahrgenommen (VARELA und ARES 2012). Insbesondere bei Klein- und Mittelunternehmen ist ein Streben nach effizienzsteigernden Alternativen (DELARUE et al. 2014) und der Wunsch nach einer Erweiterung der Anwendungsbereiche (VALENTIN et al. 2012) zu beobachten. In Verbindung damit wird immer häufiger die Einbeziehung von Konsument*innen als Prüfpersonen (VARELA und ARES 2012) neben sensorischen Expertenpanels gefordert. Auf Basis dieser Bedürfnisse haben sich in den letzten Jahren immer häufiger sensorische Schnellmethoden entwickelt und etabliert (VARELA und ARES 2012).
Als einer dieser Methoden ist das Napping zu nennen, eine auf Ähnlichkeit basierende, schnelle deskriptive Methode mit breitem Anwendungsspektrum (LE et al. 2015). Ziel ist der sensorische Vergleich mehrerer Produkte und ihrer sensorischen Eigenschaften durch eine relative Anordnung zueinander, zumeist auf einem Blatt Papier. Ähnliche Proben werden dabei nahe beieinander, unterschiedliche weit voneinander entfernt positioniert. Eine Fokussierung auf spezifische Produktmerkmale, aber auch eine Erweiterung um Clusterbildungen oder einer Charakterisierung durch sensorische Attribute ist möglich. (SCHNEIDER-HÄDER und DERNDORFER 2016) Die optimale Stichprobengröße für Nappingstudien mit Konsument*innen wurde bisher noch wenig erforscht oder diskutiert.

Material und Methoden

Studiendesign: Für die systematische Ermittlung einer optimalen Stichprobengröße für einen wissenschaftlichen Einsatz von Napping, um statistisch fundierte und reproduzierbare Ergebnisse liefern zu können, wurde eine Kombination aus partiellem und sorted Napping am Campus Wieselburg der FH Wr. Neustadt mit einer Gelegenheitsstichprobe (n=104) aus ungeschulten und freiwillig teilnehmenden Studierenden in Gruppen zu je 20-25 Prüfpersonen durchgeführt.
Stimulusmaterial: Als Stimulusmaterial kamen 15 Erdbeerjoghurtproben zum Einsatz. Diese wurden in transparenten Kunststoffbechern, vierstellig codiert, zu je 20 Gramm bei Raumtemperatur zum Napping gereicht.
Testablauf: Im ersten Schritt mussten die Prüfpersonen mit der Methode des Nappings vertraut gemacht werden. Die Prüfpersonen wurden schließlich gebeten, die Erdbeerjoghurtproben anhand ihrer Unterschiede bzw. Ähnlichkeiten zueinander in drei Durchgängen nach den Merkmalseigenschaften Aussehen, Geschmack und Textur auf DIN A3 Blättern zu positionieren und die jeweiligen Positionen am Papier zu markieren. In weiterer Folge sollten Gruppen gebildet und mit verbalen Beschreibungen versehen werden. Die einzelnen Koordinaten und Begriffe wurden schließlich vom Prüfpersonal in XLStat® übertragen und für die Auswertung vorbereitet, wobei vier Teilergebnisse verworfen werden mussten.
Statistische Datenauswertung: Aus der auswertbaren Gesamtstichprobe von 100 Ergebnissen wurden systematisch Teilstichproben gezogen und mit der Gesamtstichprobe verglichen. Tabelle 1 zeigt die gezogenen Teilstichrobengrößen und die Anzahl der jeweils entnommenen Stichproben.

Tabelle 1: **Merkmale der gezogenen Stichproben**

Stichprobengröße	n = 10	n = 15	n = 20	n = 33	n = 50
Anzahl der entnommenen Stichproben	10	6	5	3	2

Alle Teilstichproben sowie die Gesamtstichproben wurden mittels Multipler Faktorenanalyse analysiert und zweidimensional dargestellt. In weiterer Folge wurden die Teilstichproben mittels Generalized Procrustes Analysis mit der Gesamtstichprobe verglichen. Zur Interpretation dieser Konsensindizes bzw. um eine Aussage über mögliche Strukturgleichheiten der einzelnen Stichproben und der Gesamtstichprobe geben zu können, wurde der Tucker Kongruenzkoeffizient (r_c) herangezogen.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 2 zeigt die jeweils niedrigsten errechneten Tucker Kongruenzkoeffizienzwerte für die einzelnen gezogenen Stichprobengrößen für die Merkmalseigenschaft Textur. Die Textur gilt als das anspruchsvollste und damit am schwierigsten zu unterscheidende Merkmal für ungeschulte Prüfpersonen und erreichte daher auch die geringsten Koeffizienzwerte in der Studie.
Aus den errechneten Ergebnissen lässt sich ableiten, dass Stichprobengrößen von n ≤ 15 noch keine statistisch verlässlichen Ergebnisse erzielen. Die methodische Literatur legt sogar nahe, dass Kongruenzkoeffizienten unter 0,85 „nicht als Hinweis auf eine Ähnlichkeit von Faktoren interpretiert werden sollten“ (LORENZO-SEVA und TEN BERGE 2006).

Tabelle 2: **Ergebnisse ausgedrückt mittels Tucker Kongruenzkoeffizient (r_c) für die Merkmalseigenschaft Textur**

Stichprobengröße	*n* = 10	*n* = 15	*n* = 20	*n* = 33
r_c-Wert	< 85 %	< 85 %	85 % - 95 %	> 95%
Interpretation	keine ausreichende Übereinstimmung		Angemessene Ähnlichkeit zwischen den Faktoren	Virtuell idente Faktoren

Wie der Tabelle 2 weiters entnommen werden kann, weist eine Stichprobengröße von n = 20 bereits auf eine angemessene Ähnlichkeit zwischen den einzelnen gezogenen Stichproben und der Gesamtstichprobe hin. Ab einer Stichprobengröße von n = 33 werden statistisch sichere und reproduzierbare Ergebnisse erzielt. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass bereits eine Stichprobengröße von 33 Prüfpersonen für Nappingstudien mit ungeschulten Prüfpersonen ausreichend ist, um statistisch fundierte und reproduzierbare Ergebnisse liefern zu können.
Um die Ergebnisse zu vervollständigen, sind in Tabelle 3 die jeweils niedrigsten Tucker Kongruenzkoeffizienzwerte für die Merkmalseigenschaften Aussehen und Geschmack dargestellt, wobei ersichtlich ist, dass insbesondere die Merkmalseigenschaft Aussehen höhere Werte erzielen konnte als die Textur. Dies weißt darauf hin, dass für einfacher zu differenzierende Merkmale auch geringere Stichprobengrößen ausreichend sein können.

Tabelle 3: **Ergebnisse ausgedrückt mittels Tucker Kongruenzkoeffizient (r_c) für die Merkmalseigenschaften Aussehen und Geschmack**

Stichprobengröße	*n* = 10	*n* = 15	*n* = 20	*n* = 33
Aussehen $r_{c\text{-min}}$	85 % - 95 %	> 95%	> 95%	> 95%
Geschmack $r_{c\text{-min}}$	< 85 %	< 85 %	85 % - 95 %	> 95%

Damit lässt sich je nach Anforderung eine Empfehlung von mindestens 20, idealerweise aber 33 Prüfpersonen für Nappingstudien mit Konsument*innen geben, um statistisch fundierte und reproduzierbare Ergebnisse liefern zu können. Für Klein- und Mittelunternehmen bringt dieses Ergebnis eine Effizienzsteigerung, Kostenreduktion und Zeitersparnis durch ein mengenmäßig überschaubares Konsumentenpanel, was zu wirtschaftlichen Vorteilen auf Grund rascherer Handlungsmöglichkeiten führen kann.
Limitierend muss erwähnt werden, dass sich die aktuellen Ergebnisse vorläufig nur auf die Produktkategorie Erdbeerjoghurt beziehen und der Fokus nicht auf der Qualität der Multiplen Faktorenanalyse (Bereinigung des Datensatzes) lag.

Zusammenfassung

Sensorische Schnellmethoden mit Konsument*innen bieten besonders kleineren und mittleren Unternehmen wesentliche Vorteile, da für diese Methoden im Vergleich zu klassischen deskriptiven Prüfungen ein geringerer Ressourceneinsatz benötigt wird. Napping ist eine dieser Schnellmethoden, die einen sensorischer Vergleich von mehreren Produkten bezüglich ihrer relativen Ähnlichkeit zueinander fokussiert. Auf einem Blatt Papier werden dabei mehrere Proben abhängig von ihrer beobachteten Ähnlichkeit zueinander platziert und die einzelnen Koordinaten anschließend verwertet.
Für Nappingstudien werden in der Regel 9-15 Personen herangezogen. Ob diese Stichprobengröße jedoch für ungeschulte Prüfpersonen ausreicht, um statistisch sichere und reproduzierbare Ergebnisse zu liefern, war bisher noch weitgehend unbelegt.
Für die aktuelle empirische Studie wurde ein Napping mit 15 Erdbeerjoghurtproben und n = 104 ungeschulten Prüfpersonen für die Merkmale Aussehen, Geschmack und Textur veranlasst.
Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse ist eine Stichprobengröße von mindestens 20, idealerweise 33 ungeschulten Testpersonen für Nappingstudien empfehlenswert, um statistisch sichere, reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten.

Abstract

Rapid methods offer significant advantages to small and medium-sized companies in particular, as these methods require fewer resources compared to classic descriptive tests. Napping represents a rapid sensory descriptive method, more precisely, a similarity measurement, in sensory sciences, pursuing the goal of obtaining a sensory comparison of several products in terms of their relative similarity to one another. Several samples are placed on a sheet of paper depending on their observed similarity to one another and the individual coordinates are then collected and used.
Napping studies generally involve 9-15 people, but it is largely unclear whether this sample size is sufficient for untrained test subjects to provide statistically reliable and reproducible results.
A napping with 15 strawberry yogurt samples and n = 104 untrained participants for the characteristic properties appearance, taste and texture was arranged.
Based on the available results, a sample size of at least 20, ideally 33 untrained subjects for napping studies are recommended in order to obtain statistically reliable, reproducible results.

Literatur

DELARUE J, LAWLOR B, ROGEAUX M, 2014: Rapid sensory profiling techniques. Applications in new product development and consumer research. Woodhead Publishing.
LE S, LE T, CADORET M, 2015: Napping and sorted Napping as a sensory profiling technique. In: Delarue, J., Lawlor, J. B., & Rogeaux, M. (2015). Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods: Applications in New Product Development and Consumer Research. Woodhead Publishing.
LORENZO-SEVA U, TEN BERGE J, 2006: Tucker's Congruence Coefficient as a Meaningful Index of Factor Similarity. Methodology European Journal of Research Methods for The Behavioral and Social Sciences, 2, 57-64.
SCHNEIDER-HÄDER B, DERNDORFER E, 2016: Sensorische Analyse: Methodenüberblick und Einsatzbereiche: Klassische beschreibende Prüfungen & neue Schnellmethoden, DLG-Expertenwissen, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, 9-11
VALENTIN D, CHOLLET S, LELIÈVRE M, ABDI H, 2012: Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. International Journal of Food Science and Technology, 47(8), 1563-1578.
VARELA P, ARES G, 2012: Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. Food Research International, 48(2), 893-908.

Adresse der Autoren

Fachhochschule Wr. Neustadt, Campus Wieselburg, Zeiselgraben 4, 3250 Wieselburg

* Ansprechpartnerin: Kathrin HEIM BA MA, kathrin.heim@fhwn.ac.at

Vergleich von Methoden zur Erzeugung sensorischen Vokabulars zur weiteren Verwendung in CATA-Studien mit Konsument*innen

Comparison of methods for generating sensory vocabulary for further use in CATA studies with consumers

Robert A. Fina*, Kathrin Heim, Roswitha Enzelberger[1] Thomas Poscher & Elisabeth Steiner

Einleitung

Trotz der Bedeutung der traditionellen Profilierungen haben sich in den letzten Jahren mehrere alternative Methoden entwickelt, die der industriellen Nachfrage nach schnelleren und kostengünstigeren Methoden folgen. Die daraus resultierenden sensorischen Schnellmethoden können nicht nur als effiziente Alternativen zu traditionellen Methoden in der Sensorik angesehen werden, sondern erweitern ihren Anwendungsbereich auf neue Anwendungsgebiete (DELARUE et al. 2014). Eine dieser beliebten Schnellmethoden ist CATA (Check-All-That-Apply), bei dem die Befragten (meist Konsument*innen) alle auf ein bestimmtes Produkt zutreffenden Merkmale anhand einer vorgegebenen Attributenliste ankreuzen. (ADAMS et al. 2007)
Um solche Listen vorab zu erstellen, sind weitere sensorische Methoden erforderlich. Es gilt, sensorische Begriffe zu ermitteln, die in den Köpfen der Konsument*innen gespeichert sind und für die Beschreibung der jeweiligen Produktkategorie geeignet und vor allem relevant sind (STEENKAMP und VAN TRIJP 1997). Inwieweit die unterschiedlichen Methoden zur Generierung der sensorischen Produktattribute geeignet sind, wurde bisher noch nicht ausreichend erforscht. Diese Erkenntnislücke sollte mit dieser Studie verringert werden. Dies ist notwendig, da die Eignung der Attributliste ein maßgebliches Kriterium für die Qualität der CATA-Daten ist.
Daher ist es das Ziel dieser Studie, gängige Methoden zur Generierung von Attributen zur weiteren Verwendung in CATA-Studien mit Konsument*innen zu vergleichen.

Material und Methoden

Studiendesign: Für den systematischen Vergleich dreier gängiger Attributengenerierungsmethoden wurden am Campus Wieselburg der FH Wr. Neustadt eine einfach beschreibende Prüfung und ein Napping im Vorfeld der Hauptstudie durchgeführt, sowie eine Attributenliste aus sensorischen Vachvokabular erstell. In der Hauptstudie wurden die drei Attributensammlungen in einer groß angelegten CATA-Studie auf ihre Tauglichkeit hin verglichen.
Stimulusmaterial: Als Stimuli wurden zehn verschiedene handelsübliche, in Österreich bekannte Schokoriegel ausgewählt. Diese wurden codiert mit vierstelligen Probennummern in der Originalverpackung bei Raumtemperatur ausgegeben.
Die Entscheidung für diese Produktgruppe ist der Beliebtheit der Produktgruppe geschuldet die eine hohe Teilnahmebereitschaft erwarten lies. Dies war notwendig um die hohe Anzahl der benötigten Proband*innen trotz Corona Pandemie generieren zu können. Gleichzeitig sollten die Proben einzeln verpackt, lager- und transportabel bei Raumtemperatur sein, um die Sicherheit von Produkt und Testpersonen zu gewährleisten.
Testablauf: Im ersten Schritt erfolgte die Generierung der Attributenlisten durch eine einfach beschreibende Prüfung mit semi-trainierten Prüfpersonen (n = 12) und ein Napping mit ungeschulten Prüfpersonen (n = 66). Für die dritte Attributenliste wurde Vokabular aus dem DLG Fachvokabular Sensorik für Schokoladenprodukte entnommen.
Die generierten und bereinigten Attributenlisten wurden in weiterer Folge in einer CATA Studie (n = 311) mit drei Gruppen von ungeschulten Prüfpersonen verwendet und die Ergebnisse miteinander verglichen.
Statistische Datenauswertung: Cochrans Q-Test wurde angewendet, um sensorischen Begriffe zwischen den Proben zu identifizieren, welche signifikante Unterschiede aufweisen. Begriffe welche keine sig. Unterschiede aufweisen eignen sich nicht zur Diskriminierung von Produkten. Zusätzlich wird das np-Diagramm herangezogen um ungeeignete Diskriminanten zu lokalisieren und zu eliminieren. Der prozentuelle Anteil der verbliebenen Attribute wurde herangezogen, um die Eignung der Attributengenerierungsmethode zu beurteilen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Reduktion der einzelnen Attribute jeder Attributengenerierungsmethode mittels Cochrans Q-Test und np-Diagramm lieferte letztlich jenes Vokabular, das als geeignet für die Beschreibung und Differenzierung von Produkten in CATA-Studien bezeichnet werden kann.
Die durch die einfach beschreibende Prüfung mit semi-geschulten Prüfpersonen generierten Attribute mussten um drei Attribute vermindert werden (würzig, brennend und salzig). Weitere acht Begriffe wurden nach der np-Diagramm-Bereinigung als nicht geeignet angesehen. Damit lieferte die einfach beschreibende Prüfung Attribute, die zu 64,5 % geeignet sind, Produkte in CATA-Studien geschmacklich adäquat zu differenzieren.
Cochrans Q-Test und das np-Diagramm führen bei der durch Napping mit ungeschulten Prüfpersonen generierten Vokabelliste zur Eliminierung der gleichen fünf Attribute (bitter, knusprig, schokoladig, süß und fruchtig). Somit liefert das Napping in dieser Studie 79,2 % Attribute, die geeignet sind, Produkte in CATA-Studien geschmacklich zu beschreiben und zu differenzieren.
Umami wurde als nicht signifikanter Begriff aus dem aus dem Fachvokabular stammenden Begriffen gestrichen werden. Weitere acht der 23 Begriffe stellten sich nach der np-Diagramm-Bereinigung als nicht geeignet heraus. Somit liefert das DLG-Fachvokabular für Schokoladenprodukten Attribute, von denen nur 60,9 % geeignet sind, Produkte in CATA-Studien geschmacklich adäquat zu beschreiben und zu differenzieren.
Abbildung 4 zeigt den prozentuellen Vergleich der als für die Beschreibung und Differenzierung von Schokoriegel geeigneten geltenden Attribute aus den drei Vokabellisten.

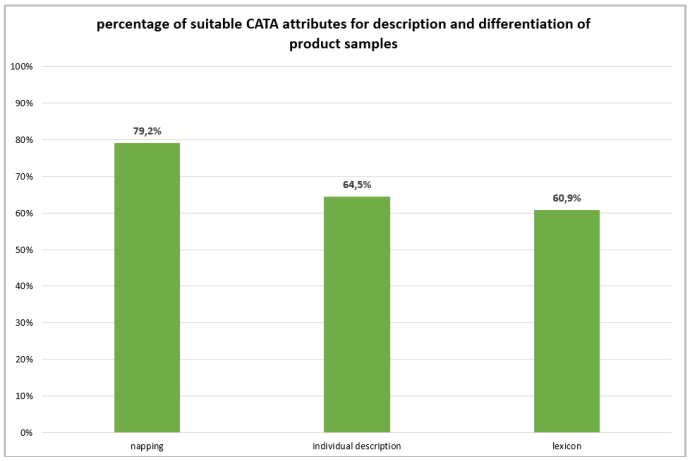


Abbildung 1: **Prozentueller Anteil an geeigneten CATA Attributen für die Beschreibung und Differenzierung der Schokoriegel-Proben**

Die Auswertung ergab, dass die durch das Napping mit ungeschulten Prüfpersonen generierte Attributenliste (79,2%) im Vergleich zur einfach beschreibenden Prüfung mit semi-geschulten Prüfpersonen (64,5%) und dem vorgefertigtem DLG Fachvokabular (60,9%) die meisten für die Beschreibung und Differenzierung geeigneten Attribute in einer späteren CATA Studie liefert.
Basierend auf den Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass die Generierung von Begriffen über Napping mit ungeschulten Konsumenten im Vergleich zur Generierung von Attributen durch eine einfach beschreibende Prüfung mit semi-trainierten Personen oder das Nutzen von vordefiniertem Fachvokabular deutlich mehr Attribute liefert, die zur Beschreibung und Unterscheidung von Schokoriegeln in weiterführenden CATA-Studien mit Konsument*innen geeignet ist.
Zusammenfassend ist dies ein wesentlicher Hinweis darauf, dass ungeschulte Prüfpersonen in die Attributengenerierung für Produktbeschreibungen für die Zielgruppe der Endverbraucher*innen miteinbezogen werden sollten.
Inwieweit die Ergebnisse auf andere sensorische Methoden zur Erfassung von Attributen übertragbar sind, muss in weiteren Studien untersucht werden.

Zusammenfassung

Schnellmethoden mit Konsument*innen kommen in der Lebensmittelsensorik immer häufiger zum Einsatz. Insbesondere die CATA bietet als Methode für Klein- und Mittelunternehmen wesentliche Vorteile, nicht zuletzt da ein vergleichsweise geringer Ressourceneinsatz benötigt wird und die Länge und Randomisierung der Attributenlisten sowie die idealen Stichprobengrößen für diese Methode wissenschaftlich gut belegt sind.
Eine Grundlage der CATA-Methode ist eine vordefinierte Liste von Attributen. Bisher wurde jedoch noch unzureichend untersucht, welche Methoden am besten zur Generierung dieser Attribute geeignet sind, die für eine Beschreibung und Differenzierung von Produktproben durch ungeschulte Konsument*innen geeignet sind.
Die vorliegende Studie vergleicht drei Methoden zur Entwicklung eines sensorischen Vokabulars, das sich auf Geschmacksbegriffe konzentriert. Es wurden drei CATA´s mit zehn standardisierten Schokoriegelproben und ungeschulten Konsument*innen (n = 311) durchgeführt.
Die Ergebnisse zeigen, dass die Erzeugung von sensorischem Vokabular durch Konsument*innen (d.h. in Form einer Nappingstudie) am besten für weitere CATA-Analysen mit Konsument*innen geeignet ist. Indikationen, nach denen das Vokabular für Konsumentenstudien von Konsument*innen erstellt werden soll, können somit durch unsere Studie unterstützt werden.

Abstract

Rapid methods with consumers are used more and more frequently in sensory science. As a method for small and medium-sized enterprises, CATA in particular offers significant advantages, not least because a comparatively low use of resources required and because the length and randomization of the attribute lists as well as the ideal sample sizes for this method have been scientifically proven.
A predefined list of attributes is knowen as the basis of the CATA method. The extent to which different methods for generating attributes are best for delivering terms which are suitable for a description and differentiation of product samples by the untrained consumers has not yet been proven sufficient.
The present study compares three methods of generating sensory vocabulary that focuses on taste terms. Three CATAs with ten standardized chocolate bar samples and untrained consumers (n = 311) were carried out.
Our results can indicate that the generation of sensory vocabulary by consumers is comparatively best suited to generate attributes for further CATA analyzes with consumers. Indications that vocabulary for consumer studies should be generated by consumers can be confirmed by our study.

Literatur

ADAMS J, WILLIAMS A, LANCASTER B, FOLEY M, 2007: Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. In 7th Pangborn sensory science symposium, 12–16 August 2007, Minneapolis, USA

DELARUE J, LAWLOR B, ROGEAUX M, 2014: Rapid sensory profiling techniques. Applications in new product development and consumer research. Woodhead Publishing.

STEENKAMP J-B E M, VAN TRIJP, H C M, 1997: Attribute elicitation in marketing research: A comparison of three procedures. Marketing Letters, 8, 153–165.

Adressen der Autoren

Fachhochschule Wr. Neustadt, Campus Wieselburg, Zeiselgraben 4, 3250 Wieselburg

* Ansprechpartner: Robert A. Fina BA MA, robert.fina@fhwn.ac.at

Überlegungen zur Sugoproduktion in bäuerlichen Kleinbetrieben

Considerations to sugo production in small processing plants

Cordula Klaffner* & Manfred Gössinger

Einleitung

Die Haltbarmachung von Lebensmitteln hat eine lange Tradition. Vor allem bei pflanzlichen Lebensmitteln ist zum Zeitpunkt der Ernte oft ein Überschuss vorhanden (Ebermann et al., 2011). Um eine Überproduktion an Gemüse haltbar zu machen, gibt es verschiedenste Möglichkeiten, eine davon wäre die Sugoproduktion. Worum genau es sich bei einem Sugo handelt, ist nicht definiert, wenn auch im Internet einige Beschreibungen zu finden sind.
Das Wort Sugo stammt aus dem Italienischen und bedeutet übersetzt Sauce. Lt. Duden versteht man unter Sugo eine Sauce aus Tomaten und anderem, besonders bei italienischen Gerichten. Rechtlich bindende Vorgaben zur Herstellung von Sugo gibt es in Österreich nicht. Im Codexkapitel B24 (Lebensmittelbuch 2015), Gemüse und Gemüsedauerwaren werden ausschließlich verpackter geschnittener Salat, Sauerkraut und Erzeugnisse aus Paradeisern (Paradeismark, Ketchup, Paradeiser stückig und ganz, haltbar gemacht) behandelt.

Möglichkeit der Haltbarmachung mit möglichst geringen Anschaffungskosten:
Zusatz von Säure mit anschließender Wärmebehandlung durch Pasteurisieren (<100°C)
Gemüseprodukte sind durch den Befall mit Fäulniserregern und anaeroben, pathogenen Sporenbildnern besonders gefährdet, daher ist während des gesamten Herstellungs- und Verarbeitungsprozesses auf sorgsame und hygienische Arbeitsweisen zu achten. Eine thermische Haltbarmachung bei Gemüseprodukten gestaltet sich umso leichter, je saurer das Produkt ist. Die Ziele der Pasteurisation sind die Abtötung von Verderbsmikroorganismen und die Inaktivierung von Enzymen (Schobinger et al, 2001). Gemüse weist im Vergleich zu Obst einen höheren pH-Wert auf. Für eine Pasteurisation mit anschließender Lagerung des Produktes bei Raumtemperatur ist ein pH-Wert <4,5 erforderlich. Diese Einstellung des pH-Wertes kann mit verschiedenen Genusssäuren (Verordnung (EG) Nr. 1333/2008) erfolgen. Für die Pasteurisation eignet sich in Kleinbetrieben ohne Kammerpasteur ein Wasserbad, bei dem die Wassertemperatur konstant gehalten und überwacht werden kann.

Für das Projekt wurden die Zutaten und Haltbarmachungsmethoden von Sugos, welche in Supermärkten erhältlich sind, recherchiert und anschließend Gemüsesugo im Labormaßstab hergestellt.

Material und Methoden

Produktrecherche: 31 Sugos (mit und ohne Fleisch), welche in Supermärkten erhältlich sind, wurden auf Zutaten und Haltbarmachungsmethoden analysiert.

Herstellung von Sugo im Labormaßstab: Für die Herstellung wurden Tomaten, Zucchini, Karotten, Sellerie, Paprika, Knoblauch und Zwiebel im Supermarkt gekauft und verarbeitet.

Herstellung Tomatenmark: 4,8kg Tomaten wurden gewaschen, geschnitten und auf 80°C (Thermobreak) erhitzt, um die Struktur zu erweichen. Nach zwei Passierschritten (Tomatenpresse 9600N, Reber, Italien) wurden 3,7kg Tomatenmark mit 3,5°Bx in einem Kochtopf auf 2,3kg mit 5,5°Bx eingekocht.
Für die weitere Verarbeitung wurde das Gemüse gewaschen und zerkleinert (Gemüseschneider Chef 800, Toperczer, Österreich), 1,7kg zerkleinertes Gemüse in Rapsöl gedünstet bis der Thermobreak (80°C) erreicht wurde. Nach Vermengung mit dem Tomatenmark wurde mit 13g Salz, 7g Zucker und 8g Petersilie gewürzt. Das Sugo mit einer Trockensubstanz von 8°Bx wurde auf 3 Portionen zu je 1,1kg aufgeteilt und der pH-Wert (pH 4,53) mit Zitronendirektsaft, Zitronensäure (Citronensäure Monohydrat, Jungbunzlauer) bzw. Balsamicoessig (Aceto Balsamico, 6% Säure, Billa) auf pH 4,30 gesenkt. Nach der Abfüllung in Konservengläser (kon264, 0,212 l, Fa. Müller Glas, Österreich) wurden die Gläser mit Deckel (rto065, Fa. Müller Glas, Österreich) verschlossen und im Wasserbad (Automatik-Einkochtopf,

Typ 1410, Westfalia) pasteurisiert (80°C, Haltezeit 20 min). Bis die Kerntemperatur erreicht wurde, dauerte es bei einer Starttemperatur von 21°C und der Glasgröße von 0,212 l im vorgeheizten Wasser (80°C) 60 min.

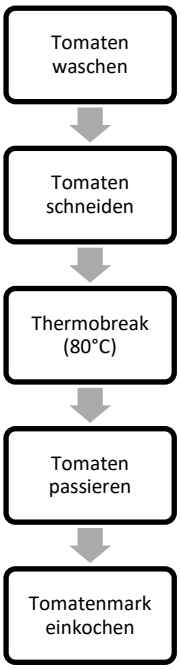


Abbildung 1: **Flussdiagramm Herstellung Tomatenmark im Labormaßstab**

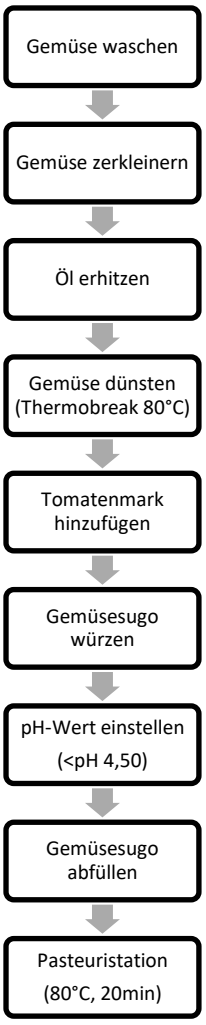


Abbildung 2: **Flussdiagramm Herstellung Gemüsesugo im Labormaßstab**

Ergebnisse und Diskussion

Produktrecherche:

Zutaten: Bei den 31 analysierten Sugos waren zu 100 Prozent Tomaten die Hauptzutat. Die Zusammensetzung von Sugo ist nicht definiert, trotzdem scheint ein Sugo immer Tomaten als Basis zu haben. Als weitere Gemüsezutaten wurden hauptsächlich Zwiebel, Karotten, Sellerie und Paprika (teilweise gegrillt), vereinzelt auch Knoblauch, Melanzani, Kichererbsen, Süßkartoffeln, Oliven, Kapern eingesetzt. Kräuter wurden meist als Kräuter deklariert, folgende wurden aber einzeln angegeben: Basilikum, Oregano, Petersilie, Thymian, Rosmarin bzw. Salbei.

Säuren: In 15 der 31 Saucen wurde mind. je eines der folgenden Säuerungsmittel eingesetzt: Zitronensaft aus Zitronensaftkonzentrat, Zitronensäure, Zitronensaft, Limettensaft aus Limettensaftkonzentrat, Milchsäure, Weißweinessig.

Haltbarmachung: Zu den Haltbarmachungsmethoden wurden keine expliziten Angaben gemacht, wobei von einem Hersteller mit der Zusatzstofffreiheit (lt. Verordnung) geworben wird.
Sugoproduktion im Labormaßstab:
Da die Produktion im Februar stattfand, standen nur Tomaten aus dem Supermarkt zur Verfügung, womit der geringe Trockensubstanzgehalt der Tomaten und der bereits relativ niedrige pH-Wert des Sugos zu erklären wären. Die Absenkung des pH-Wertes mit den drei verschiedenen Säurezusätzen ergab drei geschmacklich unterschiedliche Produkte, die bei einer internen Verkostung alle gut angenommen wurden. Die Pasteurisation im Wasserbad eignet sich gut für die Haltbarmachung einer Kleinmenge an Sugogläsern. Möglich ist die Pasteurisation ohne teure Anschaffungen beispielsweise in einem großen Kochtopf oder einem Automatik-Einkochtopf.

Zusammenfassung

Die Herstellung von Sugo eignet sich gut, um eine Überproduktion an Gemüse längerfristig haltbar zu machen. Für die Zusammensetzung dieser Sauce gibt es keine rechtlichen Vorgaben. Die Zugabe von Zusatzstoffen ist in der Zusatzstoff-VO (Verordnung (EG) Nr. 1333/2008) geregelt und muss dementsprechend eingehalten und deklariert werden. Im Handel erhältliche Sugos enthalten als Hauptzutat immer Tomaten. Bei der Herstellung von Gemüseprodukten mit anschließender Pasteurisation ist zu beachten, dass ein pH-Wert kleiner als 4,5 notwendig ist, um ein bei Umgebungstemperatur stabiles Erzeugnis zu gewährleisten. Für die Absenkung des pH-Wertes eignen sich, je nach gewünschtem Geschmack, die Säfte von Zitrusfrüchten, aber auch Zitronensäure, Milchsäure oder Essige.

Abstract

The preparation of sugo is well suited to preserve an overproduction of vegetables. There are no legal requirements for the composition of this sauce. The addition of food additives is regulated in the Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives and must be complied with and declared accordingly. Commercially available sugos always contain tomatoes as the main ingredient. In the production of vegetable products with subsequent pasteurization, it should be noted that a pH <4.5 is necessary to ensure a product that is stable at ambient temperature. For lowering the pH, depending on the desired taste, the juices of citrus fruits and also citric acid, lactic acid or vinegars are suitable.

Literatur

EBERMANN R, ELMADFA E, 2011: Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung. Springer-Verlag.Wien.
SCHOBINGER U (Hg.), 2001: Frucht- und Gemüsesäfte: Technologie, Chemie, Mikrobiologie, Analytik, Bedeutung, Recht. 3. Auflage. Ulmer. Stuttgart.
ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH: Codexkapitel B 24 Gemüse und Gemüsedauerwaren. Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz: BMG-75210/0024-II/B/13/2015 vom 3.8.2015. https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/B24_Gemuese.pdf?7mgv99. Letzter Zugriff: 6.9.2021
VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES VOM 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1333-20180812. Letzer Zugriff: 6.9.2021
DUDEN (2021): Bedeutung Sugo. https://www.duden.de/rechtschreibung/Sugo. Letzter Zugriff: 6.9.2021

Adressen der Autoren

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartnerin: Cordula Klaffner, BA, cordula.klaffner@weinobst.at

Beitrag zur Steigerung der Nachhaltigkeit von Kürbis im Zuge der Produktion von Steirischem Kürbiskernöl

Contribution to raise sustainability of pumpkin during the production of Steirischem Kürbiskernöl

Manfred Gössinger* & Cordula Klaffner

Einleitung

Fruchtsäfte sind auf Grund ihres hohen Kaloriengehaltes schon lange starker Kritik von Ernährungswissenschaftler ausgesetzt (ELMADFA, 2012). Seit beinahe zwei Jahrzehnten versucht man auf verschiedenen Wegen den Energiegehalt von Fruchtsäften zu reduzieren (AZIZ ET AL., 2011; SCHWABL ET AL., 2020). Bis heute gibt es aber keine Technologie mit Hilfe derer die damit hergestellten Produkte als „Saft" gekennzeichnet werden dürfen, weil typische, wertgebende Inhaltsstoffe (Kohlenhydrate) fehlen (FRUCHTSAFTVERORDNUNG, 2004). Hinsichtlich Kalorienreduktion wurden auch schon Mischsäfte (mit Gemüse) getestet. Die im Zuge der Behandlung dieser Säfte veränderten sensorischen Eigenschaften werden von den Konsumenten jedoch sehr unterschiedlich angenommen.
Der für die Herstellung von Steirischem Kürbiskernöl verwendete Kürbis hat einen besonders geringen Gehalt an löslicher Trockensubstanz. Er eignet sich daher z.B.: nicht für die Herstellung von Destillaten. Auf Grund des eher neutralen Geschmacks als auch des geringen Zuckergehaltes (geringer als bei anderen Kürbissen) wurde dem Kürbisfleisch bis heute noch sehr wenig Beachtung geschenkt. Als Mischungspartner für Fruchtsäfte mit geringerem Kaloriengehalt und eher neutralem Geschmack bietet sich genau dieser Kürbis auf Grund seiner Zusammensetzung als Mischungspartner zur Kalorienreduktion von Säften an.
Die Anbaufläche von Kürbissen wächst in Österreich kontinuierlich. Die Produktion von Steirischem Kürbiskernöl ebenso. Auf einer Fläche von ca. 36 000 ha in Niederösterreich, Burgendland und Steiermark wurden 2020 von 3100 Mitgliedern des Erzeugerrings „Gemeinschaft Steirisches Kürbiskernöl ggA" ca. 20 000 Tonnen getrocknete Kürbiskerne erzeugt (Pro Hektar, 2021; www.steirisches-Kürbiskernöl.eu, 2021). Neben den Kürbiskernen fallen pro ha ca. 20 000 kg Kürbis-Fruchtfleisch an, das bis heute bei der Ernte ausschließlich auf dem Feld verstreut zurückbleibt. Bis heute ist keine gewinnbringende Verwendung des Fruchtfleisches bekannt.
Ziel dieser Arbeit ist es die wertgebenden Inhaltsstoffe der für die Herstellung des steirischen Kürbiskernöls ggA verwendeten Kürbisse zu bestimmen (Ergebnisse zusammengefasst in GÖSSINGER et al. 2021) und den aus dem Fruchtfleisch gewonnenen Saft zur Herstellung kalorienreduzierter Säfte zu testen.

Material und Methoden

Obst: Für die Untersuchungen wurden 188 kg Kürbisse (*Gleisdorfer Ölkürbis*) von einem Mitglied der Erzeugerorganisation (Bio-Betrieb) in Pillichsdorf (Niederösterreich) (Ende September 2019) herangezogen.

Verarbeitung: Die ganzen Kürbisse wurden händisch entkernt und mittels Schleuderfräse (Fa. Voran, Pichl bei Wels, Österreich) zerkleinert, auf ca. 90 °C Kerntemperatur in einem Kochkessel erhitzt und anschließend mittels Bandpresse (Fa. Milteco, Anger, Österreich) heiß entsaftet (Ausbeute 63-66%). Der Rohsaft wurde jeweils in 20 l Bags gefüllt, eingefroren und bei -20°C bis zur Weiterverarbeitung gelagert.
Die Äpfel (Sortenmischung) für den Apfelsaft stammten von den eigenen biologisch geführten Versuchsanlagen der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Die Äpfel wurden sortiert, gewaschen, zerkleinert (Rätzmühle, Fa Kreuzmayr, Eferding, Österreich) und mittels Bandpresse (Fa. Milteco, Anger, Österreich) entsaftet. Der Apfelsaft wurde mit 150 mg/l L-Ascorbinsäure versetzt und anschließend einer HTST Behandlung unterzogen (85°C, 50 sec) und mittels Zentrifuge (Fa. GEA Westfalia Separator, Oelde, Deutschland) vom Grobtrub befreit. Der frische naturtrübe Apfelsaft wurde mit

dem aufgetauten Kürbissaft verschnitten (Kürbissaftanteil: 0%, 10%, 20%, 30%, 40%), in 1 Liter Glasflaschen gefüllt und anschließend im Kammerpasteur (Fa. Kreuzmayr, Eferding, Österreich) bei 85°C 20 min pasteurisiert. Die Analysenwerte der verwendeten Säfte sind in Tab 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: **Analysenwerte der verwendeten Säfte**

	TA g/l, ber als ÄS	pH-Wert	°Bx	Zuckergehalt g/l
Kürbissaft 100%	0,7	3,45	3,5	20,4
BIO Apfelsaft	9,1	3,16	13,5	116,3
10% Kürbissaft	8,2	3,25	12,5	106,1
20% Kürbissaft	7,4	3,27	11,5	96,4
30% Kürbissaft	6,6	3,49	10,5	85,7
40% Kürbissaft	5,6	3,61	9,5	76,7

Analysen: Die Werte der Titrierbaren Säure wurden mittels Titration (pH-Wert: 7,0) bestimmt und als g/l ber. als ÄS angegeben. Die lösliche Trockensubstanz wurde refraktometrisch bestimmt.

Sensorische Beurteilung: Die 5 Varianten (1: +10%, 2: Original, 3: +20%, 4: +40%, 5: +30%) wurden im Rahmen der Offenen Tür der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg am 21.11.2019 von den Besuchern einzeln in Tulpen-Weingläsern gedeckt verkostet. 189 Urteile wurden abgegeben. Die Akzeptanz der codierten Proben bei den Verkostern wurde mittels Fragebogen mit einer Skala von 1 (mag ich nicht) bis 10 (mag ich gerne) ermittelt. Weiters wurde gefragt, welches der Produkte (Mehrfachnennung möglich) vom Kosterpanel gekauft werden würde. Zusätzlich wurden das Geschlecht, das Alter und der Fruchtsaftkonsum jeder Person mittels Fragebogen abgefragt.

Statistische Auswertung: Die Auswertung erfolgte mittels Excel und SPSS 22.

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse der Verkostung: Die Verkostungsergebnisse zeigen, dass die Originalprobe (100 % Apfelsaft) als auch die Variante mit Zusatz von 10% Kürbissaft signifikant besser beurteilt wurden als die übrigen Mischsäfte. Die Variante mit +40% Kürbissaft wurde signifikant am schlechtesten bewertet. Hinsichtlich des Geschlechts gibt es nur bei dem Saft ohne Kürbissaft-Zugabe (Original Apfelsaft) einen signifikanten Effekt auf die sensorische Bewertung, wobei diese Probe von den weiblichen Kostpersonen besser beurteilt wurde (Mittelwert: 7,8 vs. 7,1) als von den männlichen (Einzelergebnisse nicht dargestellt). Signifikant unterschiedliche Akzeptanz bedingt durch das Alter konnte nur bei den Säften mit 30% bzw. 40% Kürbissaft-Zusatz festgestellt werden. Diese beiden Mischsäfte wurden jeweils von der Altersgruppe „älter als 60 Jahre“ besser beurteilt. Kein signifikanter Zusammenhang konnte zwischen der Akzeptanz der Proben und dem Fruchtsaftkonsum beobachtet werden.
Generell zeigen die Ergebnisse, dass die Akzeptanz der Säfte beim Kosterpanel mit zunehmendem Anteil an Kürbissaft abnimmt. Dies liegt vermutlich darin begründet, dass der typische Kürbisgeruch und Geschmack schon bei geringen Mischanteilen deutlich erkennbar sind und scheinbar bei den Konsumenten üblicherweise nicht dem Erwartungsbild von „Saft“ entsprechen. Der hohe Säuregehalt des Apfelsaftes trug vermutlich aber wesentlich zu dem doch generell hohen Akzeptanzniveau der meisten Säfte bei. Bis zu 30 % Kürbisanteil wird von vielen Kostpersonen noch akzeptiert. Über 20 % der Personen würden dieses Produkt auch kaufen. Nur bei 40 % Kürbissaftanteil fällt der Wert auf ca. 6 % der Konsumenten ab.
Die Ergebnisse zeigen, dass sich das „by-product“ Kürbissaft aus der Produktion des Steirischen Kürbiskernöls zur Herstellung eines Saftes (Apfel-Kürbissaft) mit verringertem Energiegehalt eignet.
Mit nur 20% Energiegehalt gegenüber Apfelsaft ist er ein geeigneter Mischungspartner um den Energiegehalt von z.B.: Apfelsäften signifikant zu senken. Auch hinsichtlich Kennzeichnung hat der Kürbissaft Vorteile gegenüber anderer heute untersuchten und verwendeten Technologien zur Reduktion der Kalorien im Saft, da hier 100 % Fruchtanteil und gleichzeitig keine signifikante Reduktion wertgebender Inhaltsstoffe eine Auslobung als Saft auch heute schon erlauben.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde untersucht in wie weit sich Kürbissaft aus der Produktion von Steirischem Kürbiskernöl ggA zur Herstellung von Fruchtsaft mit reduziertem Kaloriengehalt eignet (verbesserte Nachhaltigkeit). Es wurden unterschiedliche Mengen (0-40 %) einem naturtrüben Apfelsaft zugesetzt und die Akzeptanz bei Konsumenten getestet.
Die sensorische Beurteilung der Mischsäfte ergab, dass Konsumenten einen kleinen Kürbisanteil (10%) im Apfelsaft sehr gut akzeptieren, aber auch noch zu einem großen Teil (40% der Konsumenten) Mischsäfte bis zu 30% Kürbisanteil kaufen würden. Die Ergebnisse deuten auch auf eine größere Akzeptanz des Kürbissaftes bei älteren Konsumenten hin. Hinsichtlich verbesserter Nachhaltigkeit sowie Herstellung von Saft mit reduziertem Kaloriengehalt eignet sich der in diesem Versuch verwendete Kürbissaft sehr gut.

Abstract

The goal of this study was to test the acceptance of a cloudy apple juice blended with different amounts of pumpkin juice from the production of Steirisches Kürbiskernöl ggA in order to reduce calories and to improve sustainability of this pumpkin production.
The results show that a small amount (10 %) of pumpkin juice in apple juice is accepted by the consumers very well. Even juices with up to 30% pumpkin would be bought by many consumers (40%). Older people accept the pumpkin blends more than young people. This pumpkin juice may serve as an acceptable blending partner for apple juice with reduced calories as well as a proper contribution to improve sustainability of pumpkin production.

Literatur

ELMADFA, I. 2012: Österreichischer Ernährungsbericht. 1. Auflage, Wien, 2012
SCHWABL, T., GRAF, M., JÄGER, H., SCHOBER, V. und GÖSSINGER, M. 2020: Entwicklung und sensorische Charakterisierung eines energiereduzierten Getränkes auf Apfelsaftbasis. Mitteilungen Klosterneuburg 70: 102 – 114
Fruchtsaftverordnung, 2004: Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über Fruchtsäfte und einige gleichartige Erzeugnisse (Fruchtsaftverordnung) StF: BGBl. II Nr. 83/2004
GÖSSINGER, M, GUTTERNIGG, M., JEAN-PIERRE SAGEDER, LEOPOLD PILSBACHER und KLAFFNER, C. 2021: Verwendung des Kürbissaftes aus der Produktion des Steirischen Kürbiskernöls ggA als Mischungspartner zur Herstellung eines Mischsaftes mit geringerem Kaloriengehalt. Mitteilungen Klosterneuburg eingereicht
Pro Hektar. 2021. Das neue Magazin der BauernZeitung, Ausgabe 2, S 9
www.steirisches-kürbiskernöl.eu, 13.5.2021

Adresse der Autoren

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Prof. HR DI Dr. Manfred Gössinger, manfred.goessinger@weinobst.at

„ESL-Milch“ eliminiert Frischmilch vom österreichischen Markt – ein letztes Plädoyer für die pasteurisierte Frischmilch

”ESL milk” eliminates fresh milk from the Austrian market - one last plea for pasteurized fresh milk

Helmut K. Mayer* & Sabrina P. Van den Oever

Einleitung

Die relative kurze Haltbarkeitsdauer von pasteurisierter Milch führte zur Entwicklung von ultra-hocherhitzter Milch, wobei diese sogenannte UHT-Milch mindestens 3 Monate oder länger ungeöffnet bei normaler Umgebungstemperatur haltbar ist, und aus diesem Grunde in vielen Ländern bereits hohe Akzeptanz erlangt hat (z.B. Frankreich, Deutschland, Portugal, Spanien). In anderen Ländern wiederum stehen die Konsumenten dieser Haltbarmilch wegen des zum Teil sehr stark ausgeprägten Kochgeschmacks eher skeptisch gegenüber (z.B. Österreich, Griechenland, Irland, Niederlande, Großbritannien). In den letzten Jahren kann ein scheinbar unaufhaltbarer Trend in Richtung einer „neuen“ Konsummilchart festgestellt werden, die verlängerte Haltbarkeit bei gleichzeitig geringen negativen Begleiterscheinungen (wie z.B. Kochgeschmack, Vitaminverluste) bewirbt. Diese auf der Packung als „länger frisch“ bezeichnete sogenannte ESL-Milch *(Extended Shelf Life)* weist eine Haltbarkeit von mindestens 25 Tagen bei Kühlschrank-Temperaturen auf, wobei sensorisch im Vergleich zur herkömmlichen Frischmilch nahezu keine qualitativen Einbußen feststellbar sein sollten. Eine genaue Definition hinsichtlich der Bezeichnung und Haltbarkeit von ESL-Milch gab es international lange Zeit nicht (BOITZ und MAYER 2017).

Nach der jüngsten gesetzlichen Regelung darf in Deutschland nun aber jede Konsummilch mit einer MHD unter 24 Tagen als „Frischmilch“ bezeichnet werden – unabhängig von dem verwendeten Erhitzungsverfahren bzw. der tatsächlicher Hitzebelastung. Diese für den Produzenten sehr großzügige Gesetzeslage ist umso erstaunlicher, als seit langem bekannt ist, dass die eingesetzten technologische Verfahren zur Herstellung von ESL-Milch (z.B. Mikro/Tiefenfiltration, direkte Hocherhitzung mittels Injektions- bzw. Infusionsverfahren, sowie kostengünstigere indirekte Hocherhitzungsverfahren) zu einer vollkommen unterschiedlichen Hitzebelastung der Milch führen können. So führt z.B. die indirekte Hocherhitzung der Milch – in Abhängigkeit von der tatsächlichen Hitzebelastung der Milch – zu einem mehr oder weniger signifikanten Verlust an organoleptischer und ernährungsphysiologischer Qualität (z.B. Kochgeschmack, Vitaminverluste, Präzipitation von Calciumphosphat, Denaturierung der hitzelabilen Molkenproteine, *Maillard*-Reaktion, Verlust an essentiellen Aminosäuren wie Lysin). Zudem kommt es zu technologisch unerwünschten Ablagerungen denaturierter Proteine und Mineralstoffe an den Oberflächen der Wärmeaustauscher.

Demgegenüber steht bereits seit 2011 eine – für die Konsumenten – äußerst erfreuliche Änderung im österreichischen Lebensmittelbuch (Codexkapitel B32), die zu einer verbindlichen Regelung für die maximal zulässige Hitzebelastung von ESL-Milch in Österreich führt, wobei ein gesetzlicher Grenzwert für einen Erhitzungsindikator (säurelösliches β-Lactoglobulin > 1.800 mg/L) zur Abschätzung und Kontrolle der tatsächlichen Hitzebelastung von Milch mit verlängerter Haltbarkeit eingeführt wurde. Allerdings wurde (wohl ein Zugeständnis an einige Großbetriebe) bei Einsatz indirekter Hocherhitzungstechnologien für die Einhaltung dieses Kriteriums eine Übergangsfrist bis 30.6.2018 vorgesehen. Die Kontrolle der tatsächliche Hitzebelastung von ESL-Milchproben aus dem Handel kann mithilfe verschiedener Erhitzungsindikatoren (*Time-Temperature Integrators*; TTIs) erfolgen, z.B. die originären Enzyme *Alkalische Phosphatase* und *Lactoperoxidase*, die säurelöslichen Molkenproteine α-Lactalbumin (α-La) und β-Lactoglobulin (β-Lg), Hydroxymethylfurfural, Lactulose und Furosin (MAYER et al. 2010, VAN DEN OEVER und MAYER, 2021).

Die Marktentwicklung bei Konsummilch in Österreich zeigt allerdings einen drastischen Rückgang der pasteurisierten Frischmilch innerhalb von 17 Jahren von ca. 80,5% (im Jahre 2003) auf derzeit nur mehr 14,5% (2020), während der Marktanteil von ESL-Milch im selben Zeitraum von ca. 3,8% auf 61,6% rasant gestiegen ist, wobei zudem auch noch die UHT-Milch deutlich von ca. 15,7 auf 23,9% zugelegt hat (Agrarmarkt Austria, AMA 2021).

Eigene Untersuchungen

Die Elektrophorese der Milchproteine kann als schnelles und zuverlässiges Screening-Verfahren zur Abschätzung der Hitzebelastung von Trinkmilch sowie zur Unterscheidung unterschiedlicher Erhitzungsklassen von Konsummilch eingesetzt werden (MAYER et al. 2010). Da das im Zuge der Probenvorbereitung präzipitierte Casein (inklusive der hitzedenaturierten Molkenproteinen) durch Zentrifugation abgetrennt wird, können in der sauren Molke lediglich die bei pH 4,6 „säurelöslichen" Molkenproteine mittels Polyacrylamidgel-Elektrophorese (PAGE) nachgewiesen werden (*Abb. 1*).

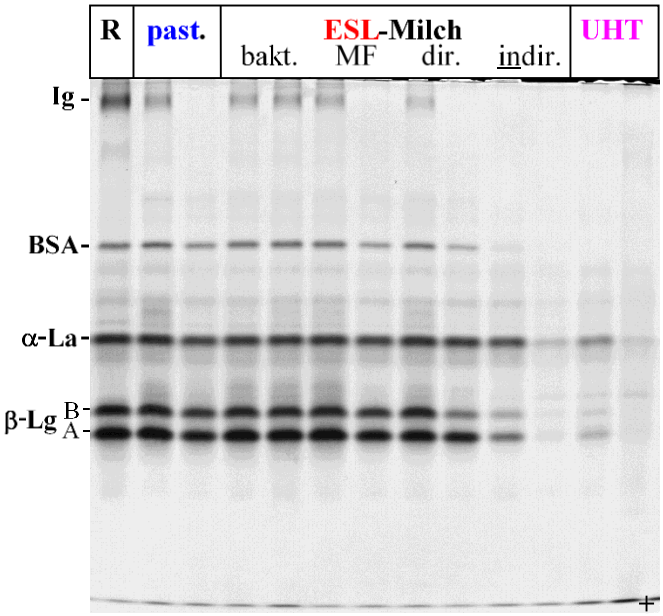


Abbildung 1: **Native PAGE der säurelöslichen Molkenproteine in Konsummilchproben mit unterschiedlicher Hitzebelastung (Frischmilch: pasteurisiert; ESL-Milch: baktofugiert, mikrofiltriert, direkt bzw. indirekt hocherhitzt; UHT-Milch)**

Die quantitative Bestimmung von säurelöslichem β-Lactoglobulin sowie Furosin kann mittels RP-HPLC durchgeführt werden. *Abb. 2* zeigt die Chromatogramme der „säurelöslichen" Molkenproteine in pasteurisierter Frischmilch bzw. in indirekt hocherhitzter ESL-Milch. Während die pasteurisierte Frischmilch ca. 3.800 mg säurelösliches β-Lg pro Liter aufweist, kann bei der indirekt erhitzten ESL-Milchprobe (mit lediglich ca. 260 mg/L) eine sehr hohe Hitzebelastung festgestellt werden.
Leider wurden auch nach Ablauf der Übergangsfrist immer wieder als „länger frisch" bezeichnete ESL-Milchproben im Handel entdeckt, welche eine übermäßige Hitzebelastung aufweisen (säurelöslichem β-Lg meist <300 mg/L, und somit weit unter dem als Grenzwert für ESL-Milch vorgeschriebenen Gehalt von 1.800mg β-Lg/L Milch). Diese starke Hitzebelastung entspricht keinesfalls der Konsumentenerwartung hinsichtlich einer „schonend" erhitzten Milch, die man „länger frisch" genießen kann, sondern ist *de facto* der Hitzebelastung einer UHT-Milch vergleichbar!

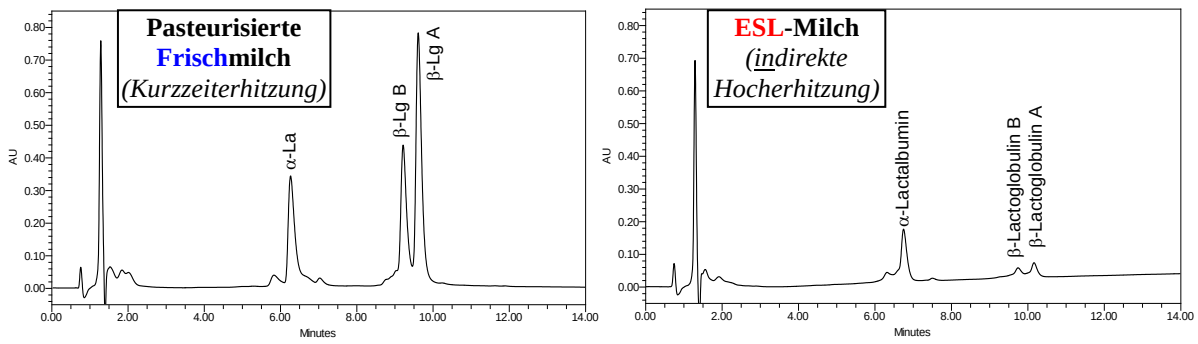


Abbildung 2: **Chromatogramme (RP-HPLC) der säurelöslichen Molkenproteine in pasteurisierter Frischmilch bzw. in indirekt hocherhitzter ESL-Milch**

Zusammenfassung

In Österreich wurde bereits im Jahre 2011 ein Grenzwert für einen Erhitzungsindikator (säurelösliches β-Lactoglobulin) zur Begrenzung der maximal zulässigen Hitzebelastung von „länger frischer“ ESL-Milch eingeführt. Die bei Herstellern sowie Handelsketten begehrte Bezeichnung „länger frisch“ ist somit exklusiv nur mehr jener ESL-Milch vorbehalten, welche eine geringe Hitzebelastung aufweist, was mittels verschiedener Technologien erreicht werden kann (z.B. Entkeimungsseparatoren, Mikrofiltration/Tiefenfiltration, direkte Hocherhitzung), nicht aber bei Einsatz indirekter Hocherhitzung (solche ESL-Milch muss daher als „länger haltbar“ bezeichnet werden). Da – im direkten Vergleich mit der durch Kurzzeiterhitzung pasteurisierten Frischmilch – alle anderen zuvor genannten Verfahren z.T. gravierend weniger schonend sind (z.B. Verlust an Vitaminen und essentiellen Aminosäuren, Entstehung unerwünschter Substanzen wie Lysinoalanin) und zudem auch aus vielen anderen Gründen (z.B. Veränderung der Eiweißzusammensetzung; Entstehung von Biofilmen unbekannter Zusammensetzung; Verbleib unbekannter Mikroorganismen am Filter bei der Tiefenfiltration) äußerst kritisch betrachtet werden müssen, ist – aus Sicht der Konsumenten sowie aus ernährungsphysiologischen Gründen – dem Konsum von pasteurisierter Frischmilch definitiv der Vorzug zu geben. Angesichts des drastischen Rückganges der pasteurisierten Frischmilch (von 80,5% auf 14,5%) innerhalb von 17 Jahren und des rasanten Anstiegs der ESL-Milch im selben Zeitraum (3,8% auf 61,6%) liegt es schlussendlich an den Konsumenten, durch ihre bewusste Kaufentscheidung eine Trendumkehr herbeizuführen, damit Österreich wieder ein Frischmilch-Land wird.

Abstract

In Austria, a threshold level for a heating indicator (acid-soluble β-lactoglobulin) was introduced in 2011 to limit the maximum permissible heat load of ESL milk. The term "länger frisch", which is preferred by manufacturers and retail chains, is therefore exclusively reserved for those ESL milk that has a low heat load), which can be achieved using various technologies (e.g. bactofugation, microfiltration / deep-bed filtration, direct high heating), but not when using indirect high heating (such ESL milk must therefore be labelled as "länger haltbar"). In direct comparison with fresh milk (pasteurized by high-temperature short-time pasteurisation, HTST), all of the other processes mentioned above are in part significantly less gentle (e.g., loss of vitamins and essential amino acids, formation of undesirable substances such as lysinoalanine), and must also be viewed extremely critically for many other reasons (e.g. change in protein composition; formation of biofilms of unknown composition; retention of unknown microorganisms on the filter during deep-bed filtration). Therefore, from the consumer's point of view as well as for nutritional reasons, preference should be given to the consumption of pasteurized fresh milk. In view of the drastic decline in pasteurized fresh milk (from 80.5% to 14.5%) within 17 years and the rapid increase in ESL milk in the same period (3.8% to 61.6%), it is ultimately up to the consumers to make a conscious purchase decision to reverse the trend so that Austria becomes a “fresh milk country” again.

Literatur

BOITZ LI, MAYER HK, 2017: Extended Shelf Life milk – one concept, different qualities: A comprehensive study on the heat load of differently processed liquid milk retailed in Austria in 2012 and 2015. LWT – Food Sci Technol 79, 384-393.

MAYER HK, RABA B, MEIER J, SCHMID A, 2010: RP-HPLC analysis of furosine and acid-soluble β-lactoglobulin to assess the heat load of extended shelf life milk samples in Austria. Dairy Sci Technol 90, 413-428.

VAN DEN OEVER SP, MAYER HK, 2021: Analytical assessment of the intensity of heat treatment of milk and dairy products. Int Dairy J 121, 105097.

Adresse der Autoren

Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, *Arbeitsgruppe Lebensmittelchemie und -authentizität,* Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, A-1190 Wien

* Ansprechpartner: Ao.Univ.Prof. Dr. Helmut MAYER, helmut.mayer@boku.ac.at

Beitrag zur Steigerung der Nachhaltigkeit von Kürbis im Zuge der Produktion von Steirischem Kürbiskernöl

Contribution to raise sustainability of pumpkin during the production of Steirischem Kürbiskernöl

Manfred Gössinger* & Cordula Klaffner

Einleitung

Fruchtsäfte sind auf Grund ihres hohen Kaloriengehaltes schon lange starker Kritik von Ernährungswissenschaftler ausgesetzt (ELMADFA, 2012). Seit beinahe zwei Jahrzehnten versucht man auf verschiedenen Wegen den Energiegehalt von Fruchtsäften zu reduzieren (AZIZ ET AL., 2011; SCHWABL ET AL., 2020). Bis heute gibt es aber keine Technologie mit Hilfe derer die damit hergestellten Produkte als „Saft" gekennzeichnet werden dürfen, weil typische, wertgebende Inhaltsstoffe (Kohlenhydrate) fehlen (FRUCHTSAFTVERORDNUNG, 2004). Hinsichtlich Kalorienreduktion wurden auch schon Mischsäfte (mit Gemüse) getestet. Die im Zuge der Behandlung dieser Säfte veränderten sensorischen Eigenschaften werden von den Konsumenten jedoch sehr unterschiedlich angenommen.
Der für die Herstellung von Steirischem Kürbiskernöl verwendete Kürbis hat einen besonders geringen Gehalt an löslicher Trockensubstanz. Er eignet sich daher z.B.: nicht für die Herstellung von Destillaten. Auf Grund des eher neutralen Geschmacks als auch des geringen Zuckergehaltes (geringer als bei anderen Kürbissen) wurde dem Kürbisfleisch bis heute noch sehr wenig Beachtung geschenkt. Als Mischungspartner für Fruchtsäfte mit geringerem Kaloriengehalt und eher neutralem Geschmack bietet sich genau dieser Kürbis auf Grund seiner Zusammensetzung als Mischungspartner zur Kalorienreduktion von Säften an.
Die Anbaufläche von Kürbissen wächst in Österreich kontinuierlich. Die Produktion von Steirischem Kürbiskernöl ebenso. Auf einer Fläche von ca. 36 000 ha in Niederösterreich, Burgendland und Steiermark wurden 2020 von 3100 Mitgliedern des Erzeugerrings „Gemeinschaft Steirisches Kürbiskernöl ggA" ca. 20 000 Tonnen getrocknete Kürbiskerne erzeugt (Pro Hektar, 2021; www.steirisches-Kürbiskernöl.eu, 2021). Neben den Kürbiskernen fallen pro ha ca. 20 000 kg Kürbis-Fruchtfleisch an, das bis heute bei der Ernte ausschließlich auf dem Feld verstreut zurückbleibt. Bis heute ist keine gewinnbringende Verwendung des Fruchtfleisches bekannt.
Ziel dieser Arbeit ist es die wertgebenden Inhaltsstoffe der für die Herstellung des steirischen Kürbiskernöls ggA verwendeten Kürbisse zu bestimmen (Ergebnisse zusammengefasst in GÖSSINGER et al. 2021) und den aus dem Fruchtfleisch gewonnenen Saft zur Herstellung kalorienreduzierter Säfte zu testen.

Material und Methoden

Obst: Für die Untersuchungen wurden 188 kg Kürbisse (*Gleisdorfer Ölkürbis*) von einem Mitglied der Erzeugerorganisation (Bio-Betrieb) in Pillichsdorf (Niederösterreich) (Ende September 2019) herangezogen.

Verarbeitung: Die ganzen Kürbisse wurden händisch entkernt und mittels Schleuderfräse (Fa. Voran, Pichl bei Wels, Österreich) zerkleinert, auf ca. 90 °C Kerntemperatur in einem Kochkessel erhitzt und anschließend mittels Bandpresse (Fa. Milteco, Anger, Österreich) heiß entsaftet (Ausbeute 63-66%). Der Rohsaft wurde jeweils in 20 l Bags gefüllt, eingefroren und bei -20°C bis zur Weiterverarbeitung gelagert.
Die Äpfel (Sortenmischung) für den Apfelsaft stammten von den eigenen biologisch geführten Versuchsanlagen der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Die Äpfel wurden sortiert, gewaschen, zerkleinert (Rätzmühle, Fa Kreuzmayr, Eferding, Österreich) und mittels Bandpresse (Fa. Milteco, Anger, Österreich) entsaftet. Der Apfelsaft wurde mit 150 mg/l L-Ascorbinsäure versetzt und anschließend einer HTST Behandlung unterzogen (85°C, 50 sec) und mittels Zentrifuge (Fa. GEA Westfalia Separator, Oelde, Deutschland) vom Grobtrub befreit. Der frische naturtrübe Apfelsaft wurde mit

dem aufgetauten Kürbissaft verschnitten (Kürbissaftanteil: 0%, 10%, 20%, 30%, 40%), in 1 Liter Glasflaschen gefüllt und anschließend im Kammerpasteur (Fa. Kreuzmayr, Eferding, Österreich) bei 85°C 20 min pasteurisiert. Die Analysenwerte der verwendeten Säfte sind in Tab 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: **Analysenwerte der verwendeten Säfte**

	TA g/l, ber als ÄS	pH-Wert	°Bx	Zuckergehalt g/l
Kürbissaft 100%	0,7	3,45	3,5	20,4
BIO Apfelsaft	9,1	3,16	13,5	116,3
10% Kürbissaft	8,2	3,25	12,5	106,1
20% Kürbissaft	7,4	3,27	11,5	96,4
30% Kürbissaft	6,6	3,49	10,5	85,7
40% Kürbissaft	5,6	3,61	9,5	76,7

Analysen: Die Werte der Titrierbaren Säure wurden mittels Titration (pH-Wert: 7,0) bestimmt und als g/l ber. als ÄS angegeben. Die lösliche Trockensubstanz wurde refraktometrisch bestimmt.

Sensorische Beurteilung: Die 5 Varianten (1: +10%, 2: Original, 3: +20%, 4: +40%, 5: +30%) wurden im Rahmen der Offenen Tür der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg am 21.11.2019 von den Besuchern einzeln in Tulpen-Weingläsern gedeckt verkostet. 189 Urteile wurden abgegeben. Die Akzeptanz der codierten Proben bei den Verkostern wurde mittels Fragebogen mit einer Skala von 1 (mag ich nicht) bis 10 (mag ich gerne) ermittelt. Weiters wurde gefragt, welches der Produkte (Mehrfachnennung möglich) vom Kosterpanel gekauft werden würde. Zusätzlich wurden das Geschlecht, das Alter und der Fruchtsaftkonsum jeder Person mittels Fragebogen abgefragt.

Statistische Auswertung: Die Auswertung erfolgte mittels Excel und SPSS 22.

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse der Verkostung: Die Verkostungsergebnisse zeigen, dass die Originalprobe (100 % Apfelsaft) als auch die Variante mit Zusatz von 10% Kürbissaft signifikant besser beurteilt wurden als die übrigen Mischsäfte. Die Variante mit +40% Kürbissaft wurde signifikant am schlechtesten bewertet. Hinsichtlich des Geschlechts gibt es nur bei dem Saft ohne Kürbissaft-Zugabe (Original Apfelsaft) einen signifikanten Effekt auf die sensorische Bewertung, wobei diese Probe von den weiblichen Kostpersonen besser beurteilt wurde (Mittelwert: 7,8 vs. 7,1) als von den männlichen (Einzelergebnisse nicht dargestellt). Signifikant unterschiedliche Akzeptanz bedingt durch das Alter konnte nur bei den Säften mit 30% bzw. 40% Kürbissaft-Zusatz festgestellt werden. Diese beiden Mischsäfte wurden jeweils von der Altersgruppe „älter als 60 Jahre“ besser beurteilt. Kein signifikanter Zusammenhang konnte zwischen der Akzeptanz der Proben und dem Fruchtsaftkonsum beobachtet werden.
Generell zeigen die Ergebnisse, dass die Akzeptanz der Säfte beim Kosterpanel mit zunehmendem Anteil an Kürbissaft abnimmt. Dies liegt vermutlich darin begründet, dass der typische Kürbisgeruch und Geschmack schon bei geringen Mischanteilen deutlich erkennbar sind und scheinbar bei den Konsumenten üblicherweise nicht dem Erwartungsbild von „Saft“ entsprechen. Der hohe Säuregehalt des Apfelsaftes trug vermutlich aber wesentlich zu dem doch generell hohen Akzeptanzniveau der meisten Säfte bei. Bis zu 30 % Kürbisanteil wird von vielen Kostpersonen noch akzeptiert. Über 20 % der Personen würden dieses Produkt auch kaufen. Nur bei 40 % Kürbissaftanteil fällt der Wert auf ca. 6 % der Konsumenten ab.
Die Ergebnisse zeigen, dass sich das „by-product“ Kürbissaft aus der Produktion des Steirischen Kürbiskernöls zur Herstellung eines Saftes (Apfel-Kürbissaft) mit verringertem Energiegehalt eignet.
Mit nur 20% Energiegehalt gegenüber Apfelsaft ist er ein geeigneter Mischungspartner um den Energiegehalt von z.B.: Apfelsäften signifikant zu senken. Auch hinsichtlich Kennzeichnung hat der Kürbissaft Vorteile gegenüber anderer heute untersuchten und verwendeten Technologien zur Reduktion der Kalorien im Saft, da hier 100 % Fruchtanteil und gleichzeitig keine signifikante Reduktion wertgebender Inhaltsstoffe eine Auslobung als Saft auch heute schon erlauben.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde untersucht in wie weit sich Kürbissaft aus der Produktion von Steirischem Kürbiskernöl ggA zur Herstellung von Fruchtsaft mit reduziertem Kaloriengehalt eignet (verbesserte Nachhaltigkeit). Es wurden unterschiedliche Mengen (0-40 %) einem naturtrüben Apfelsaft zugesetzt und die Akzeptanz bei Konsumenten getestet.
Die sensorische Beurteilung der Mischsäfte ergab, dass Konsumenten einen kleinen Kürbisanteil (10%) im Apfelsaft sehr gut akzeptieren, aber auch noch zu einem großen Teil (40% der Konsumenten) Mischsäfte bis zu 30% Kürbisanteil kaufen würden. Die Ergebnisse deuten auch auf eine größere Akzeptanz des Kürbissaftes bei älteren Konsumenten hin. Hinsichtlich verbesserter Nachhaltigkeit sowie Herstellung von Saft mit reduziertem Kaloriengehalt eignet sich der in diesem Versuch verwendete Kürbissaft sehr gut.

Abstract

The goal of this study was to test the acceptance of a cloudy apple juice blended with different amounts of pumpkin juice from the production of Steirisches Kürbiskernöl ggA in order to reduce calories and to improve sustainability of this pumpkin production.
The results show that a small amount (10 %) of pumpkin juice in apple juice is accepted by the consumers very well. Even juices with up to 30% pumpkin would be bought by many consumers (40%). Older people accept the pumpkin blends more than young people. This pumpkin juice may serve as an acceptable blending partner for apple juice with reduced calories as well as a proper contribution to improve sustainability of pumpkin production.

Literatur

ELMADFA, I. 2012: Österreichischer Ernährungsbericht. 1. Auflage, Wien, 2012
SCHWABL, T., GRAF, M., JÄGER, H., SCHOBER, V. und GÖSSINGER, M. 2020: Entwicklung und sensorische Charakterisierung eines energiereduzierten Getränkes auf Apfelsaftbasis. Mitteilungen Klosterneuburg 70: 102 – 114
Fruchtsaftverordnung, 2004: Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über Fruchtsäfte und einige gleichartige Erzeugnisse (Fruchtsaftverordnung) StF: BGBl. II Nr. 83/2004
GÖSSINGER, M, GUTTERNIGG, M., JEAN-PIERRE SAGEDER, LEOPOLD PILSBACHER und KLAFFNER, C. 2021: Verwendung des Kürbissaftes aus der Produktion des Steirischen Kürbiskernöls ggA als Mischungspartner zur Herstellung eines Mischsaftes mit geringerem Kaloriengehalt. Mitteilungen Klosterneuburg eingereicht
Pro Hektar. 2021. Das neue Magazin der BauernZeitung, Ausgabe 2, S 9
www.steirisches-kürbiskernöl.eu, 13.5.2021

Adresse der Autoren

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartner: Prof. HR DI Dr. Manfred Gössinger, manfred.goessinger@weinobst.at

„ESL-Milch“ eliminiert Frischmilch vom österreichischen Markt – ein letztes Plädoyer für die pasteurisierte Frischmilch

”ESL milk” eliminates fresh milk from the Austrian market - one last plea for pasteurized fresh milk

Helmut K. Mayer* & Sabrina P. Van den Oever

Einleitung

Die relative kurze Haltbarkeitsdauer von pasteurisierter Milch führte zur Entwicklung von ultra-hocherhitzter Milch, wobei diese sogenannte UHT-Milch mindestens 3 Monate oder länger ungeöffnet bei normaler Umgebungstemperatur haltbar ist, und aus diesem Grunde in vielen Ländern bereits hohe Akzeptanz erlangt hat (z.B. Frankreich, Deutschland, Portugal, Spanien). In anderen Ländern wiederum stehen die Konsumenten dieser Haltbarmilch wegen des zum Teil sehr stark ausgeprägten Kochgeschmacks eher skeptisch gegenüber (z.B. Österreich, Griechenland, Irland, Niederlande, Großbritannien). In den letzten Jahren kann ein scheinbar unaufhaltbarer Trend in Richtung einer „neuen“ Konsummilchart festgestellt werden, die verlängerte Haltbarkeit bei gleichzeitig geringen negativen Begleiterscheinungen (wie z.B. Kochgeschmack, Vitaminverluste) bewirbt. Diese auf der Packung als „länger frisch“ bezeichnete sogenannte ESL-Milch *(Extended Shelf Life)* weist eine Haltbarkeit von mindestens 25 Tagen bei Kühlschrank-Temperaturen auf, wobei sensorisch im Vergleich zur herkömmlichen Frischmilch nahezu keine qualitativen Einbußen feststellbar sein sollten. Eine genaue Definition hinsichtlich der Bezeichnung und Haltbarkeit von ESL-Milch gab es international lange Zeit nicht (BOITZ und MAYER 2017).

Nach der jüngsten gesetzlichen Regelung darf in Deutschland nun aber jede Konsummilch mit einer MHD unter 24 Tagen als „Frischmilch“ bezeichnet werden – unabhängig von dem verwendeten Erhitzungsverfahren bzw. der tatsächlicher Hitzebelastung. Diese für den Produzenten sehr großzügige Gesetzeslage ist umso erstaunlicher, als seit langem bekannt ist, dass die eingesetzten technologische Verfahren zur Herstellung von ESL-Milch (z.B. Mikro/Tiefenfiltration, direkte Hocherhitzung mittels Injektions- bzw. Infusionsverfahren, sowie kostengünstigere indirekte Hocherhitzungsverfahren) zu einer vollkommen unterschiedlichen Hitzebelastung der Milch führen können. So führt z.B. die indirekte Hocherhitzung der Milch – in Abhängigkeit von der tatsächlichen Hitzebelastung der Milch – zu einem mehr oder weniger signifikanten Verlust an organoleptischer und ernährungsphysiologischer Qualität (z.B. Kochgeschmack, Vitaminverluste, Präzipitation von Calciumphosphat, Denaturierung der hitzelabilen Molkenproteine, *Maillard*-Reaktion, Verlust an essentiellen Aminosäuren wie Lysin). Zudem kommt es zu technologisch unerwünschten Ablagerungen denaturierter Proteine und Mineralstoffe an den Oberflächen der Wärmeaustauscher.

Demgegenüber steht bereits seit 2011 eine – für die Konsumenten – äußerst erfreuliche Änderung im österreichischen Lebensmittelbuch (Codexkapitel B32), die zu einer verbindlichen Regelung für die maximal zulässige Hitzebelastung von ESL-Milch in Österreich führt, wobei ein gesetzlicher Grenzwert für einen Erhitzungsindikator (säurelösliches β-Lactoglobulin > 1.800 mg/L) zur Abschätzung und Kontrolle der tatsächlichen Hitzebelastung von Milch mit verlängerter Haltbarkeit eingeführt wurde. Allerdings wurde (wohl ein Zugeständnis an einige Großbetriebe) bei Einsatz indirekter Hocherhitzungstechnologien für die Einhaltung dieses Kriteriums eine Übergangsfrist bis 30.6.2018 vorgesehen. Die Kontrolle der tatsächliche Hitzebelastung von ESL-Milchproben aus dem Handel kann mithilfe verschiedener Erhitzungsindikatoren (*Time-Temperature Integrators*; TTIs) erfolgen, z.B. die originären Enzyme *Alkalische Phosphatase* und *Lactoperoxidase*, die säurelöslichen Molkenproteine α-Lactalbumin (α-La) und β-Lactoglobulin (β-Lg), Hydroxymethylfurfural, Lactulose und Furosin (MAYER et al. 2010, VAN DEN OEVER und MAYER, 2021).

Die Marktentwicklung bei Konsummilch in Österreich zeigt allerdings einen drastischen Rückgang der pasteurisierten Frischmilch innerhalb von 17 Jahren von ca. 80,5% (im Jahre 2003) auf derzeit nur mehr 14,5% (2020), während der Marktanteil von ESL-Milch im selben Zeitraum von ca. 3,8% auf 61,6% rasant gestiegen ist, wobei zudem auch noch die UHT-Milch deutlich von ca. 15,7 auf 23,9% zugelegt hat (Agrarmarkt Austria, AMA 2021).

Eigene Untersuchungen

Die Elektrophorese der Milchproteine kann als schnelles und zuverlässiges Screening-Verfahren zur Abschätzung der Hitzebelastung von Trinkmilch sowie zur Unterscheidung unterschiedlicher Erhitzungsklassen von Konsummilch eingesetzt werden (MAYER et al. 2010). Da das im Zuge der Probenvorbereitung präzipitierte Casein (inklusive der hitzedenaturierten Molkenproteinen) durch Zentrifugation abgetrennt wird, können in der sauren Molke lediglich die bei pH 4,6 „säurelöslichen" Molkenproteine mittels Polyacrylamidgel-Elektrophorese (PAGE) nachgewiesen werden (*Abb. 1*).

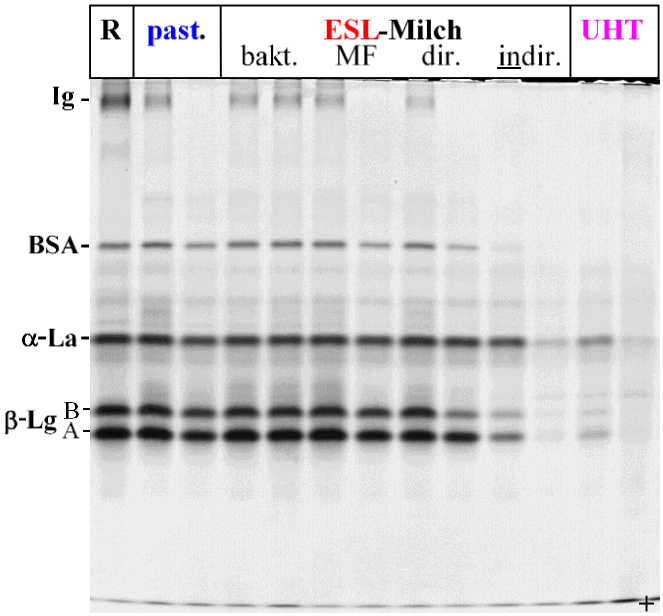


Abbildung 1: **Native PAGE der säurelöslichen Molkenproteine in Konsummilchproben mit unterschiedlicher Hitzebelastung (Frischmilch: pasteurisiert; ESL-Milch: baktofugiert, mikrofiltriert, direkt bzw. indirekt hocherhitzt; UHT-Milch)**

Die quantitative Bestimmung von säurelöslichem β-Lactoglobulin sowie Furosin kann mittels RP-HPLC durchgeführt werden. *Abb. 2* zeigt die Chromatogramme der „säurelöslichen" Molkenproteine in pasteurisierter Frischmilch bzw. in indirekt hocherhitzter ESL-Milch. Während die pasteurisierte Frischmilch ca. 3.800 mg säurelösliches β-Lg pro Liter aufweist, kann bei der indirekt erhitzten ESL-Milchprobe (mit lediglich ca. 260 mg/L) eine sehr hohe Hitzebelastung festgestellt werden.
Leider wurden auch nach Ablauf der Übergangsfrist immer wieder als „länger frisch" bezeichnete ESL-Milchproben im Handel entdeckt, welche eine übermäßige Hitzebelastung aufweisen (säurelöslichem β-Lg meist <300 mg/L, und somit weit unter dem als Grenzwert für ESL-Milch vorgeschriebenen Gehalt von 1.800mg β-Lg/L Milch). Diese starke Hitzebelastung entspricht keinesfalls der Konsumentenerwartung hinsichtlich einer „schonend" erhitzten Milch, die man „länger frisch" genießen kann, sondern ist *de facto* der Hitzebelastung einer UHT-Milch vergleichbar!

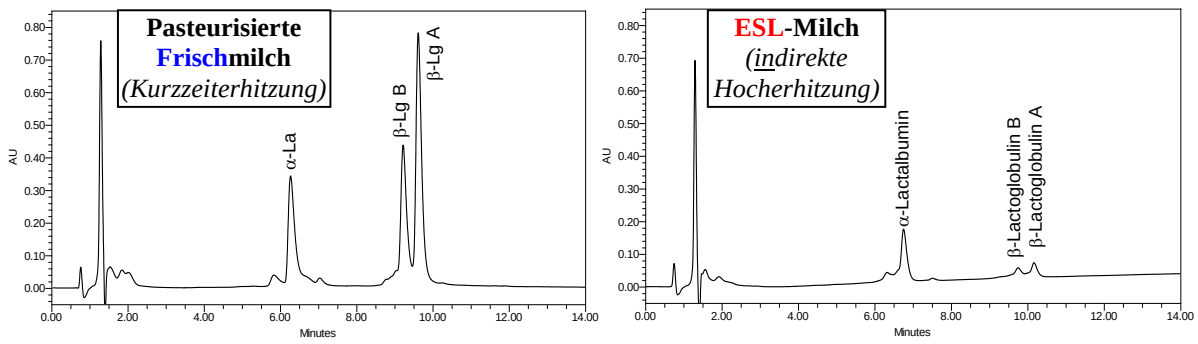


Abbildung 2: **Chromatogramme (RP-HPLC) der säurelöslichen Molkenproteine in pasteurisierter Frischmilch bzw. in indirekt hocherhitzter ESL-Milch**

Zusammenfassung

In Österreich wurde bereits im Jahre 2011 ein Grenzwert für einen Erhitzungsindikator (säurelösliches β-Lactoglobulin) zur Begrenzung der maximal zulässigen Hitzebelastung von „länger frischer“ ESL-Milch eingeführt. Die bei Herstellern sowie Handelsketten begehrte Bezeichnung „länger frisch“ ist somit exklusiv nur mehr jener ESL-Milch vorbehalten, welche eine geringe Hitzebelastung aufweist, was mittels verschiedener Technologien erreicht werden kann (z.B. Entkeimungsseparatoren, Mikrofiltration/Tiefenfiltration, direkte Hocherhitzung), nicht aber bei Einsatz indirekter Hocherhitzung (solche ESL-Milch muss daher als „länger haltbar“ bezeichnet werden). Da – im direkten Vergleich mit der durch Kurzzeiterhitzung pasteurisierten Frischmilch – alle anderen zuvor genannten Verfahren z.T. gravierend weniger schonend sind (z.B. Verlust an Vitaminen und essentiellen Aminosäuren, Entstehung unerwünschter Substanzen wie Lysinoalanin) und zudem auch aus vielen anderen Gründen (z.B. Veränderung der Eiweißzusammensetzung; Entstehung von Biofilmen unbekannter Zusammensetzung; Verbleib unbekannter Mikroorganismen am Filter bei der Tiefenfiltration) äußerst kritisch betrachtet werden müssen, ist – aus Sicht der Konsumenten sowie aus ernährungsphysiologischen Gründen – dem Konsum von pasteurisierter Frischmilch definitiv der Vorzug zu geben. Angesichts des drastischen Rückganges der pasteurisierten Frischmilch (von 80,5% auf 14,5%) innerhalb von 17 Jahren und des rasanten Anstiegs der ESL-Milch im selben Zeitraum (3,8% auf 61,6%) liegt es schlussendlich an den Konsumenten, durch ihre bewusste Kaufentscheidung eine Trendumkehr herbeizuführen, damit Österreich wieder ein Frischmilch-Land wird.

Abstract

In Austria, a threshold level for a heating indicator (acid-soluble β-lactoglobulin) was introduced in 2011 to limit the maximum permissible heat load of ESL milk. The term "länger frisch", which is preferred by manufacturers and retail chains, is therefore exclusively reserved for those ESL milk that has a low heat load), which can be achieved using various technologies (e.g. bactofugation, microfiltration / deep-bed filtration, direct high heating), but not when using indirect high heating (such ESL milk must therefore be labelled as "länger haltbar"). In direct comparison with fresh milk (pasteurized by high-temperature short-time pasteurisation, HTST), all of the other processes mentioned above are in part significantly less gentle (e.g., loss of vitamins and essential amino acids, formation of undesirable substances such as lysinoalanine), and must also be viewed extremely critically for many other reasons (e.g. change in protein composition; formation of biofilms of unknown composition; retention of unknown microorganisms on the filter during deep-bed filtration). Therefore, from the consumer's point of view as well as for nutritional reasons, preference should be given to the consumption of pasteurized fresh milk. In view of the drastic decline in pasteurized fresh milk (from 80.5% to 14.5%) within 17 years and the rapid increase in ESL milk in the same period (3.8% to 61.6%), it is ultimately up to the consumers to make a conscious purchase decision to reverse the trend so that Austria becomes a “fresh milk country” again.

Literatur

BOITZ LI, MAYER HK, 2017: Extended Shelf Life milk – one concept, different qualities: A comprehensive study on the heat load of differently processed liquid milk retailed in Austria in 2012 and 2015. LWT – Food Sci Technol 79, 384-393.

MAYER HK, RABA B, MEIER J, SCHMID A, 2010: RP-HPLC analysis of furosine and acid-soluble β-lactoglobulin to assess the heat load of extended shelf life milk samples in Austria. Dairy Sci Technol 90, 413-428.

VAN DEN OEVER SP, MAYER HK, 2021: Analytical assessment of the intensity of heat treatment of milk and dairy products. Int Dairy J 121, 105097.

Adresse der Autoren

Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, *Arbeitsgruppe Lebensmittelchemie und -authentizität,* Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, A-1190 Wien

* Ansprechpartner: Ao.Univ.Prof. Dr. Helmut MAYER, helmut.mayer@boku.ac.at

Spurenelemente in pflanzlicher Nahrung

Trace Elements in human nutrition of plant origin

M. Sager

Einleitung

Bekanntlich wird der Spurenelementbedarf des Menschen vorwiegend durch den Verzehr pflanzlicher Nahrung gedeckt (wie auch in diesem Beitrag gezeigt wird), während Muskelfleisch nur adäquate Mengen an Fe und Zn enthält; Raubtiere decken ihren Spurenelementbedarf durch den Verzehr von Darm und Innereien (SAGER 2005).

Da sich der Wassergehalt von Pflanzenproben nach Frische und Lagerung richtet, werden Konzentrationsangaben für die Pflanzenanalyse aus Gründen der Vergleichbarkeit auf die jeweils getrocknete Probe bezogen, welche als Gewichtskonstanz bei 105°C definiert ist. Gefriertrocknung kann davon einige Prozente in Richtung geringeren Wassergehalts abweichen. Im Lebensmittelbereich sind jedoch Angaben auf Frischmasse bezogen üblich, da Konsumenten oder Köche ihre Speisen mit auf Frischgewicht bezogenen Mengen zubereiten. Eine weitere Methode wäre es, die Spurenelementgehalte auf einen fiktiven Nährwert zu beziehen, wie es in Frankreich üblich ist, wofür man Gesamtstickstoff, Wasser- und Fettgehalt braucht.

Durch Einwaage der getrockneten Proben erreicht man starke Anreicherung (7-fach bei Äpfeln, 15-fach bei Tomaten, 20-fach bei Gurken), vermeidet die Verdünnung der Aufschlusssäure und erleichtert die Homogenisierung. Bei Bedarf wird der Wassergehalt in einem Aliquot bestimmt, um die Daten auf Frischmasse zurückrechnen zu können.

Während von Blättern und Getreidekörnern oder Reis viele Daten in der Literatur zu finden sind, ist die Lage bei Kartoffeln und sonstigem Wurzelgemüse wegen der langwierigen Aufarbeitung spärlich. Für die Spurenanalyse hat waschen, schneiden und raspeln mehrerer Objekte in Kunststoff mit Keramikmessern und Handschuhen zu erfolgen. Bei den vorliegenden Karottendaten (40 Werte, nicht publiziert) könnten die vergleichsweise höheren Werte von Al, Ni, Cr und Na durch die Probenaufarbeitung zustande gekommen sein. Wenn andere Labors dabei ähnliche Fehler machen, fällt das zwar nicht auf, wäre aber ein einem Wiederholungsprojekt zu prüfen, da die wenigen Literaturdaten stark streuen.

Bei Getreide werden üblicherweise Daten aus Vollkornproben ermittelt, obwohl bekanntermaßen beim Mahlen eine Differenzierung stattfindet und sämtliche Elemente in der Kleie angereichert sind, ausgenommen Schwefel, Selen und Jod; also das Mehl ist an Spurenelemente ärmer (SAGER & WERTEKER 2010). Während das Stroh unterschiedliche Verfügbarkeiten aus dem Boden ausgleicht, bleibt die Zusammensetzung der Getreidekörner weitgehend konstant (SAGER & HOESCH 2005).

Material und Methoden

In dieser Arbeit sollen Konzentrationsbereiche von von Menschen verzehrbaren Proben aus der langjährigen Tätigkeit des Autors nochmals zusammengefasst werden. Da dies einen Überblick über zu erwartende „Normalgehalte“ geben soll, wurden Proben aus metallbelasteten Substraten, die zum Zwecke von Kontaminationsmonitoring oder Phytosanierung gemacht wurden, nicht berücksichtigt. Bei der Gefriertrocknung wird der Eintrag von Staub vermieden, organische Verbindungen bleiben erhalten, jedoch gehen flüchtige Anteile (Methylquecksilber, Dimethylselenid u.a.) gleichermaßen wie beim Ofentrocknen verloren.

Vor dem Bau der Ostautobahn wurden 1972 auf der Parndorfer Platte 71 Gerstenproben knapp vor der Ernte genommen, einzeln gedroschen und analysiert (unpublizierter Bericht der Landw. Chem. Bundesanstalt). Weitere Getreideproben stammen aus Düngungsversuchen mit selenithältigem NPK-Dünger, sowie aus Versuchen zum sortenabhängigem Transfer Boden-Pflanze auf Versuchsflächen in NÖ (SAGER & HOESCH 2005). Je 40 Kartoffel- und Karottenproben wurden ebenfalls aus Versuchsflächen in NÖ erhalten (SPIEGEL & SAGER 2008; SPIEGEL et al. 2009). Weitere Daten von Äpfeln (SAGER 2020) und Tomaten (SAGER 2017) stammen aus Monitoringprojekten, aufbereitet nach Gefriertrocknung, und die Gurkendaten aus einem Analysenauftrag der Univ. für Bodenkultur aus überbrachten gefrorenen Proben.

Stellt man nun die auf Trockenmasse bezogenen Werte den auf Frischgewicht erhaltenen gegenüber, so bleiben die (trockenen) Getreideproben gleich, und die anderen verschieben sich gemäß ihren Wassergehalten.

Ergebnisse

Eine Zusammenstellung der Daten aus verschiedenen Analysenserien bzw. Projekten zeigt, dass atypisch hohe Werte von Al-Ni-Cr-V in Karotten vermutlich durch Kontaminationen bei der Aufarbeitung zustande gekommen sind. Eine Richtigstellung in künftigen Arbeiten wäre wünschenswert. Bei Gerstenkörnern, Weizenkörnern und Luzerne wurden Kontaminationen aus dem Mühlenabrieb von Fe, Cr und Ni schon vor langer Zeit dokumentiert (SAGER & MITTENDORFER 1997), ebenso für Al (HOUBA et al. 1996).

Einige Elementepaare, die sich geologisch ähnlich verhalten, ergeben bei den Pflanzen physiologiebedingt durchaus unterschiedliche Vorkommensmuster, wie Ca-Mg, Al-Fe, oder Cd-Zn. Cd kommt überwiegend aus Düngephosphaten, während technisches Zink und Zinksalze an Cd abgereichert sind. Während Fe essentiell ist, ist lösliches Al ein starkes Wurzelgift (SAGER 1986), und erhöht als Hauptbestandteil des Staubs leicht die Analysenwerte.

Karotten fallen durch den erhöhten Gehalt an Erdalkalien Ca-Sr-Ba auf. Karotten, Tomaten und Gurken haben in TS mehr Ca, K und Na als Getreide, in FS durch den hohen Wassergehalt jedoch viel weniger. Hingegen liegen P, Cu und Zn in TS ziemlich gleich, nur die Äpfel sind tiefer; Blattgemüse ist aber nicht dabei. Äpfel sind generell am geringsten mineralisiert, enthalten jedoch das meiste Bor.

Hinsichtlich Trockensubstanz haben die Tomaten den höchsten Schwefelgehalt, auf Frischsubstanz aber das Getreide. Der breite Bereich an Lithiumkonzentrationen kommt durch Anreicherung in den Cherrytomaten zustande, während die Fleischtomaten im Bereich der anderen Pflanzen und die runden Sorten dazwischen liegen (SAGER 2017).

Während im Falle von Ca die empfohlene Tagesmenge allein mit 620 ml Milch erreicht wird, müsste man hiefür 4kg Vollkornbrot oder 20 kg zu sich nehmen. Beim Decken des Mg-Bedarfs von 300/350 mg pro Tag ist das Vollkorn mit 1/3 kg gegenüber 3 l Milch oder 3 kg Gemüse im Vorteil. Der Zinkbedarf von 7-10 mg für Frauen und 11-16 mg für Männer wird, abgesehen von Fleisch und Eiern, auch mit Getreide erreicht, nicht aber mit Gemüse und Obst. Der Kupferbedarf ist mit ¼ kg Niere, Leber oder Vollkornweizen erreichbar, Kartoffeln als Beilage liegen schlechter. Ein Teil kommt aber auch aus Salat oder sonstigen Blättern, was hier nicht aufscheint. Besonders beim Fe ist wegen Phytatbindung neben der Gesamtmenge auch die Verfügbarkeit in Betracht zu ziehen, welche bei Fleisch, aber auch von Kakao (SAGER 2012) höher als von Getreide ist. Das Jod muss über jodiertes Salz supplementiert werden. Wegen der Supplementierung von Futtermitteln kommt Jod aber auch aus Milch und Eiern (SAGER 2011; SAGER & HOBEGGER 2013; SAGER 2018). Mit Obst und Gemüse allein erreicht man nicht einmal den Bedarf an P und Mn.

Selbstverständlich gleicht der Organismus Mangelernährung über einige Tage hinweg aus. Diese Überlegungen sollten jedoch bei der Erstellung von Diätplänen berücksichtigt werden.

Zusammenfassung

Gesamtelement und -spurenelementgehalte von zur Humanernährung geeigneten Pflanzenteilen, vorwiegend aus Niederösterreich, welche aus Versuchsserien (min 40 Einzelproben) erhalten worden waren, wurden zusammengestellt und mit der empfohlenen täglichen Aufnahmemenge in Beziehung gesetzt. Relativ zum nahezu trockenen Getreide verschieben sich die Konzentrationsbereiche von Gemüse und Obst stark, ob man auf Trockenmasse oder auf Frischgewicht bezieht. Hinsichtlich P, Cu, Fe und Zn in Trockenmasse liegen Kartoffel, Karotten und Tomaten etwa gleichauf wie Getreide. Äpfel enthalten unter den untersuchten Proben die geringsten Spurenelementkonzentrationen, mit Ausnahme von Bor. Karotten enthielten deutlich mehr Ca-Sr-Ba, Tomaten mehr S, und Cherrytomaten mehr Li als die anderen Proben. Zur Aufarbeitung wird Arbeiten in Kunststoff und mit Keramikmessern empfohlen, da ansonsten Werte für Al-Cr-Ni-V und Na zu hoch werden.

Abstract

Total and trace element contents of plants utilizable for human nutrition have been compiled from various research series (min 40 samples), mainly grown in Lower Austria, and related to the Recommended Daily Intake. Whereas cereals have been considered as almost dry, relations between levels

found in cereals, vegetables and fruits, change much in cases data are based on fresh weight or dry mass. With respect to P, Cu, Fe and Zn levels, cereals, potatoes, carrots and tomatoes were in the same range. Among the samples investigated, trace element levels in apples were lowest, except for boron. Referring to dry mass, carrots contained more Ca-Sr-Ba, tomatoes more S and cherry tomatoes more Li than others.

Literatur

Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bonn, 2. Auflage, 5. aktualisierte Ausgabe (2019)

HOUBA V.J.G., NOVOZAMSKY I, van der LEE J.J., 1996. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 27, 337-348

SAGER M., 1986. Ökologie des Aluminiums. Schweiz. Z. Hydrol. 48/1, 71-103

SAGER M., MITTENDORFER J., 1997. Influence of Milling or Cutting Procedures on Trace Element Contents of Plant Samples. Int. Journal of Environmental Analytical Chemistry 67, 59-71

SAGER M., HOESCH J., 2005. Macro- and microelement levels in cereals grown in Lower Austria. Journal of Central European Agriculture, 6(4), 461-472

SAGER M., 2005. Aktuelle Elementgehalte in Fleisch und Innereien aus Österreich (Current elemental composition of meat, liver and kidneys from Austria). Ernährung/Nutrition 29(5), 199-206

SAGER M., WERTEKER M., 2010. Zur Elementverteilung in Mahlfraktionen von Weizen an zwei niederösterreichischen Standorten. Ernährung/Nutrition 34 (9), 357-367

SAGER M., 2011. Mengen- und Spurenelemente in österreichischen Hühnereiern. Ernährung/Nutrition 35 (2), 53-58

SAGER M, 2012. Chocolate and Cocoa Products as A Source of Essential Elements in Nutrition. J. Nutrition and Food Science 2:123, 10 pp.

SAGER M., HOBEGGER M., 2013. Elementgehalte in Rohmilch aus drei Regionen Niederösterreichs (Contents of elements in raw milk from three regions in lower Austria). Ernährung/Nutrition 37 (7/8), 277-290

SAGER M., 2017. Main and Trace Element Contents of Tomatoes Grown in Austria. Journal of Food Science and Engineering 7(5), 239-248

SAGER M., 2018. Content of elements and trace elements in Austrian commercial dairy products. J. Elementology 23(1): 381-400.

SAGER M., 2020. Element concentrations and interelement relations in apple leaves, blossom leaves and fruits and adjacent surface soils. Agricultura 1– 2(113-114), 83-109

SPIEGEL H., SAGER M., 2008. Elementzusammensetzung von Weizen und Kartoffeln in Österreich unter Berücksichtigung des Einflusses von Sorte und Standort. Ernährung/Nutrition 32, 7/8, 297-308

SPIEGEL H., SAGER M., OBERFORSTER M, MECHTLER K., STÜGER H.P., BAUMGARTEN A., 2009. Nutritionally relevant elements in staple foods: influence of arable site versus choice of variety. Environ Geochem Health 31(5) 549-560

Adresse des Autors

Bioforschung Austria, Esslinger Hauptstrasse 134, 1220 Wien

Tabelle 1: **Mediankonzentrationen pflanzlicher Lebensmittel in Trockenmasse Äpfel mit rund 85%, Tomaten 95 %, Gurken 97% H_2O!**
Kursiv: vermutliche Kontamination bei der Probenaufarbeitung

	Mais	S-Gerste	Gerste-	Roggen	Weizen	Kartoffeln	Karotten	Tomaten	Gurken	Äpfel
Al					2,31	0,48	*37,35*	0,98		1,09
B					0,47	3,07		8,51		15,67
Ba					2,24	0,48	15,60	0,45		0,83
Ca	51	406		290	258	149	3555	1456	1822	272
Cd			0,023		0,036	0,034	0,092	0,038		0,004
Co					0,029	0,088	0,034	0,018		0,009
Cr					0,201	0,181	*1,12*	0,042		0,025
Cu	1,90	3,50	2,50	2,90	3,49	4,08	4,67	3,99		2,45
Fe	21,1	31,5		20,9	27,9	12,4	42,0	17,4		5,1
J					0,032			0,011		0,047
K					3056	20332	24773	27885	40227	5069
Li					0,003	0,013	0,072	0,076		0,007
Mg					1127	909	1077	1242	2553	295
Mn	4,70	12,95		17,25	29,60	5,11	8,71	8,05		1,96
Mo			0,111		0,68	0,35	0,79	0,45		0,069
Na			39		4,96	8,40	*3502*	306	228	6,59
Ni					0,61	1,09	*4,64*	0,25		0,08
P	2796	3213		2645	3038	1949	2166	2910	6366	606
Pb			0,090		0,059		0,118	0,015		0,023
S	638	828		693				1589		235
Sr					1,08	0,45	15,70	1,81	2,26	0,90
V					0,0080	0,0073	*0,136*	0,0015		0,0030
Zn	13,5	15,3	15,6	14,0	17,0	8,7	13,7	17,3		1,8

Tabelle 2: **Mediankonzentrationen pflanzlicher Lebensmittel in Frischgewicht**

	Mais	S-Gerste	Gerste-	Roggen	Weizen	Kartoffeln	Karotten	Tomaten	Gurken	Äpfel
Al					2,31	0,072	*3,59*	0,075		0,346
B					0,47	0,61		0,55		2,35
Ba					2,24	0,093	1,46	0,029		0,125
Ca	51	406		290	258	49,5	347	92,3	58,1	40,8
Cd			0,023		0,036	0,0051	0,0089	0,0029		0,0006
Co					0,029	0,0133	0,0033	0,0012		0,0013
Cr					0,201	0,037	*0,109*	0,0030		0,0038
Cu	1,90	3,50	2,50	2,90	3,49	0,974	0,443	0,281		0,367
Fe	21,1	31,5		20,9	27,9	1,94	4,10	1,09		0,77
J					0,032			0,0007		0,0070
K					3056	4100	2357	1785	1223	760
Li					0,0026	0,0041	0,0067	0,0068		0,0010
Mg					1127	186	105,5	80,1	77,8	44,3
Mn	4,70	12,95		17,25	29,60	0,94	0,83	0,48		0,29
Mo			0,111		0,68	0,073	0,076	0,030		0,010
Na			39		4,96	4,8	*326*	20,7	7,2	1,0
Ni					0,61	0,23	*0,45*	0,018		0,012
P	2796	3213		2645	3038	400	208	191	194	91
Pb			0,090		0,059	< 0,003	0,011	0,001		0,004
S	638	828		693				99		35
Sr					1,08	0,171	1,49	0,123	0,075	0,134
V					0,0080	0,0013	*0,013*	<0,0002		0,0005
Zn	13,5	15,3	15,6	14,0	17,0	1,91	1,32	1,04		0,27

Projekt POPMON – Risikobasiertes Monitoring von persistenten organischen Schadstoffen in verschiedenen Umweltmatrices, Futter- und Lebensmitteln an potentiell belasteten Standorten in Österreich

Project POPMON – Risk-based monitoring of persistent organic pollutants in various environmental matrices, feed and food at potentially contaminated locations in Austria

Elke Rauscher-Gabernig[1*], Ingrid Hauzenberger[2], Veronika Plichta[1] & Johann Steinwider[1]

Einleitung

Persistente organische Schadstoffe (POPs) reichern sich aufgrund ihrer Langlebigkeit in der Umwelt an und können wegen ihrer Lipophilie v. a. in fettreichen Lebensmitteln gefunden werden. Im Menschen können diese Stoffe verschiedene gesundheitliche Auswirkungen auf den Hormonhaushalt, auf das Nervensystem und auf verschiedene Organe, wie die Leber und Nieren, verursachen.
Das Projekt POPMON befasste sich mit der Identifizierung möglicher kontaminierter österreichischer Standorten, um die Gefahren durch POPs zu reduzieren.

Material und Methoden

Standortanalyse und Schadstoffidentifizierung: Im ersten Teil des Projekts POPMON wurden verfügbare Literatur und Datenbanken zu Industrie- und Abfallbehandlungsstandorten, Verdachtsflächen und Altlasten hinsichtlich eines möglichen Risikos der Umweltkontamination durch persistente organische Schadstoffe (POPs) in Österreich analysiert und identifiziert.
Entwicklung von Grobszenarien: Auf Basis dieser Ergebnisse wurden in einem weiteren Schritt verschiedene Grobszenarien mit ausgewählten Regionen für ein emissionsbasiertes Monitoring ausgearbeitet.
Durchführung des Monitorings: Zwei Szenarien wurden näher charakterisiert und ausgearbeitet. Proben verschiedener relevanter Matrices wurden an den beiden Standorten gezogen, auf POPs untersucht und bewertet. Planung und Durchführung erfolgte in Abstimmung mit den entsprechenden Län-dervertretern. Auffällige Ergebnisse wurden den entsprechenden Landesbehörden bereits während des Projekts mitgeteilt.
Risikokommunikation: Abschließend wurden mit den Ländervertretern weitere Empfehlungen und Maßnahmen in einem Workshop diskutiert.

Ergebnisse und Diskussion

Szenarium 1 befasste sich mit der Untersuchung von bromierten Flammschutzmitteln an den Industriestandorten Amstetten und Kematen an der Ybbs in Niederösterreich, wo sich Shredderanlagen zum Recycling von Autos und Elektrogeräten befinden. Folgende POPs wurden aufgrund der dort behandelten Abfälle und Behandlungsprozesse als relevant identifiziert: polychlorierte Dioxine, Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCDD/F und dl-PCB), nicht dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB), Hexabromcyclododecane (HBCDD), polybromierte Diphenylether (PBDE) und Alternativen zu PBDE wie Decabromdiphenylethan (DBDPE), Dechloran Plus (DP) und Hexabrombenzol (HBB). Untersucht wurden an diesem Standort Luft (Deposition), Boden und tierische Lebensmittel.
Die Auswahl der Probenahmestellen wurde in Abhängigkeit der Windrichtung und der Entfernung zu möglichen Schadstoffemittenten gewählt. Die Untersuchungen von Deposition und Boden zeigten, dass erhöhte Konzentrationen für PCDD/F und dl-PCBs sowie ndl-PCBs in der Nähe des Industriegebietes Amstetten möglich sind. Generell war in den meisten Fällen eine Abnahme der Schadstoffkonzentrationen mit der Entfernung der möglichen Eintragsquellen festzustellen. Bei den gemessenen Flammschutzmitteln dominierte BDE 209, aber auch Ersatzstoffe wie DBDPE, DP oder HBB wurden in fast allen Boden- und Depositionsproben nachgewiesen. Für HBCDD waren die gemessenen Werte in der Deposition in Amstetten höher als in Kematen, allerdings wurde ein erhöhter Wert am Waldstandort Kematen gemessen.

15 Proben von lokal produzierten, vorwiegend tierischen Lebensmitteln, wie Milch, Käse, Hühnereier, Rind-, Lamm- und Schweinefleisch, Speck, Honig und Kürbiskernöl, wurden im Umkreis von bis zu 10 km um die Industriegebiete gezogen. Die vorliegenden Proben hielten die gesetzlichen Höchstgehalte für PCDD/F, dl-PCB und ndl-PCB ein. Die Konzentration von dl-PCB liegt bei einer Probe Rindfleisch aus einem Betrieb nordöstlich von Amstetten nur knapp unter dem Auslösewert von 1,75 pg/g Fett. Die höchsten Konzentrationen von PCDD/F und dl-PCB wurden in Rindfleisch und Milch gefunden, jene von ndl-PCB in Lammfleisch. Die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge für PCDD/F und dl-PCB wird durch Verzehr dieser Lebensmittel nur bei Kindern 1,6-fach überschritten. Die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge für ndl-PCB wird bei keiner Bevölkerungsgruppe überschritten und nur in geringem Maße ausgeschöpft. Eine Risikobewertung von PCDD/F und dl-PCB ergibt, dass ein Risiko für die Gesundheit der Bevölkerung nicht abgeleitet werden kann, jedoch sollte die Aufnahme von PCDD/F und dl-PCB bei Kindern reduziert werden.
Flammschutzmittel der Gruppe der PBDE konnten in neun von fünfzehn Lebensmittelproben gefunden werden. HBCDD waren in den Lebensmittelproben nicht nachweisbar. Die höchste Konzentration wurde mit BDE 153 in Lammfleisch gemessen. In Lebensmitteln wurde am häufigsten BDE 126 quantifiziert. Die Aufnahmemengen von BDE 126, 153 und 209 sind für alle Bevölkerungsgruppen sehr gering. Eine Risikobewertung ist zum derzeitigen Wissenstand nur für BDE 153 und 209 durchführbar. Es kann kein Risiko ausgehend von BDE 153 und 209 für die Gesundheit der Bevölkerung abgeleitet werden.
Szenarium 2 befasste sich mit der Untersuchung auf per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) im Raum Lebring/Leibnitz in der Steiermark. Analysiert wurden 22 PFAS, wie z. B. Perflu-oroktansulfonsäure (PFOS), Perfluoroktansäure (PFOA), Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) jeweils mit ihren Salzen und verwandten Verbindungen. Die Probenmatrices an diesen Standorten umfassten Grundwasser, Sickerwasser einer Altlast, ein Oberflächengewässer (Löschteich), Trinkwasser, Tränkwasser, Blut von Nutztieren und tierische Lebensmittel inklusive Fisch aus lokaler Aquakultur. Zusätzlich wurden lokal produzierte Lebensmittel auf PCDD/F, dl-PCB und ndl-PCB untersucht.
In den verschiedenen Wasserproben zeigten die Ergebnisse teilweise erhöhte PFAS-Werte, wobei die im Rahmen dieser Untersuchungen ausgewählten Stichproben Einmalmessungen waren und zu unterschiedlichen Probenahmezeitpunkten gewonnen wurden. Die Substanzen PFBS, PFOA, PFOS, PFHxS, PFPeS, PFHpA, PFHxA, PFHxS, PFPeA waren in fast jeder Wasserprobe bestimmbar, wobei PFOS, PFHxS und PFPeS oft gemeinsam erhöht vorkamen.
Acht Proben Trinkwasser von verschiedenen Brunnen in Lebring und Leibnitz und je eine Netzprobe von Lebring und Leibnitz wurden gezogen und auf 22 PFAS untersucht. Von den 22 PFAS konnten PFBA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFBS, PFHxS und PFOS in allen Proben in quantifizierbaren Mengen festgestellt werden. Den Parameterwert von 0,10 µg/l der EU-Trinkwasserrichtlinie überschritten davon vier Proben aus Lebring. Unter der Annahme, dass die Bevölkerung ausschließlich Trinkwasser dieser Brunnen und Netzprobe aus Lebring konsumierte, konnte ein gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung nicht ausgeschlossen werden.
Auf landwirtschaftlichen Betrieben wurden zusätzlich vier Proben von Tränkwasser gezogen und auf PFAS untersucht. In drei Proben konnten verschiedene PFAS gemessen werden. Davon überschritt eine Probe den Parameterwert von 0,10 µg/l für Trinkwasser. In 10 Blutproben von acht Schweinen und zwei Rindern waren am häufigsten PFHxS und PFOS feststellbar. In vier Proben Schweinefleisch und einer Probe Rindfleisch wurde zusätzlich auch PFOA gefunden. In zwei Betrieben wurde keine bzw. eine geringe PFAS-Konzentration im Tränkwasser gemessen, hier war auch das Blut und Fleisch nicht bzw. nur gering kontaminiert. Wies das Tränkwasser eine PFAS-Belastung auf, dann waren in diesen Betrieben PFAS auch im Blut und Fleisch der Tiere vorhanden.
Insgesamt wurden 10 Proben von lokal produzierten Lebensmitteln, wie Kürbiskernöl, Hühnereier, Rindfleisch, Schweinefleisch und Karpfen, auf verschiedene POPs untersucht. Die vorliegenden Proben halten die gesetzlichen Höchstgehalte für PCDD/F, dl-PCB und ndl-PCB ein. Die höchsten Konzentrationen von PCDD/F wurden in Rindfleisch und Karpfen gefunden, jene von dl-PCB und ndl-PCB in Rindfleisch und Hühnereiern. Die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge für PCDD/F und dl-PCB wurde nur bei Kindern einfach ausgeschöpft. Die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge für ndl-PCB wurde bei keiner Bevölkerungsgruppe überschritten und nur in geringem Maße ausgeschöpft. Ein Risiko für die Gesundheit der Bevölkerung ausgehend von PCDD/F, dl-PCB und ndl-PCB konnte davon nicht abgeleitet werden.

Dieselben 10 Lebensmittel wurden auch auf PFAS untersucht. Zurzeit sind noch keine Höchstgehalte für PFAS in Lebensmitteln festgelegt. Erhöhte Konzentrationen wurden in Rindfleisch, Schweinefleisch und Karpfen gefunden. Diese Proben waren auch am höchsten mit PCDD/F und PCB belastet. Bei den berechneten PFAS-Aufnahmemengen über die lokal produzierten Lebensmittel und das Trinkwasser wird die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge um das 3- bis 4,5-Fache überschritten, wobei der Beitrag von Trinkwasser zur Aufnahme rund 60 % beträgt. Ein Risiko für die Gesundheit der Bevölkerung ausgehend von PFAS konnte daher nicht ausgeschlossen werden.
Die Berechnungen erfolgten in jedem Szenarium unter der Annahme, dass sich die Bevölkerung ausschließlich von den im Projekt untersuchten Lebensmitteln aus der jeweiligen Region ernährt. Die Aufnahme über weitere Lebensmittelkategorien wurde nicht berücksichtigt. Diese Lebensmittel können jedoch ebenfalls zur Aufnahme von POPs beitragen.
Im Falle von Szenarium 2 wurde vom Land Steiermark die Sperre der am stärksten mit PFAS belasteten Brunnen veranlasst und ein Projekt zur Ursachenabklärung eingesetzt. Aufgrund der getroffenen Maßnahmen des Landes Steiermark liegt die PFAS-Konzentration der Netzprobe Trinkwasser bereits wieder unter dem Parameterwert für die Summe der PFAS von 100 ng/l der europäischen Trinkwasserrichtlinie (EUROPÄISCHE UNION 2020).

Zusammenfassung

Im Projekt POPMON wurden an zwei Industriestandorten in Niederösterreich und der Steiermark verschiedene Matrices auf relevante POPs untersucht. Im Szenarium 1 in Amstetten und Kematen an der Ybbs wurden Dioxine, PCB und Flammschutzmittel in Deposition, Boden und Lebensmitteln untersucht. In Boden und Deposition wurden in Nähe der Emittenten erhöhte Konzentrationen gemessen. Die Gehalte in Lebensmitteln konnten die gesetzlichen Höchstgehalte für Dioxine und PCB einhalten. Die Konzentrationen von Flammschutzmitteln waren gering, am häufigsten wurde BDE 126 gefunden. Im Szenarium 2 in Lebring und Leibnitz wurden erhöhte Konzentrationen von PFAS im Grundwasser, Oberflächenwasser, Tränk- und Trinkwasser festgestellt. Auch in tierischen Lebensmitteln wurden PFAS gefunden. Ein Risiko für die Bevölkerung konnte durch den Konsum dieses Trinkwassers nicht ausgeschlossen werden. Als Maßnahme wurde die Schließung der am stärksten belasteten Trinkwasserbrunnen durch das Land veranlasst.

Abstract

In the project POPMON, various matrices were examined for relevant POPs at two industrial sites in Lower Austria and Styria. In scenario 1 in Amstetten and Kematen an der Ybbs, dioxins, PCBs and flame retardants were examined in samples of deposition, soil and food. In the soil and deposition, increased concentrations were measured near the emitters. The levels in food were compliant with the maximum levels for dioxins and PCBs. The concentrations of flame retardants in food were low; BDE 126 was found most frequently. In scenario 2 in Lebring and Leibnitz, increased concentrations of PFAS were found in groundwater, surface water, drinking water and drinking water. PFAS were also found in foods of animal origin. A risk to the population from the consumption of this drinking water could not be ruled out. As a measure, the provincial government closed the most heavily polluted drinking water wells.

Danksagung

Wir bedanken uns beim Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz und beim Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie für die Finanzierung des Projekts.
Wir bedanken uns beim Umweltbundesamt, beim Land Niederösterreich und dem Land Steiermark für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

EUROPÄISCHE UNION, 2020: Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung). Amtsblatt der Europäischen Union L 435 vom 23.12.2020.

HAUZENBERGER I, LUECKL J, MIHATS D, MOSER G, MÜLLER-GRABHERR D, NEUBAUER C, OFFENTHALER I, RAUSCHER-GABERNIG E, STEINWIDER J, TESAR M, UHL M, WINTER B, 2018: POPMON - Identifizierung relevanter persistenter organischer Schadstoffe und potentiell belasteter Regionen als Basis für ein risiko-basiertes Lebensmittel-Monitoring in Österreich. Endbericht verfügbar unter https://www.ages.at/wissen-aktuell/publikationen/popmon/

RAUSCHER-GABERNIG E, STEINWIDER J, PLICHTA V, KLINGER K, MIKA S, HAUZENBERGER I, BRIELMANN H, HARTMANN C, Wolfgang FRIESL-HANL W, LENZ K, MOCHE W, MOSER G, MÜLLER-GRABHERR D, OFFENTHALER I, STEINBICHL P, TESAR M, THALER P, UHL M, WEISS M, WINTER B, 2021: POPMON II - Risikokommunikation und risikobasiertes Monitoring von persistenten organischen Schadstoffen in verschiedenen Umweltmatrices, Futter- und Lebensmitteln an potentiell belasteten Standorten in Österreich. Endbericht verfügbar unter https://www.ages.at/wissen-aktuell/publikationen/popmon/

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Abteilung Risikobewertung, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[2] Umweltbundesamt Gesellschaft m.b.H., Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

[*] Ansprechpartnerin: DI Elke RAUSCHER-GABERNIG MScTox, elke.rauscher-gabernig@ages.at

Förderung der pflanzlichen Biodiversität im artenarmen Grünland

Enhancing plant biodiversity in species-poor grassland

Lukas Gaier*, Bernhard Krautzer, Wilhelm Graiss & Johannes Weber

Einleitung

Veränderungen in der Landnutzung führen zu einem zunehmenden Verlust wertvoller Blühflächen wie Magerwiesen, Straßenränder, Feldränder und Hecken. Damit verbunden ist ein Verlust an Artenvielfalt, was zu einer erheblichen Verknappung der Nektar- und Pollenversorgung ab Sommerbeginn und zu einem stetigen Verlust an potenziellen Nistplätzen für die betroffenen blütenbestäubenden Insektengruppen führt (KRAUTZER und GRAISS 2015). Dieser extreme Rückgang der Vielfalt stellt Bienen, Wildbienen und andere blütenbestäubende Insekten zunehmend vor existenzielle Probleme (SEIBOLD et al. 2019). Es ist daher notwendig, solche wertvollen Lebensräume nicht nur zu schützen, sondern sie auch wieder in unsere Kulturlandschaft einzugliedern. Neben vielen Möglichkeiten zur Förderung der Biodiversität durch Neueinsaat nach technischen Eingriffen in der Landschaftsgestaltung und im öffentlichen Grün (SCOTTON et al. 2012) gibt es auch ein großes Potenzial zur Verbesserung der pflanzlichen Biodiversität im bestehenden, artenarmen, ein- bis dreifach genutzten Grünland. In einem Feldversuch wurden daher verschiedene technische Methoden der Bodenintervention durchgeführt und der Erfolg der Nachsaat mit einer Mischung aus mehrjährigen Kräutern zu zwei verschiedenen Aussaatzeitpunkten verglichen.

Material und Methoden

An zwei Standorten wurden sieben verschiedene Varianten auf zweischnittigen, kräuterarmen Wiesen getestet. Die Wiesen befanden sich 200 m voneinander entfernt, mit einem mittleren pH-Wert von 5,5 auf dem Versuchsfeld der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (700 m ü.M., Jahresniederschlag 1030 mm und mittlere Temperatur 8,2°C). Anfang August 2017 bzw. April 2018 wurden die Varianten 1) keine Aussaat, 2) Aussaat ohne Bodenöffnung, 3) Eisenrechen, 4) Vertikutierer, 5) Starkstriegel, 6) Streifenfräse und 7) Rotor-Umkehregge auf 2 m breiten und 4 m langen, 4-mal wiederholten Flächen etabliert. Nach dem technischen Eingriff wurde jede Parzelle mit 2g/m² einer Saatgutmischung mit 42 Grünlandkräutern eingesät und die Samen mit einer Prismenwalze angedrückt.
Aufgrund der langsamen Entwicklung der eingesäten Arten während der ersten vollen Vegetationsperiode 2018 fand die erste Vegetationserhebung erst Anfang Juni 2019 und die zweite Anfang Juni 2020 statt. Bei den folgenden Ergebnissen wird auf die Erhebung im Jahr 2020 eingegangen. Vegetationsbedeckung und Artenzahl aller eingesäten Kräuter wurden acht Mal pro Variante innerhalb von 1x1 m^2 erfasst. Statistische Analysen wurden mit R (R Core Team 2018) durchgeführt. Zur Auswertung wurden die Versuchsergebnisse aus dem Jahr 2020 herangezogen. Dafür wurde ein lineares Modell angewendet. Als Post-Hoc-Test führten wir einen Tukey-Test mit einem Signifikanzniveau von 0,05 durch.

Ergebnisse und Diskussion

Bei beiden Anlagezeitpunkten zeigte sich hinsichtlich der Anzahl der etablierten Arten ein sehr einheitliches Bild. In den Referenzparzellen wurden im Mittel zwischen zwei und drei Arten aus der Kräutermischung nachgewiesen, welche somit natürlich in sehr geringen prozentuellen Ausmaß auf den Flächen auftraten.
Alle anderen Varianten übertrafen diese Zahl deutlich, wobei mit der Rotor-Umkehregge die meisten Arten etabliert werden konnten (19 in der Frühjahrsanlage und 16 in der Spätsommeranlage). Insgesamt wurden von den 42 Kräutern der Nachsaatmischung 33 in den Versuchsparzellen nachgewiesen. Eine Einteilung hinsichtlich leicht und schwer etablierbarer Arten ist in Tabelle 1 ersichtlich. Für diese Einteilung wurde sowohl die Häufigkeit des Auftretens als auch die Anteile an der projektiven Deckung berücksichtigt.

Tabelle 5: **Etablierbarkeit verschiedener Kräuter**

Leicht etablierbar	Mittel etablierbar	Schwer etablierbar
*Achillea millefolium**	*Cichorium intybus****	*Lychnis flos-cuculi*
*Plantago lanceolata**	*Sanguisorba minor*	*Carum carvi*
Galium album	*Knautia arvensis*	*Galium verum*
Leucanthemum vulgare	*Leontodon hispidus*	*Anthyllis vulneraria***
Silene vulgaris	*Dianthus carthusianorum*	*Silene dioica*
Lotus corniculatus	*Stellaria graminea*	*Centaurea scabiosa*
Trifolium pratense	*Daucus carota*	*Dianthus superbus***
*Campanula patula**	*Salvia pratensis*	*Dianthus detoides***
Hypericum perforatum	*Crepis biennis*	*Heracleum sphondylium*
Centaurea jacea	*Rumex acetosa*	*Leontodon autumnalis***
	Hypericum maculatum	*Verbascum nigrum*
		*Prunella vulgaris****

*: geringer Anteil bereits im Ausgangsbestand vorhanden
**: nur bei Frühjahrsanlage etabliert
***: nur bei Spätsommeranlage etabliert

Hinsichtlich des Anteils der Mischungspartner an der projektiven Deckung zeigte sich ein sehr ähnliches Bild. Die Referenzparzellen blieben auch im Jahr 2020 gräserlastig und hatten in beiden Fällen unterschieden sich großteils signifikant von allen anderen Versuchsvarianten (Abbildung 1). Auch bezüglich des Deckungsanteils der eingesäten Arten zeigt die Rotor-Umkehregge die höchste Wirksamkeit.

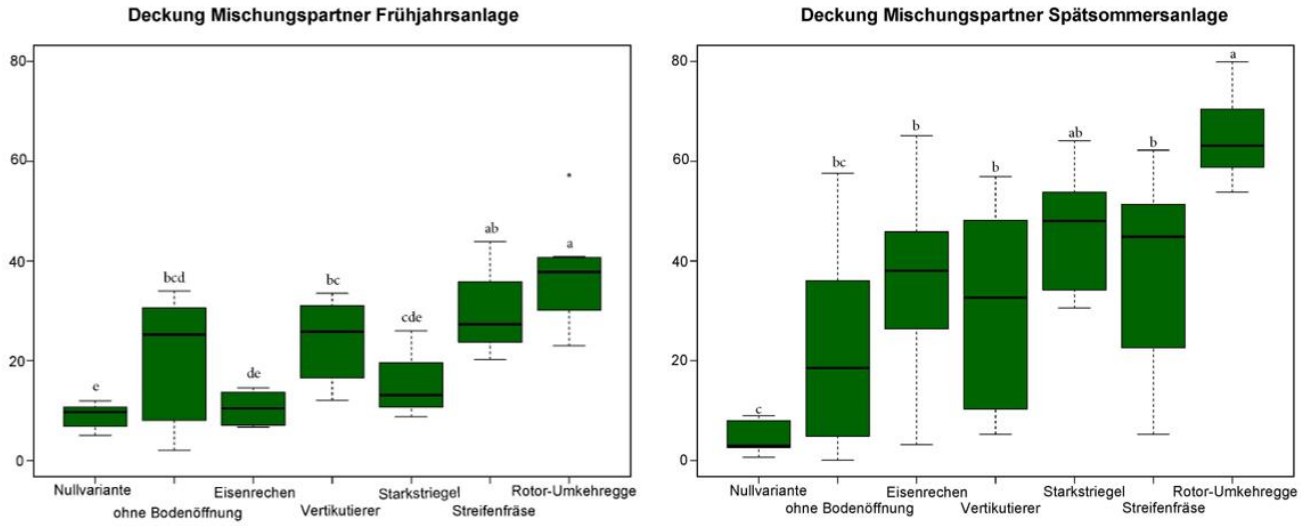


Abbildung 24: **Vergleich der projektiven Bedeckung von ausgesäten Kräutern im Jahr 2020 nach Bodenöffnung mit verschiedenen Techniken zu zwei unterschiedlichen Aussaatterminen**

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass eine reine extensive Nutzung von Grünland per se noch keine Erhöhung der Artenanzahl mit sich bringt, sondern dass oftmals aktiv Maßnahmen getroffen werden müssen. Generell kann gesagt werden, dass die Etablierung von Blütenpflanzen mit steigender Intensität der Bodenbearbeitung zunimmt. Besonderes Augenmerk ist allerdings auf die Etablierung mittels Starkstriegel zu legen, da so mit geringem Kostenaufwand und hoher Flächenleistung sehr gute Ergebnisse sowohl bezüglich der Artenanzahl als auch des Anteils der gewünschten Arten an der projektiven Deckung erzielt werden können.

Zusammenfassung

Im Jahr 2017 wurde in Gumpenstein ein Versuch gestartet, die pflanzliche Biodiversität in artenarmen Grünlandflächen mittels Einsaat einer standörtlich passenden Kräutermischung zu erhöhen. Es wurden

zu zwei verschiedenen Anlagezeitpunkten (Frühjahr und Spätsommer) sieben verschiedene Etablierungsmethoden (Nullvariante, Einsaat ohne Bodenöffnung, Bearbeitung mit einem Eisenrechen, Vertikutierer, Bandfräse, Starkstriegel und Rotor-Umkehregge) in jeweils vierfacher Wiederholung getestet. Die Erhebung der Ergebnisse erfolgte im Jahr 2020 vor dem ersten Schnitt. Erhoben wurde neben der Artenzahl auch die projektive Deckung der gewünschten Arten. Die Ergebnisse wurden mit dem Statistikprogram R verrechnet. Die Auswertungen zeigten deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Anlagemethoden. Sowohl bei der Frühjahrs- als auch bei der Spätsommeranlage stellte sich heraus, dass die Artenzahl und auch der Deckungsanteil der gewünschten Arten in einem direkten Zusammenhang mit der Intensität der Bodenöffnung bei der Anlage stehen. Je intensiver die Bodenöffnung bei der Anlage ist, desto besser ist auch der Etablierungserfolg in den ersten Versuchsjahren.

Abstract

In 2017, an experiment was started in Gumpenstein to increase plant biodiversity in species-poor grassland by sowing a herb mixture. We tested seven establishment methods (no seeding, seeding without soil opening, cultivation with an iron rake, scarifier, rotary strip seeder, strong harrow, and stoneburier) in four replicates at two different establishment times (spring and late summer). We evaluated the area in 2020 before the first cut. We surveyed the projective cover with the desired species in addition to species numbers. We calculated the results with the statistical program R. The evaluations showed significant differences between the seeding methods. For both spring and late summer sowing, the intensity of the technical intervention directly influenced the number of established species as well as their cover percentage in the early years of the experiment.

Literatur

KRAUTZER B, GRAISS W, 2015: Regionale Wildblumen als Nahrungsgrundlage für Honig- und Wildbienen. In: Symbiose. Imkerei und Landbewirtschaftung. Eine spannende Partnerschaft. Eigenverlag Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich (LFI), Wien, 68-79

R CORE TEAM, 2018: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Journal (Issue)

SCOTTON M, KIRMER A, KRAUTZER B, 2012: Practical handbook for seed harvest and ecological restorati on of species-rich grasslands edited by Michele Scotton, Anita Kirmer and Bernhard Krautzer 124 pp, Padova, ISBN 978 88 6129 800 2

SEIBOLD S, GOSSNER M.M, SIMONS N.K, BLÜTHGEN N, MÜLLER J, AMBARLI D, AMMER C, BAUHUS J, FISCHER M, HABEL J.C, LINSENMAIR K.E, NAUSS T, PENONE C, PRATI D, SCHALL P, SCHULZE E.D, VOGT J, WÖLLAUER S. & WEISSER, W.W, 2019: Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. Nature 574, 671-674.

Adresse der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: DI Lukas GAIER - lukas.gaier@raumberg-gumpenstein.at

Die pflanzenbauliche Entwicklung der Andenlupine anhand von Biomasseerträgen

Plant development of the Andean lupin by means of biomass-yields

Anna Mayrhofer[1*] & Waltraud Hein[2]

Einleitung

Die Andenlupine (*lupinus mutabilis*) ist eine aus Südamerika stammende Leguminose, die in Mitteleuropa jedoch bis jetzt weitgehend unbekannt ist. Es handelt sich um eine einjährige Kultur, die im Rahmen des EU-Projekts LIBBIO in der Abteilung Biologischer Ackerbau am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein an den Standorten Trautenfels und Lambach angebaut wurde. Die nachfolgenden Ertragsbeobachtungen beziehen sich auf den Standort Trautenfels. Einerseits werden die Entwicklungen der oberirdischen Trockenmasse der Sorte Branco in den Jahren 2018, 2019 und 2020 näher untersucht, andererseits wird ein Vergleich der ober- und unterirdischen Trockenmasseentwicklung der vier im Jahr 2020 angebauten Zuchtstämme angestellt.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: Die Daten stammen aus den Jahren 2018, 2019 und 2020 der Sorte Branco und aus dem Jahr 2020 für den Vergleich der vier Zuchtstämme.
Standort: Der Standort liegt in der Steiermark, in Trautenfels, im alpinen Gebiet.
Versuchsanlage: Die Fläche der Parzellen für die Entnahme der Biomasseproben betrug je 7m^2, entnommen wurden zu jedem Entnahmetermin je drei Pflanzen.
Sorten: Es gibt nur eine Sorte, nämlich die Sorte Branco (LIB223), bei den anderen Herkünften (LIB221, LIB222 und LIB220) handelt es sich um Zuchtstämme.

Ergebnisse und Diskussion

Trockenmasseertragsvergleich der Sorte Branco der Jahre 2018 bis 2020
Im Jahr 2018 erfolgte der Anbau am 8.5. und die Pflanzen starben am 26.9. aufgrund von Frost ab. Es wurden zu drei Zeitpunkten Biomasseproben genommen. Im Jahr 2019 wurde aufgrund von starken Niederschlägen in der ersten Maihälfte erst am 24.5. angebaut und der Versuch wurde am 15.11. gemulcht. Es wurden Proben zu fünf verschiedenen Zeitpunkten gezogen. Im Jahr 2020 erfolgte der Anbau am 7.5., der Versuch wurde am 12.10. gemulcht. Insgesamt wurden sechs Biomasseproben genommen. In Abbildung 1 sind der TM-Gehalt in kg/ha und der TS-Gehalt in % der Sorte Branco in den Jahren 2018 bis 2020 zu sehen.

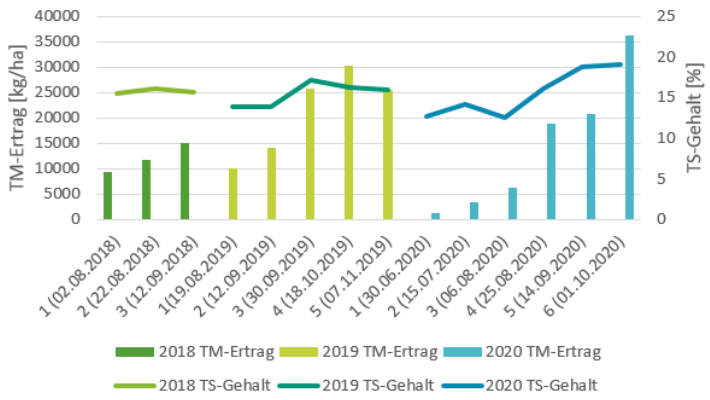


Abbildung 1: **TM-Ertrag und TS-Gehalt der Sorte Branco am Standort Trautenfels in den Jahren 2018 bis 2020**

Hinsichtlich des Saatzeitpunktes sind die Jahre 2018 und 2020 vergleichbar. Hierbei ist ersichtlich, dass der TM-Ertrag im Jahr 2018 Anfang August (Probenahmen am 02.08.2018 und am 06.08.2020) noch

um ca. 3000 kg/ha höher war, was sich aber ab Ende August änderte. Ab den Probenahmen Ende August (22.08.2018 und 25.08.2020) ist im Jahr 2020 ein deutlich höherer TM-Ertrag zu erkennen (ca. 7000 kg/ha bzw. 6000 kg/ha mehr). Die Pflanzen starben im Jahr 2018 Ende September aufgrund von Frost ab. Im Jahr 2019 stand der Versuch jedoch bis Mitte November, was zeigte, dass bis Mitte Oktober eine Zunahme der TM und ab Mitte Oktober eine Abnahme erfolgte. Auch im Jahr 2020 kam es bis Anfang Oktober zu einer stetigen TM-Zunahme.

Vergleich der Trockenmasseentwicklung der Sorte Branco (LIB223) und der anderen drei im Jahr 2020 angebauten Zuchtstämme

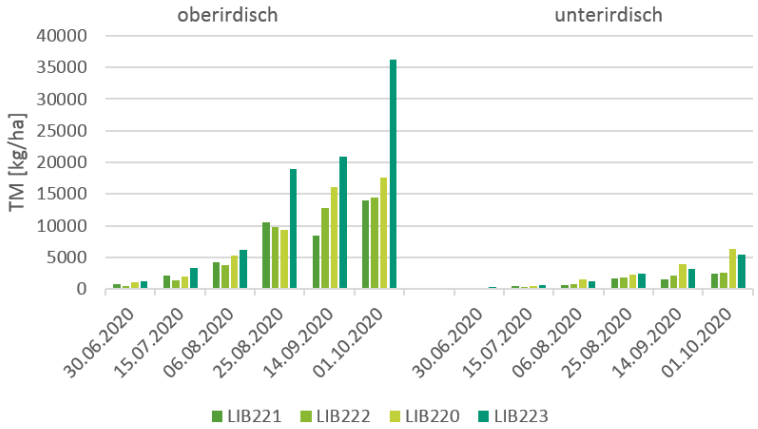


Abbildung 2: **Entwicklung der ober- und unterirdischen TM der vier Zuchtstämme in Trautenfels im Jahr 2020**

In Abbildung 2 ist ersichtlich, dass der oberirdische TM-Ertrag bei allen Zuchtstämmen von der ersten bis zur letzten Probenahme stetig anstieg (mit Ausnahme des Zuchtstamms LIB221, der am 14.09.2020 eine geringere TM als am 25.08.2020 aufwies). Außerdem wird deutlich, dass ab dem 06.08.2020 ein relativ großer Unterschied zwischen den Zuchtstämmen bestand: Während die Stämme LIB221, LIB222 und LIB220 weitgehend ähnliche TM-Erträge aufwiesen (hier wieder mit der Ausnahme von LIB221 am 14.09.2020), waren die TM-Erträge der Sorte Branco (LIB223) deutlich höher. Dies wurde vor allem am 01.10.2020 deutlich, als die TM-Erträge von Branco annähernd doppelt so hoch wie die der anderen drei Zuchtstämme waren. Die Sorte Branco entwickelte ab Mitte September 2020 außerdem im Unterschied zu den anderen drei Zuchtstämmen wieder neue Triebe, was auch den sprunghaften TM-Anstieg ab Mitte September erklärt.
Im Unterschied zur oberirdischen TM waren bei den unterirdischen TM-Erträgen keine so großen Unterschiede sichtbar. Während der durchschnittliche Anteil der unterirdischen TM an der Gesamt-TM bei den Stämmen LIB221, LIB222 und LIB223 bei 15% (14,60%, 15,16% und 14,95%) lag, belief er sich bei LIB220 auf 20,48%. LIB220 produzierte auch absolut gesehen bei den letzten beiden Probenahmen mit Abstand am meisten unterirdische TM.

Tabelle 1: **Oberirdische TM (in kg/ha) der vier Zuchtstämme in Trautenfels 2020**

	LIB221	**LIB222**	**LIB220**	**LIB223**
30.06.2020	789	392	1086	1143
15.07.2020	2177	1414	1940	3367
06.08.2020	4287	3823	5242	6138
28.08.2020	10594	9809	9366	18952
14.09.2020	8489	12748	16111	20829
01.10.2020	13933	14427	17597	36236

Tabelle 2: **Unterirdische TM (in kg/ha) der vier Zuchtstämme in Trautenfels 2020**

	LIB221	LIB222	LIB220	LIB223
30.06.2020	170	68	182	286
15.07.2020	411	274	522	669
06.08.2020	589	703	1451	1191
28.08.2020	1671	1755	2302	2352
14.09.2020	1538	2050	3859	3098
01.10.2020	2440	2629	6317	5440

Zusammenfassung

Die Andenlupine, eine aus Südamerika stammende Eiweißpflanze, wurde in Österreich im Rahmen des EU-Projekts LIBBIO angebaut. Am Standort Trautenfels wurde unter anderem die pflanzenbauliche Entwicklung dieser Leguminose näher untersucht. Dazu wurden die TM-Erträge der Sorte Branco in den Jahren 2018 bis 2020 und die unterschiedlichen Entwicklungen der vier im Jahr 2020 angebauten Zuchtstämme analysiert. Auffällig war, dass die Sorte Branco im Vergleich zu den anderen drei angebauten Zuchtstämmen mit Abstand am meisten oberirdische TM produzierte und auch ab Mitte September nochmals viele neue Triebe ausbildete. Bei der unterirdischen TM-Entwicklung waren ebenfalls Unterschiede zu erkennen: LIB220 und die Sorte Branco bildeten deutlich mehr unterirdische TM aus als die anderen beiden Stämme.

Abstract

The Andean lupin is a legume originally from South America which was cultivated in Austria within the EU-project LIBBIO. The plant development by the means of biomass yields was observed at Trautenfels. For this purpose, biomass yields of Branco from 2018 to 2020 as well as the development of the four different accessions cultivated in 2020 were analysed. Branco produced the highest dry matter yield above ground and also built new shoots in September. The subsurface dry matter yield was highest for LIB220 followed by Branco.

Literatur

MAYRHOFER A, 2021: Die Andenlupine. Pflanzenbauliche Versuche im Rahmen des EU-Projekts LIBBIO im steirischen Trautenfels. Wien. Bachelorarbeit. Universität für Bodenkultur Wien. Unveröffentlicht.

Adressen der Autorinnen

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenbau, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln
[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

*Ansprechpartnerin: Anna Mayrhofer BSc, anna.mayrhofer@students.boku.ac.at

Optimierung der Sojaaufbereitung anhand Genotypischer Merkmale

Optimization of soybean processing in consideration of genotype characteristics

Matthias Trimmel[1] & Karl Schedle[2]

Einleitung

Um die Sojabohne als Futter- bzw. Lebensmittel nutzbar zu machen ist eine thermische Aufbereitung (als Sojatoastung oder Sojaröstung bezeichnet) erforderlich. Durch gleichmäßige Erwärmung der Bohne auf mindestens 110°C Kerntemperatur können enthaltene antinutritive Faktoren (ANF) zum Großteil inaktiviert werden (Monari 1989, Qin 1996). Der Abbau von ANF (vorrangig Trypsininhibitoren TI) unter Gewährleistung einer hohen Verdaulichkeit wertvoller Inhaltsstoffe stellt eine der großen Herausforderungen in diesem Verarbeitungsschritt dar. Zur qualitativen Beurteilung der Wärmebehandlung stehen unterschiedliche Kenngrößen zur Verfügung. Die aufgrund der Wärmebehandlung eintretende Schädigung von Aminosäuren kann unter anderem mittels Proteinlöslichkeit in Kalilauge überprüft werden (ARABA und DALE 1990, PARSON et.al. 1991). Um eine Überbehandlung zu vermeiden, soll der Grenzwert von 72 Prozent nicht unterschritten werden. Der Abbau von Trypsininhibitoren erfolgt mittels Analyse der Trypsininhibitoraktivität (TIA). Um eine Unterbehandlung der Bohne zu gewährleisten, ist ein Grenzwert von 4 mg/g zu unterschreiten (CLARKE und WISEMAN 2005, QIN et.al. 1996).
Die nährstoffliche Qualität der Aufbereitung wird von verschiedenen Parametern (Gutfeuchte, Partikelgröße, Behandlungstemperatur, etc.) maßgeblich beeinflusst (RAFIEE-YARANDI et.al. 2016, WHITE et.al. 2000, OLSON et.al. 1975). Jedoch können eventuell erforderliche Prozessanpassungen nur a posteriori am Produkt durchgeführt werden.
Durch Erfassung prozessrelevanter genotypischer Einflussgrößen und Merkmale sowie deren quantitative Darstellung im Gesamtprozess der Sojaaufbereitung können Edukt bedingte Schwanken berücksichtigt werden.
Ziel der vorliegenden Arbeit ist die hohe Variation von genotypischen Merkmalen von Sojabohnen aus österreichischem Anbau zu erfassen, sowie den qualitativen Einfluss entsprechender Merkmale auf den Aufbereitungsprozess zu quantifizieren.

Material und Methoden

Auswahl von Sojaproben: Im Erntejahr 2019 wurden aus den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Burgenland und Steiermark insgesamt 60 reinsortige Proben bestehend aus 34 unterschiedlichen Sorten gezogen.
Genotypische Merkmale: Der Einfluss einzelner prozessrelevanter Merkmale auf die nährstoffliche Qualität der Behandlung wird in der Literatur bereits aufgezeigt. Für die vorliegende Arbeit wurden als relevante Merkmale Gutfeuchte, Korngröße, Tausendkornmasse, Trypsininhibitorgehalt, Ölgehalt, Zuckergehalt und Proteingehalt definiert.
Aufbereitung mittels Laborröster: Die thermische Aufbereitung von Soja ist vorrangig durch zwei Prozessgrößen (Temperatur, Dauer) beeinflussbar. Im Rahmen des Forschungsprojektes kommt eine speziell entwickelte Laboranlage zum Einsatz. Dies ermöglicht die Untersuchung hoher Probenanzahl bei geringer Probenmenge.
Analysen: Die Analyse der Qualitätsparameter Trypsininhibitoraktivität TIA (EN ISO 14902) und Proteinlöslichkeit in KOH (ISO 14244) wurde am Francisco Josephinum sowie der BLT Wieselburg durchgeführt. Die Erfassung genotypischer Merkmale erfolgte am Josephinum Research sowie am TTE[2] (BOKU).

Ergebnisse und Diskussion

Variation genotypischer Merkmale: Durch thermische Aufbereitung (Röstung) von Sojaproben unterschiedlicher genotypischer Merkmale soll sowohl der Einfluss einzelner Merkmale sowie auch Wechselwirkungen zwischen den Merkmalen quantifiziert werden. Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung der wesentlichen Merkmale unterschiedlicher Sorten und Anbaugebiete. Ein Zusammenhang zwischen

den Eigenschaften konnte teilweise zwischen Rohproteingehalt und Ölgehalt sowie Korngröße und Tausendkornmasse TKM festgestellt werden. Ein sortenspezifischer Trend konnte nur am Merkmal Korngröße festgestellt werden.

Tabelle 6: Zusammenfassung von 60 Sojaproben unterschiedlicher Sorten und Anbaugebiet des Erntejahres 2019.

	Probenanzahl	Feuchte	Korngröße	TKM	TIA	Ölgehalt	Rohprotein	Zucker
	[-]	[%]	[mm²]	[g]	[mg/g]	[%]	[%]	[%]
Min	60	5,91	32,15	119,32	14,9	18,9	24,1	6,52
Max	60	13,74	50,72	257,31	35,9	28,5	40,9	9,74
Mittelwert	60	10,68	43,2	210,35	23	21,4	35,3	7,99

Auswirkung genotypischer Merkmale auf die Aufbereitungsqualität: Der Einfluss sowie die Auswirkung von Sojabohnen mit unterschiedlichen Merkmalen soll anhand von zwei Proben dargestellt werden. Hierfür wurden Proben mit starker Variation ausgewählt. In Tabelle 2 sind die entsprechenden Proben gegenübergestellt.

Tabelle 7: Vergleich zweier Proben hoher Variation in den genotypischen Merkmalen. Die Probe „Acardia" weist eine geringe Korngröße, TKM sowie Rohproteingehalt auf. Die Probe „Lenka" besitzt hingegen niedrigere Gehalte an Zucker, Öl und TIA.

Probe (Sorte, Gebiet)	Feuchte	Korngröße	TKM	TIA	Ölgehalt	Rohprotein	Zucker
	[%]	[mm²]	[g]	[mg/g]	[%]	[%]	[%]
Acardia	8,9	33,7	138,2	24,0	28,1	24,5	9,74
Lenka	9,6	50,7	249,5	22,0	21,7	39,6	6,52

Die thermische Aufbereitung der in Tabelle 2 angeführten Proben wurde mittels Laborröstanlage durchgeführt. Alle Versuche erfolgten bei konstanter Prozessdauer. Die Prozesstemperatur wurde zwischen 190, 210 und 220°C variiert. Zur Qualitätsbestimmung wurde an nichtentölten Vollfettbohnen Proteinlöslichkeit und TIA bestimmt. Abbildung 1 zeigt eine Gegenüberstellung des Prozessverhaltens der ausgewählten Proben. Die Probe „Acardia" unterschreitet den Grenzwert von TIA bereits bei einer Temperatur von 190 °C mit 3,6 mg/g. Bei dieser Prozesseinstellung wird die Probe „Lenka" unzureichend behandelt. Der erreichte TIA liegt mit einem Wert von 6 mg/g, 2 mg/g über dem erforderlichen Grenzwert. Eine ausreichende und vergleichbare Reduktion wird erst bei einer Prozesstemperatur von 210 °C erreicht. Dies entspricht einer Temperaturerhöhung um ca. 10 Prozent. Durch Behandlung der Probe „Acardia" bei 210 °C kommt es vor allem zu einer unerwünschten Reduktion der Proteinlöslichkeit um ca. 13 Prozent.

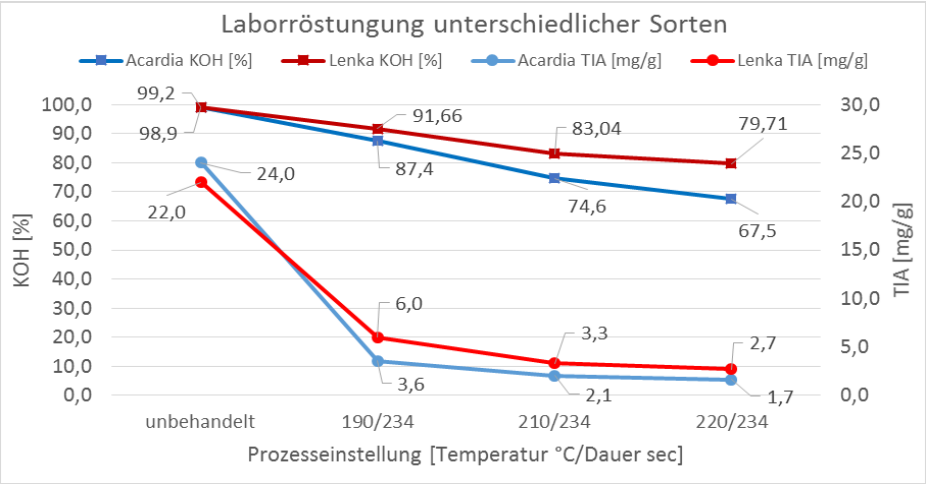


Abbildung 25: Gegenüberstellung der Qualitätsänderung zweier ausgewählter Proben abhängig von der Prozesstemperatur. Die qualitative Bestimmung erfolgt durch Proteinlöslichkeit in KOH sowie der verbleibenden Trypsininhibitoraktivität TIA. Die unterschiedlichen Verläufe der Qualitätsparameter ist auf die Variabilität der genotypischen Merkmale zurückzuführen.

Zusammenfassung

Zur thermischen Aufbereitung von Sojabohnen ist zur optimalen Prozessführung die Berücksichtigung des Einflusses genotypischer Merkmale der Bohne von wesentlicher Bedeutung. Zur Quantifizierung der Unterschiede wurden definierte Merkmale von 60 Proben unterschiedlicher Sorten und Anbaugebiete in Österreich erfasst. Die thermische Aufbereitung wurde am Beispiel von zwei ausgewählten Proben durchgeführt. Der Einfluss genotypischer Merkmale erforderte im Versuch eine Anpassung der Prozesstemperatur um 10 Prozent. Zur optimalen Aufbereitung von Sojabohnen unter Minimierung etwaiger Qualitätsschwankungen, ist die Berücksichtigung genotypischer Merkmale von wesentlicher Bedeutung. Dies ist vor allem durch den Einsatz von dezentralen Anlagen mit geringer Durchsatzleistung und regionaler Verarbeitung realisierbar.

Abstract

For optimization of the thermal treatment of soybeans the influence of genotype characteristics has to be considered. To quantify of the differences in soybean characteristics a pool consisting of 60 samples including different variety and growing area were conducted. To demonstrate the influence of genotype characteristics two samples were treated and analyzed. The results show the requirement of a process temperature regulation in the amount of 10 percent to guarantee homogenous product quality.

Literatur

ARABA M., DALE N.M., 1990: Evaluation of Protein Solubility as an Indicator of Underprocessing of Soybean Meal, Poultry Science, Vol. 69, S.76-83

CLARKE E, WISEMAN J, 2005: Effects of variability in trypsin inhibitor content of soya bean meals on true and apparent ileal digestibility of amino acids and pancreas size in broiler chicks. Animal Feed Science and Technology, Vol. 121, S. 125-138

MONARI S, 1989: Fullfat Soya Handbook, American Soybean Association, 2nd Edition

OLSON E.M, YOUNG L.G, ASHTON G.C, SMITH G.C, 1975: Effects of roasting and particle size on the utilization of soybeans by pigs and rats, Can. J. Anim. Sci., Vol. 55, S. 431-440

PARSON C, HASHIMOTO K, WEDEKIND K, BAKER D, 1991: Soybean protein solubility in potassium hydroxide: An in vitro test of in vivo protein quality. Journal of animal science. Vol. 69 (7), S. 2918-24

QIN G, 1996: Processing soybeans of different orgins – Response of a Chinese and a Western pig breed to dietary inclusion, Wageningen Agricultural University, Dissertation

QIN G, TER ELST E.R, BOSCH M.W, VAN DER POEL A.F.B; 1996: Thermal processing of whole soya beans: Studies on the inactivation of antinutritional factors and effects on ileal digestibility in piglets, Animal Feed Science Technology, Vol. 57, S. 313-324

RAFIEE-YARANDI H, ALIKHANI M, GHORBANI G.R, SADEGHI-SEFIDMAZGI A, 2016: Effects of temperature, heating time and particle size on values of rumen undegradable protein of roasted soybean, South African Jorunal of Animal Science, Vol. 46

WHITE C.E, CAMPBELL D.R, MCDOWELL L.R, 2000: Effects of dry matter content on trypsin inhibitors and urease activity in heat treated soya beans fed to weaned piglets, Animal Feed Science and Technology, Vol. 87, S. 105-115

Adressen der Autoren

[1]Josephinum Research, Rottenhauser Str. 1, 3250 Wieselburg
[2]Universität für Bodenkultur Wien, Institut für TTE, Muthgasse 11, 1190 Wien

Behandlung zweier Sojabohnensorten bei unterschiedlichen Hitzeintensitäten – Einfluss auf Mast- und Schlachtleistung von Broiler

Treatment of two soybean varieties at different heat intensities – effect on broiler performance

Florian Hemetsberger[1/2], Wolfgang Kneifel[2], Konrad Domig[2] & Karl Schedle[1]

Einleitung

Sojabohnen stellen einen wichtigen Beitrag zur Proteinversorgung von Nutztieren dar. Der weltweite Bedarf wird Großteils von Produzenten in Nord- und Südamerika gedeckt. Aus Gründen der Nachhaltigkeit und auch um eine europäische Selbstversorgung zu stärken, soll der Importbedarf in Zukunft gesenkt werden. Neben der Ausweitung der Anbaufläche ist aber auch die Verarbeitung von Soja von großer Bedeutung, um Nutztierbestände mit heimischen Soja zu versorgen. Rohe Sojabohnen enthalten verdauungshemmende Wirkstoffe, vor allem Trypsininhibitoren, die eine Bearbeitung unter Hitzeeinfluss vor Verfütterung an monogastrische Nutztiere nötig machen (Herkelman, Cromwell and Stahly, 1991). Bei dieser Hitzebehandlung gilt es, die Aktivität der Trypsininhibitoren auf etwa 3-4 g/kg zu minimieren, ohne die Aminosäurenverdaulichkeit durch Überhitzung zu stark gefährden. Um eine Überhitzung abzuschätzen wurde eine Vielzahl an Kennzahlen entwickelt. Eine davon ist die Proteinlöslichkeit in Kalilauge, die bei adäquat behandelten Sojabohnen zwischen 78 und 85% liegen soll (Araba and Dale, 1990a, 1990b). Das richtige Maß an Hitzeeinwirkung kann jedoch von einer Vielzahl an Parametern, wie Feuchtigkeit der Sojabohnen, Bohnengröße, etc., beeinflusst werden. Auch die Sortenwahl kann einen Einfluss auf die Wirkung von Hitze auf die Sojabohnen haben. Ziel dieser Studie war es, den Effekt und die Interaktion zweier Sorten sowie zweier Hitzeintensitäten auf die Mast- und Schlachtleistung von Broiler zu beschreiben.

Material und Methoden

In Vorversuchen wurde die Reduktion der Proteinlöslichkeit in 0,2% Kalilauge von sieben verschiedenen Sojabohnensorten bei 105°C für 60 Minuten ermittelt. Die Sorten mit dem größten und kleinsten Verlust an Proteinlöslichkeit wurden für den Versuch ausgewählt. Die Sojabohnen der beiden Sorten wurden teil-entölt und bei zwei verschiedenen Hitzeintensitäten in einem Autoklav behandelt. Die niedrig-Temperatur-Behandlung wurde bei 110°C für 20 Minuten durchgeführt - der Zeitraum zum Aufheizen vor und Wiederabkühlen nach der eigentlichen Hitzebehandlung betrug 20 Minuten. Die hoch-Temperatur-Behandlung wurde bei 120°C für 20 Minuten durchgeführt – Aufheiz- und Abkühldauer betrug bei dieser Variante 45 Minuten. Die behandelten Sojakuchen wurden in eine Broilerration mit jeweils 30% integriert. Die Rationen waren entsprechend den Nährstoffempfehlungen für Ross 308 Broiler kalkuliert. Der Fütterungsversuch wurde mit 336 Broiler der Rasse Ross 308 durchgeführt. Die Mast dauerte 36 Tage und war in drei Phasen unterteilt. Die Tiere wurden auf 24 Abteile aufgeteilt, dies ergibt sechs Wiederholungen pro Versuchsgruppen.

Ergebnisse und Diskussion

In den Vorversuchen zeigt sich, je nach Sorte, eine Abnahme der Proteinlöslichkeit durch die Erhitzung von 4 bis 19% (Abb. 1a). Die Erhitzung der Sojakuchen führte zu einer Abnahme der Proteinlöslichkeit sowie Trypsininhibitoraktivität (TIA). Während die Behandlung bei 110° zu Proteinlöslichkeiten im empfohlenen Bereich zwischen 78 und 85% führte, war die Proteinlöslichkeit der 120°-Varianten stark gesenkt und müssten als überhitzt angesehen werden (Abb. 1b). TIA wurde bei der Anwendung von 120° auf unter 0,5 g/kg gesenkt. Die Sorte Bettina war bei 110° unterhalb des empfohlenen Wertes von 4 g/kg, während die Sorte Albenga nicht ausreichend behandelt wurde und eine TIA von 5,1 g/kg aufwies.

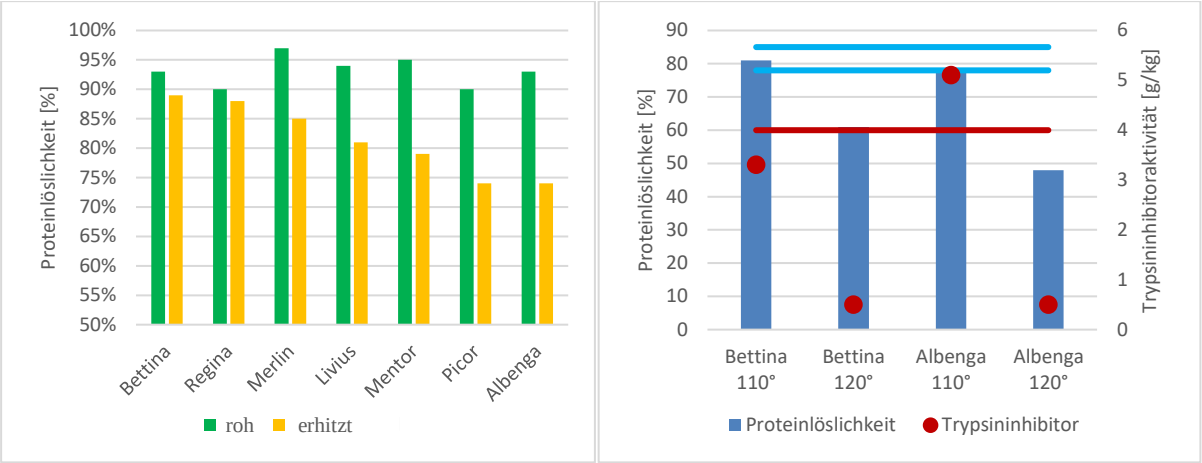


Abbildung 1: **Entwicklung der Proteinlöslichkeit der Sojasorten in den Vorversuchen (links) und Proteinlöslichkeit und Trypsininhibitoraktivität der behandelten Sojakuchen (rechts)**

Die Auswertung der Mastleistung zeigte einen signifikanten Effekt der Sorte, Temperatur sowie der Interaktion auf die täglichen Zunahmen sowie der täglichen Futteraufnahme. Die Sorte Albenga behandelt bei 110°C führte zu signifikant schlechteren Zunahmen und Futteraufnahmen. Der erhöhte Gehalt an Trypsininhibitoren bei dieser Futtervariante könnte ein Grund für die verminderte Mastleistung sein. Es konnte kein Unterschied bei der Futterverwertung festgestellt werden (Hemetsberger et al. 2021).

Die Auswertung der Schlachtgewichte zeigte signifikante Effekte von Behandlungstemperatur, Sorte und deren Interaktion auf End- und Schlachtgewicht. Die Verfütterung der Sorte Albenga, behandelt mit der niedrigeren Hitzeintensität, führte zu einem signifikant niedrigeren Schlachtgewicht. Sorte und Behandlungstemperatur hatten einen signifikanten Effekt auf die relativen Pancreasgewichte. Die Tiere, die mit Albenga behandelt bei 110°C hatten die höchsten Pancreasgewichte. Dies lässt den Schluss zu, dass die erhöhten Trypsininhibitoraktivitaten von 5,1 g/kg im Sojakuchen bzw. 2 g/kg in der Ration zu einer Beeinträchtigung der Verdauung führte. Die Anwendung von hohen Hitzeintensitäten hatte keine negativen Effekte auf Mast- sowie Schlachtleistung der Tiere, obwohl diese Kuchen bei Betrachtung der Proteinlöslichkeit stark überhitzt wurden (Hemetsberger et al. 2021).

Zusammenfassung

Eine Hitzebehandlung von Sojabohnen ist unumgänglich um eine optimale Verwertung durch monogastrische Nutztiere sicherstellen zu können. Die Sortenwahl bei Sojabohnen kann einen großen Einfluss auf die benötigte Behandlungsintensität mit Hitze haben. Sojakuchen von zwei Sojasorten wurden bei zwei verschiedenen Intensitäten behandelt und in eine Broilerration integriert. In einem 36 Tage dauernden Fütterungsversuch mit 336 Broiler wurde der Effekt der Sojakuchen auf Mast- und Schlachtleistung der Tiere ermittelt. Der Fütterungsversuch zeigte, dass die Hitzebehandlung zu sortenbedingt unterschiedlichen Effekten hinsichtlich Trypsininhibitorgehalt führte. Ein Trypsininhibitorgehalt von 5,1 g/kg in Sojakuchen führte zu signifikant reduzierten Mastleistungen herbeigeführt durch eine geringere tägliche Futteraufnahme und erhöhten Pancreasgewichten.

Abstract

Soybeans demand for an adequate heat processing to ensure optimal feeding quality for monogastric livestock. Soybean variety can be a relevant factor influencing the needed heat intensities. For this experiment soybean cakes from tow soybean varieties were treated with two different heat intensities and tested upon their feeding suitability. The 36 days feeding experiment was conducted using 336 broilers. Growth and slaughter performance was investigated. Heat treatments resulted in different responses depending on soybean variety. Trypsin inhibitor activities of 5,1 g/kg led to decreased growth performance affected by a reduced daily feed intake and elevated pancreas weights.

Literatur

ARABA, M. and DALE, N. M. (1990a) 'Evaluation of Protein Solubility as an Indicator of Overprocessing Soybean Meal', Poultry Science, 69(1), pp. 76–83.
ARABA, M. and DALE, N. M. (1990b) 'Evaluation of Protein Solubility as an Indicator of Underprocessing of Soybean Meal', Poultry Science, 69(10), pp. 1749–1752.
HEMETSBERGER, F (2021) ´Interaction of Soybean Varieties and Heat Treatments and Its Effect on Growth Performance and Nutrient Digestibility in Broiler Chickens´, accepted in Animals.
HERKELMAN, K. L., CROMWELL, G. L. and STAHLY, T. S. (1991) 'Effects of heating time and sodium metabisulfite on the nutritional value of full-fat soybeans for chicks.', Journal of animal science, 69(11), pp. 4477–4486.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur, Department für Agrarbiotechnologie, Institut für Tierernährung, tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie, Muthgasse 11, 1190 Wien

[2] Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie, Muthgasse 18, 1190 Wien

[*]Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Florian Hemetsberger, florian.hemetsberger@boku.ac.at

Der Einsatz von Sojakuchen im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot in der Ferkelaufzucht: Einfluss der Vermahlung auf die zootechnischen Leistungen

Substitution of soybean meal by soybean expeller in piglet diets: Impact of grinding on zootechnical performance

Julia Slama[1], Wolfgang Wetscherek[2], Matthias Trimmel[3] & Reinhard Puntigam[4]

Einleitung

Der Zeitraum um die Absetzphase wie auch die ersten Wochen der Aufzucht zeigen einen maßgeblichen Einfluss auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Ferkels und legen in diesem Lebensstadium bereits die Basis für eine erfolgreiche Mast. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die Menge an nicht durch körpereigene Enzyme verdautes Protein, welches den Mikroorganismen im hinteren Verdauungstrakt als Fermentationssubstrat zu Verfügung steht und unter anderem in gesteigerten Konzentrationen an biogenen Aminen resultieren kann (PLUSKE *et al.*, 2018; JAH und BERROCOSO, 2016). Sojafuttermittel (z.B. Extraktionsschrote sowie Kuchen) bilden speziell in dieser sehr heiklen Phase den bedeutendsten Protein- bzw. Aminosäurenträger innerhalb der Ferkelration. Neben der gezielten Prozessierung der Sojabohne sowie der optimalen nährstofflichen Bewertung des Sojafuttermittels (siehe Beitrag Puntigam) kann ebenfalls dessen Vermahlungsgrad positiven Einfluss üben. Durch die Reduktion der Partikelgröße im Zuge der Vermahlung wird eine deutliche Vergrößerung der Oberfläche erzielt, welche wiederum den Verdauungsenzymen verstärkt Angriffsfläche zum Abbau des Proteins liefern kann und somit dessen Verdaulichkeit steigern kann (CASAS *et al.*, 2017). Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit bestand darin grob sowie fein vermahlenen Sojaextraktionsschrot durch grob bzw. fein vermahlenen optimiert prozessierten Sojakuchen innerhalb von Mais-Gersten betonen Ferkelrationen zu ersetzen. Neben der Auswirkung der Vermahlung auf die Partikelgrößenverteilung der Rationen standen die tierische Leistungsfähigkeit der Ferkel im Fokus.

Material und Methoden

Im Fütterungsversuchen an der landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf (LFS, Hatzendorf, Steiermark) wurden 48 Ferkel (9,08 ± 0,99 kg; nach einer zweiwöchigen Absetzphase; einheitliches Absetzfutter) auf vier Versuchsgruppen (VG; 6 Tiere / Box; 2 Wiederholungen / VG) nach Gewicht, Geschlecht und Wurf aufgeteilt und mit Mais-Gersten betonen Rationen über einen Zeitraum von 6 Wochen gefüttert. Die Versuchsfuttermischungen (Tabelle 1 und 2) wiesen unvermahlenen (VG 1) sowie fein vermahlenem Sojaextraktionsschrot (VG 2) im Austausch gegen grob (VG 3) bzw. fein vermahlenen (VG 4) optimiert prozessierten Sojakuchen auf (Beitrag Puntigam, TIA, 1,0 mg/g; KOH-Proteinlöslichkeit 79,9%). Die grobe Vermahlung des jeweiligen Sojafuttermittels erfolgte unter Nutzung einer Sieblochgröße von 6,5 mm und wurde einer feinen Vermahlung von 2,5 mm gegenübergestellt. Die weiteren Komponenten der Basalmischung (BM; Mais, Gerste, etc.) wurden mittels 3,5 mm Sieblochgröße vermahlen. Die Rationen wurden isonitrogen und isokalorisch auf Basis einer vorangegangenen NIRS-Analyse der Hauptkomponenten kalkuliert (Tabelle 2). Die Rohnährstoffe der Versuchsfuttermischungen wurden nach den Methoden der VDLUFA (NAUMANN und BASSLER, 2012) analysiert. Die Analyse der Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen erfolgte nach BRUGGER *et al.* (2016). Die Ermittlung der Partikelgröße der Sojafuttermittel, Basalmischungen sowie der Versuchsfuttermischungen wurde mittels Siebturm (Analysette 3 pro, Deutschland) unter Anwendung von Sieben zwischen 2,8 und 0,25 mm Maschenweite durchgeführt. Die Berechnung der durchschnittlichen Partikelgröße (dMEAN) erfolgte nach FRITZ *et al.* (2011). Die Ergebnisse wurden anhand des Statistikprogramms SAS® (Version 9.4) mit der Prozedur GLM ausgewertet. Als Signifikanzniveau wurde ein $p<0,05$ herangezogen.

Tabelle 1: **Zusammensetzung der Versuchsfuttermischungen**

Rationszusammensetzung, %	**VG 1, 2**	**VG 3, 4**
Körnermais	45,0	45,0
Gerste	26,2	28,2
Sojabohnenschale	5,5	5,1
Sojaextraktionsschrot-HP	17,5	-
Sojakuchen	-	17,0
Futtersäurezusatz	0,2	0,2
Sojaöl	1,2	0,0
*Premix	4,4	4,5

*Garant Porkovit F Mais; VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein

Tabelle 2: **Kalkulierte Rohnährstoffe sowie Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen (in % FM)**

Rohnährstoffe	**VG 1,2**	**VG 3, 4**
Trockenmasse	88,17	89,31
Umsetzbare Energie, MJ ME*	13,06	13,22
Rohprotein	16,05	16,32
Rohfaser	4,54	4,58
Calcium	0,683	0,695
Phosphor	0,515	0,530
verd. Phosphor	0,381	0,391
Natrium	0,213	0,218
Aminosäuren		
Lysin	1,180	1,190
verdaul. Lysin	1,065	1,070
Methionin und Cystein	0,670	0,681
verdaul. Methionin und Cystein	0,596	0,602
Threonin	0,745	0,752
verdaul. Threonin	0,655	0,656
Tryptophan	0,225	0,229
verdaul. Tryptophan	0,197	0,198
Valin	0,794	0,804
verdaul. Valin	0,693	0,690
MJ ME : Lysin	0,904	0,900
MJ ME : verdaul. Lysin	0,815	0,809

VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein; *berechnet nach der Mischfutterformel (GfE, 2006)

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 3 werden die analysierten Rohnährstoffgehalte sowie die Gehalte der bedeutendsten Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen dargestellt. Sowohl bei den Rohnährstoffen als auch bei den Aminosäuren konnten keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden und es zeigte sich eine gute Übereinstimmung zu den kalkulierten Nährstoffgehalten. In Tabelle 4 werden die Partikelgrößenverteilung sowie der dMEAN der Sojafuttermittel, Basalmischungen und Versuchsfuttermischungen dargestellt. Die Vermahlung des Sojafuttermittels mit einem 2,5 mm Sieb führt gegenüber einem 6,5 mm Sieb zu einem rund 35% kleineren Durchschnittspartikel (rd. 300 µm; Δ %). Dieser Unterschied ist folglich ebenfalls in den Versuchsfuttermischungen ersichtlich, wobei die zu Grunde liegende Basalmischungen (vor der Integration der Sojafuttermittel) der jeweiligen Vergleichsgruppen VG 1 und VG 2 sowie VG 3 und VG 4 ident war und somit keinen Einfluss übt. In Tabelle 5 sind die Leistungsdaten der Ferkel veranschaulicht. Der Einsatz von grob bzw. fein vermahlenen Sojakuchen im Austausch gegen Sojaschrot beeinflusste die tägliche Zunahme (Tgz) sowie die Futterverwertung (FV) nicht. Hinsichtlich der Futteraufnahme wiesen jene Ferkel der VG 2 die fein vermahlenem Sojaschrot aufnahmen über den gesamten Versuchszeitraum die geringste Futteraufnahme aus. Diese Ergebnisse können auch durch LANCHEROS *et al.* (2020) bestätigt werden. Es wird unterstellt, dass eine feinere Vermahlung in einer gesteigerten Energie- sowie Nährstoffverdaulichkeit resultiert, welche zu einer geringeren Futteraufnahme führen kann.

Tabelle 3: **Gehalt an analysierten Rohnährstoffen sowie ausgewählter essentiellen Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen (in % bzw. g / kg FM)**

	VG 1	VG 2	VG 3	VG 4
Rohnährstoffe analysiert, %				
Trockenmasse	88,30	88,60	88,10	89,10
ME-Schwein MJ	13,53	13,51	13,44	13,59
Rohprotein	16,90	16,50	16,00	16,30
Rohfaser	3,80	4,00	4,10	4,10
NfE	58,3	59,30	58,80	59,40
Stärke	43,6	44,70	45,0	44,70
Gesamtfett	4,40	4,20	4,60	4,60
Rohasche	4,90	4,60	4,60	4,70
Aminosäuren analysiert, g				
Lysin	11,33	11,50	11,33	11,83
Methionin und Cystein	6,87	7,12	7,12	7,08
Threonin	7,14	7,17	7,26	7,20
Valin	7,06	6,86	6,93	6,85
MJ ME : Lysin	0,838	0,851	0,843	0,870

VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein

Tabelle 4: Partikelgrößenverteilung (%, Anteile Partikelgrößen)

	> 1,00 mm	0,20-1,00 mm	< 0,20 mm	dMEAN, µm	Δ, %
Sojafuttermittel, vermahlen					
Sojaschrot - grob	46,72	48,97	4,30	835,2	100
Sojaschrot - fein	22,50	65,10	12,36	537,0	64
Sojakuchen - grob	42,26	56,73	1,01	822,3	100
Sojakuchen - fein	11,61	86,22	2,17	524,1	64
Basalmischungen					
BM VG 1	39,96	56,53	3,52	723,48	100
BM VG 2	39,75	58,84	1,41	732,02	101
BM VG 3	41,76	53,60	4,64	770,95	100
BM VG 4	41,13	55,06	3,82	782,18	101
Versuchsfuttermischung					
VG 1	40,68	58,88	0,44	806,8	100
VG 2	35,26	61,47	3,27	672,2	83
VG 3	39,12	58,57	2,31	796,9	100
VG 4	34,30	60,99	4,71	712,5	89

dMEAN: Durchschnittspartikel; BM: Basalmischung; Δ: Prozentuale Änderung des dMEAN zwischen grober und feiner Vermahlung (grob = 100%), VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein

Tabelle 5: Leistungsdaten der Ferkel

	VG 1	VG 2	VG 3	VG 4	SEM	p-Wert
Anfangsgewicht, kg	8,76	9,33	9,05	9,16	0,142	0,554
Endgewicht, kg	32,24	33,2	31,45	31,63	0,451	0,524
Tgz 1. bis 3. Woche, g	442	448	388	391	10,51	0,062
Tgz 4. bis 6. Woche, g	676	688	679	678	11,16	0,983
Tgz gesamt, g	559	568	533	535	9,06	0,433
FA 1. bis 3. Woche, g	687	608	663	675	18.388	0,540
FA 4. bis 6. Woche, g	1231	1179	1315	1252	22.973	0,214
FA gesamt, g	959[a]	893[b]	989[a]	963[a]	13.833	0,011
FV 1 bis 3 Woche, 1: …	1,53	1,66	1,5	1,64	0,037	0,410
FV 4 bis 6 Woche, 1: …	1,8	1,76	1,94	1,82	0,035	0,373
FV gesamt, 1: …	1,69	1,73	1,76	1,75	0,013	0,158

Tgz, tägliche Zunahme; FA, Futteraufnahme; FV, Futterverwertung; SEM, Standardfehler, p-Wert < 0,05 Signifikanz-niveau; VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein

Zusammenfassung

In vorliegendem Fütterungsversuch mit Ferkel wurde der Einsatz von Sojaextraktionsschrot im Austausch gegen Sojakuchen unter dem zusätzlichen Aspekt der Vermahlung (feinen *vs* groben) untersucht. Die Ergebnisse zeigten unabhängig der Vermahlung, dass Sojaschrot durch optimiert prozessierten Sojakuchen ohne Leistungseinbußen ausgetauscht werden kann. Die feinere Vermahlung zeigte hingegen keinen Effekt auf die Leistung, jedoch sank die Futteraufnahme mit zunehmender Feinheit.

Abstract

The present study investigated the impact of soybean meal substituted by soybean expeller in diets of piglets with additional aspect of its grinding (fine *vs* coarse). Regardless of grinding, the results showed that soybean meal can be replaced by optimized processed soybean expeller with no effects on zootechnical performance. Furthermore, finer grinding exerts no effect on performance, but feed intake decreases.

Literatur

BRUGGER D, NADLER C, WINDISCH WM, BOLDUAN C, 2016: Feed protein value of acidic precipitates obtained from press juices of three types of green forage leaves. Animal Feed Science and Technology 222, 236-241.

CASAS GA, HUANG C, STEIN HH, 2017: Nutritional value of soy protein concentrate ground to different particle sizes and fed to pigs. J Anim Sci.; 95(2):827-836. doi: 10.2527/jas.2016.1083. PMID: 28380621.

FRITZ J, STREICH WJ, SCHWARM A, CLAUSS M, 2012: Condensing results of wet sieving analyses into a single data: a comparison of methods for particle size description. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96: 783-797.

JHA R, BERROCOSO JFD, 2016: Dietary fiber and protein fermentation in the intestine of swine and their interactive effects on gut health and on the environment: a review. Animal Feed Science and Technology. 212:18–26.

NAUMANN C, BASSLER R, 2012: Die chemische Untersuchung von Futtermittel. VDLUFA Verlag, Band 3, 6. Ergänzungslieferung, Darmstadt, Deutschland.

PLUSKE JR, TURPIN DL, KIM JC, 2018: Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. Anim Nutr. 4:187–196.

LANCHEROS JP, ESPINOSA CD, STEIN HH, 2020: Effects of particle size reduction, pelleting, and extrusion on the nutritional value of ingredients and diets fed to pigs: A review, Animal Feed Science and Technology, Volume 268, 114603, ISSN 0377-8401, https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114603.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Unternehmensführung, Forschung und Innovation sowie nationale Hochschulko-operationen, Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Angermayergasse 1, 1130 Wien

[2]Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien

[3]Josephinum Research, Rottenhauser Str. 1, 3250 Wieselburg

[4]Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, 18059 Rostock

Einfluss unterschiedlicher Energiegehalte und Faserquellen auf das Fressverhalten bei Mastschweinen

Effect of different energy contents and fibre sources on the feeding behaviour in fattening pigs

Josef Pichler*, Martin Gierus & Karl Schedle

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of different energy levels and fibre sources on the feeding behaviour in growing finishing pigs. The feeding behaviour of two experiments were evaluated. The first experiment was a feed choice trail with a low (LND) and high (HND) nutrient density diet and one group which could had the choice between LND and HND (feed choice group, FC). In the second study there were four feeding groups. Pigs of the control group (TG1) were fed diets including barley as fibre source. Whereas in TG 2 additional Lignocellulose (5%), in TG 3 Fungi mycelium (5%) and in TG 4 corn gluten feed (5%) was included. The diets were calculated for equal ME and SID essential amino acid contents. The results of these experiments confirm in many findings with literature, however there are still some differences which would need further studies to find the connections.

Einleitung

Die bedarfgerechte Nährstoffversorgung von Nutztieren stellt eines der wichtigsten Ziele der nachhaltigen Produktion von Lebensmittel tierischen Ursprungs dar. Vor allem die Rationsgestaltung, die Aufbereitung der Einzelfuttermittel, sowie die Fütterungstechnik nehmen hierbei maßgeblichen Einfluss auf die Tiergesundheit, Tierwohl bis hin zu ökologischen und ökonomischen Aspekten der Produktion (Kallabis and Kaufmann, 2012). Speziell das stetig steigende genetische Potential heimischer Nutztiere erfordert eine gezielte Nährstoffanpassungen, um das Leistungsvermögen auszuschöpfen. Ebenfalls eröffnete sich in den vergangenen Jahren ein sehr starker wissenschaftlicher Forschungsbereich innerhalb der Tierernährung bezüglich der Verwertung von Nebenprodukten der Nahrungsmittelindustrie. Diese Nebenprodukte weisen meist einen höheren Gehalt an Faser aus. Speziell der negative Effekt auf die Nährstoffverdaulichkeit durch einen gesteigerten Fasergehalt (Goff *et al*., 2002), sowie die Verdünnung der Energie- und Proteinkonzentration stehen im Widerspruch zum Einsatz dieser Produkte. Robert et al. (2002), Bergeron et al. (2000) und Ramonet et al. (1999) berichten im Gegenzug von der positiven Auswirkung von höheren Fasergehalten auf die Sättigung und der Reduktion von Stereotypien sowie Aggressionen was sich wiederum positiv für das Tierwohl zu werten ist.
In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss von unterschiedlichen Energiegehalten sowie Faserquellen auf das Fressverhalten bei Mastschweinen getestet.

Material und Methoden

Für die vorliegende Studie wurde das Fressverhalten von zwei Versuchen ausgewertet. Der erste Versuch bestand aus zwei Durchgängen zu drei Versuchsgruppen (Nährstoffarm (NA), Nährstoffreich NR) und Wahlgruppe (WG). Die WG hatte die Möglichkeit zwischen NA und NR zu wählen. Im zweiten Versuch wurde der Einfluss von einem Pilzmycel (asperagillus niger, MYC) und Cornglutenfeed (CGF) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (CON) und einer Positivkontrolle (Lignocellulose (LC) auf das Fressverhalten getestet. Alle Tiere wurden *ad libitum* mit mehligem Futter und Wasser versorgt. Die Tiere wurden auf Vollspalten gehalten. In jeder Box standen bis auf die WG eine Nippeltränke und ein Futterautomat zur Verfügung. In der Wahlgruppe standen zwei Nippeltränken und Futterautomaten zur Verfügung. Die Futteraufnahme wurde tierindividuell mittels Transponderchip ermittelt. Die Ergebnisse wurden mittels SAS Enterprise Guide 6.1 ausgewertet. Ein p-Wert <0,05 wurde als Signifikanz und <0,1 als Tendenz gewertet.

Ergebnisse

In Abbildung 1 und Abbildung 3 sind die Fressgänge pro Tag und die Futteraufnahme pro Fressgang von Versuch 1 dargestellt. In der Anfangsmast besuchten die Schweine von NR öfter die Futterstation als jene von NA bei gleicher Futteraufnahme pro Fressgang. In den weiteren Phasen und über die gesamte Mast hinweg wurden keine weiteren Unterschiede zwischen NA und NR festgestellt. Die Wahlgruppe tendierte in der Endmast zu weniger Fressgängen pro Tag im Vergleich zu NR und über die gesamte Mast hatten sie weniger Besuche an der Futterstation wie NA und NR. Innerhalb Der WG gab es Unterschiede zwischen den Mengen pro Futteraufnahmen. Diese Schweine nahmen mehr Futter auf wenn sie beim nährstoffreichen Futter waren.

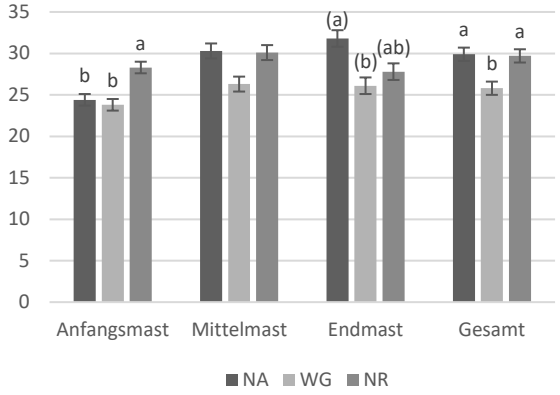


Abbildung 1: Fressgänge pro Tag Versuch 1

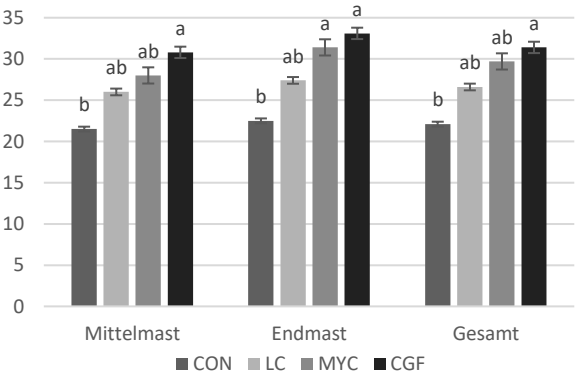


Abbildung 2: Fressgänge pro Tag Versuch 2

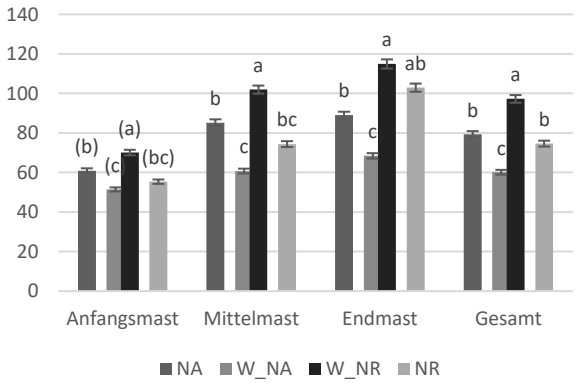


Abbildung 3: Menge pro Fressgang Versuch 1

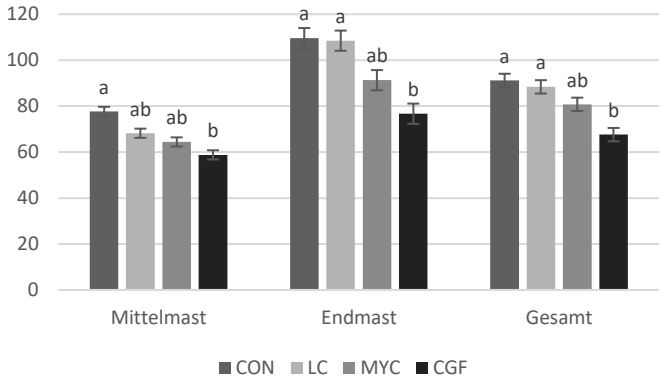


Abbildung 4: Menge pro Fressgang Versuch 2

Im 2. Versuch zeigten Tiere der Kontrollgruppe in jeder Phase weniger Fressgänge pro Tag im Vergleich zur CGF. Im Gegenzug wurde eine erhöhte Futteraufnahme pro Fressgang in CON im Vergleich zu CGF festgestellt was dazu führte, dass keine Unterschiede in der täglichen Futteraufnahme zwischen CON und CGF festgestellt wurden (Daten nicht veröffentlicht).

Diskussion

Ergebnisse punkto Fressverhaltens streuen weit in der Literatur. Hyun et al. (1997) hatte weniger Besuche aber dafür längere und größere Mahlzeiten. Dies konnte im 2. Versuch bestätigt werden indem die Tiere der CON weniger oft zur Futterstation ging aber auch größere Mengen pro Besuch aufnahmen. Im Gegensatz zu Kallabis and Kaufmann (2012) konnte ausgenommen in der Anfangsmast im ersten Versuch der Zusammenhang zwischen einem erhöhten Fasergehalt und weniger Fressgänge pro Tag nicht bestätigt werden. Neben dem Fasergehalt könnte ebenfalls das Tier:Fressplatzverhältnis für das Fressverhalten ausschlaggebend sein. Nyachoti et al. (2004) kamen zu dem Schluss, dass eine gesteigertes Tier:Fressplatzverhältnis zu längeren und größeren Mahlzeiten führt. Dies konnte im ersten Versuch bestätigt werden, da sich NA und NR nicht unterschieden haben, jedoch innerhalb der WG kam es zu unterschieden. Dies kann darin begründet sein, dass die Tiere circa 80% NR wählten und

dadurch die Frequenz bei dieser Futterstation erhöht war. Im zweiten Versuch konnte dieser Effekt jedoch nicht bestätigt werden da das Tier:Fressplatzverhältnis in allen Boxen gleich war.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der beiden Studien decken sich in weiten Bereichen mit der Literatur. Es konnte kein Zusammenhang zwischen erhöhten Fasergehalt und weniger Fressgängen mit erhöhter Futteraufnahme pro Fressgang im zweiten Versuch bestätigt werde. Inwiefern das Tier:Fressplatzverhältnis und die Rationszusammensetzung das Fressverhalten beeinflusst erfordert weiter Studien in dem Gebiet.

Literatur

BERGERON, R., BOLDUC, J., RAMONET, Y., MEUNIER-SALAÜN, M. C. & ROBERT, S. 2000. Feeding motivation and stereotypies in pregnant sows fed increasing levels of fibre and/or food. *Appl. Anim. Behav. Sci.,* 70**,** 27-40 DOI: 10.1016/S0168-1591(00)00142-8.
HYUN, Y., ELLIS, M., MCKEITH, F. K. & WILSON, E. R. 1997. Feed intake pattern of group-housed growing-finishing pigs monitored using a computerized feed intake recording system. *J. Anim. Sci.,* 75**,** 1443-1451 DOI: 10.2527/1997.7561443x.
KALLABIS, K. E. & KAUFMANN, O. 2012. Effect of a high-fibre diet on the feeding behaviour of fattening pigs. *Arch. Anim. Bred.,* 55**,** 272-284 DOI: 10.5194/aab-55-272-2012.
NYACHOTI, C. M., ZIJLSTRA, R. T., DE LANGE, C. F. M. & PATIENCE, J. F. 2004. Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: A review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions. *Can. J. Anim. Sci.,* 84**,** 549-566 DOI: 10.4141/a04-001.
RAMONET, Y., MEUNIER-SALAUN, M. C. & DOURMAD, J. Y. 1999. High-fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. *J. Anim. Sci.,* 77**,** 591-599 DOI: 10.2527/1999.773591x.
ROBERT, S., BERGERON, R., FARMER, C. & MEUNIER-SALAÜN, M. C. 2002. Does the number of daily meals affect feeding motivation and behaviour of gilts fed high-fibre diets? *Appl. Anim. Behav. Sci.,* 76**,** 105-117 DOI: 10.1016/S0168-1591(02)00003-5.

Adresse der Autoren

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie, Universität für Bodenkultur, Muthgasse 11, A-1190 Wien

*Ansprechpartner: DI Josef Pichler, josef.pichler@boku.ac.at

Einsatz von IPUSagro F in der Schweinemast

Use of IPUSagro F in pig fattening

Wolfgang Wetscherek[1*], Walter Somitsch[2] & Julia Slama[3]

Einleitung

Bei dem eingesetzten Futterzusatzstoff IPUSagro F handelt es sich um das natürliche Mineral „Klinoptilolith sedimentären Ursprungs“, zugelassen in der Funktionsgruppe „Bindemittel“ in der Menge von 10 g/kg Alleinfuttermittel. Es stammt aus der slowakischen Lagerstätte von IPUS bei Kucin und wird aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften wie Zusammensetzung, Porosität, Speichervermögen und Bindefähigkeit als „Migulatoren“ bezeichnet.

Im Rahmen eines Bridgeprojektes wurde der Einsatz von 2% IPUSagro F in einer Dosierung von 2% in Rationen von Mastschweinen im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe geprüft, da in dieser Konzentration biologische Wirkungen besonders deutlich messbar sein sollten. Die Untersuchung umfasste Effekte auf die Futteraufnahme, Tageszunahmen, Futterverwertung, Schlachtleistung und Gesundheit.

Material und Methoden

Der Versuch wurde an der LFS-Hatzendorf mit 24 Mastschweinen (F1-Kreuzungstiere der Rassen Weißes Edelschwein × Pietrain) durchgeführt. Diese wurden unter Berücksichtigung von Lebendmasse, Geschlecht und Sauenabstammung auf zwei Gruppen aufgeteilt. Während der Versuchsperiode wurden die Tiere in 4 strohlosen Boxen mit Spaltenböden gehalten und *ad libitum* gefüttert. Der Versuch begann mit einem Lebendgewicht von etwa 37,5 kg. Am Versuchsende wurden die Mastschweine beim Erreichen eines Lebendgewichtes von ca. 119,5 kg tierindividuell an mehreren Terminen geschlachtet. In der Tabelle 1 wird der Versuchsplan dargestellt.

Die Versuchsfuttermischungen setzten sich aus den Hauptkomponenten Mais und Sojaextraktionsschrot zusammen, wurden isoenergetisch sowie bezüglich des Nährstoffgehaltes ausgeglichen kalkuliert und unterschieden sich lediglich in der Zugabe von 2% IPUSagro F in der Gruppe 2 (Tabelle 2).

Tabelle 1: **Versuchsplan**

Merkmal	**Gruppe 1**	**Gruppe 2**
Anteil von IPUSagro F, %	0	2
Boxen, n	2	2
Tiere je Box, n	6	6
Tiere, n	12	12

Tabelle 2: **Zusammensetzung der Schweinemastalleinfuttermischungen (bezogen auf 88% TS)**

Futtermittel, %	**Gruppe 1**	**Gruppe 2**
Maisganzkornsilage, 72% TS	43,51	43,51
Gerste	6,23	4,67
Weizen	8,90	6,90
Sojaextraktionsschrot-42	24,72	25,71
Rapsöl	-	0,99
Pigfaser	1,68	1,26
IPUSagro F	-	2,00
Prämix	2,97	2,97

Ergebnisse

In der Tabelle 2 werden die analysierten Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermischungen dargestellt.

Tabelle 3: **Analysenergebnisse und errechnete Energiegehalte der Futtermischungen (bezogen auf 88% TS)**

Inhaltsstoffe	Gruppe 1	Gruppe 2
Trockenmasse, g/kg	880	880
ME, MJ/kg	13,44	13,18
XP, g/kg	175	173
XL, g/kg	24	32
XF, g/kg	34	34
XA, g/kg	42	64
Stärke, g/kg	446	408
Zucker, g/kg	30	31

Gruppe 1: negative Kontrollgruppe; Gruppe 2: 2% IPUSagro F

Zootechnische Leistungen: Während des Versuches traten bei den Tieren mit Ausnahme von 2 Ausreißern keine gesundheitlichen Probleme oder Ausfälle auf und beide Gruppen zeigten ein sehr hohes Leistungsniveau. Ein Tier der Gruppe 1 wurde wegen einer Gelenksentzündung und geringen Tageszunahmen am 71. Versuchstag mit 81 kg aus dem Versuch genommen. Ein weiteres Tier der Gruppe 2 wurde nach dem 84. Versuchstag mit 103 kg Lebendmasse vorzeitig aus dem Versuch genommen, weil nach sehr hohen Zunahmen in den ersten neun Versuchswochen in Höhe von 1035 g/d in den folgenden Wochen nur ein Lebendmassezunahme von 1 kg feststellbar war.

In Tabelle 3 werden die Lebendmasseentwicklung und die Tageszunahmen dargestellt. Der Einsatz von 2% IPUSagro F führte zu einer Steigerung der Tageszunahmen in der ersten Hälfte der Mastperiode. Anschließend hatten beide Gruppen ein gleiches, sehr hohes Niveau von ca. 900 g pro Tag. Über die gesamte Mastperiode betrachtet, erreichte die Gruppe mit 2% IPUSagro F höhere Tageszuwächse. Über den gesamten Versuchszeitraum betrachtet, führte dieses Ergebnis ebenfalls zu einer deutlichen Verbesserung der Futterverwertung, wie aus der Tabelle 4 zu entnehmen ist.

Tabelle 4: **Statistische Auswertung der Lebendmasseentwicklung**

Lebendmasse (LM), kg	Gruppe 1	Gruppe 2	SEM	P-Wert
Anfangsgewicht	37,3	37,5	0,63	0,9007
42. Versuchstag	69,2[b]	74,4[a]	1,18	0,0014
Endgewicht	120,2	119,0	1,11	0,4651
Tageszunahmen, g				
37 bis 72 kg LM	758[b]	880[a]	16	<0,0001
72 bis 120 kg LM	906	894	21	0,6558
37 bis 120 kg LM	841[b]	888[a]	15	0,0193

Gruppe 1: negative Kontrollgruppe; Gruppe 2: 2% IPUSagro F

Tabelle 5: **Futterverwertung bezogen auf 88% Trockenmasse**

Futterverwertung, kg	Gruppe 1	Gruppe 2
37 bis 72 kg LM	2,72	2,22
72 bis 120 kg LM	2,89	2,91
37 bis 120 kg LM	2,82	2,59

Gruppe 1: negative Kontrollgruppe; Gruppe 2: 2% IPUSagro F

Wie in der Tabelle 5 erkennbar, kam es in der Schlachtleistung zu keinen Veränderungen in Zusammenhang mit der Einmischung von 2% IPUSagro F.

Diese Ergebnisse werden durch einen weiteren Fütterungsversuch von Wetscherek (2014) bestätigt, welcher mit der gleichen Einsatzhöhe von 2% IPUSagro F ohne Energieausgleich durchgeführt wurde. Im Gewichtsabschnitt von 35 bis 75 kg Lebendmasse war die Zuwachsleistung der beiden Gruppen

identisch. In der Endmast bis 117 kg Lebendmasse war die Gruppe mit IPUSagro F der Kontrollgruppe überlegen. Dies führte für die gesamte Mastperiode betrachtet zu um 5,6% höheren Tageszuwächsen durch die Zugabe von IPUSagro F (P=0,0513). Durch den Einsatz von IPUSagro F wurde der Magerfleischanteil nicht negativ beeinflusst.

Tabelle 6: **Statistische Auswertung der Schlachtleistung**

Merkmal	Gruppe 1	Gruppe 2	SEM	P-Wert
Lebendmasse, kg	120,2	119,0	1,11	0,4651
Schlachtgewicht, kg	94,7	93,4	0,94	0,3322
Ausschlachtung, %	78,8	78,4	0,31	0,3734
Speckmass, mm	11,9	9,3	0,95	0,0770
Fleischmass, mm	79,7	78,5	1,36	0,5086
MFA, %	61,5	62,4	0,54	0,2562

Gruppe 1: negative Kontrollgruppe; Gruppe 2: 2% IPUSagro F; MFA: Muskelfleischanteil

Zusammenfassung

Der Einsatz von 2% IPUSagro F im Vergleich zur Kontrollgruppe bewirkte keine gesundheitlichen Probleme und beeinträchtigte die Futteraufnahme nicht. Weiters wurden um 5,8% höhere Tageszunahmen erreicht und eine deutlich bessere Futterverwertung festgestellt. Dadurch kann auch eine deutlich verringerte ökologische Belastung (geringere N- bzw. P-Ausscheidungen und klimarelevante Reduktion der CO_2-Bilanz je kg Fleisch) erreicht werden. Bezüglich der Schlachtleistung wurden keine Unterschiede gefunden.

Abstract

The use of 2% IPUSagro F compared to the control group did not cause any health problems and did not affect feed intake. Furthermore, higher daily weight gains of 5.8% were achieved and a better feed conversion was observed. As a result, a reduced ecological burden (lower N and P excretion and climate-relevant reduction of the CO_2 balance per kg of meat) may also be assumed. No differences were found regarding slaughter performance.

Literatur

WETSCHEREK W, 2014:. Einsatz eines Migulators auf Basis von einem Klinoptilolith in der Schweinemast. Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel, Veterinär- und Agrarwesen, Bericht ALVA-Jahrestagung 2014, "Angewandte Forschung - gibt es neue Wege?", 339-341, Wieselburg, Austria.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien

[2] IPUS Mineral- & Umwelttechnologie GmbH, Werksgasse 281, 8786 Rottenmann

[3] Institut für Unternehmensführung, Forschung und Innovation sowie nationale Hochschul-Kooperationen, Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Angermayergasse 1, 1130 Wien

[*] Ansprechpartner: Ao Univ.-Prof. Dr. Wolfgang WETSCHEREK, wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Ertrag und Futterqualität von Grünschnittroggen in Abhängigkeit von Sorte und Erntezeitpunkt

The influence of variety and harvest date on yield and forage quality of green fodder rye

Reinhard Resch[1*] & Michael Oberforster[2]

Einleitung

Klimawandelfolgen werden die Landwirtschaft zukünftig stark betreffen. Die Häufigkeit von Dürren ist für die meisten Grünlandregionen in Österreich, gegenüber einem 20-jährigen Auftreten im Zeitraum 1961-1990, zur Jahrhundertmitte in einem 5-jährigen Rhythmus wahrscheinlich (GOBIET 2019). Trockenperioden führen zu Ertragsdefiziten und damit zu Futterengpässen in Viehbetrieben (RESCH 2020). Die Nutzung von Grünschnittroggen als Winterzwischenfrucht könnte dabei helfen, die Futterreserven aufzufüllen. Dieser Beitrag geht der Frage von Ertrags- und Qualitätsveränderungen von Grünroggensorten im Laufe der phänologischen Entwicklung nach.

Material und Methoden

Die letzten Sortenzulassungen von Grünschnittroggen in Österreich liegen mehr als 20 Jahre zurück (AGES 2020). Die Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) untersucht daher gemeinsam mit der HBLFA Raumberg-Gumpenstein seit 2018 sechs Roggensorten in einer mehrortigen Grünroggen-Wertprüfung. Zusätzlich wurde an den Standorten Gumpenstein und Piber ein Beobachtungsversuch durchgeführt. Der Anbau erfolgte am 27.9. bzw. 2.10.2018 mit einer Saatstärke von 420 keimfähigen Körnern/m², die Parzellenfläche betrug 14,1 bzw. 15,6 m². Im Frühjahr erhielten die Versuche jeweils 120 kg/ha N, P_2O_5 und K_2O (Linzer Star 15:15:15). Die Bestände wurden zwischen 25. April und 18. Juli 2019 an vier Terminen auf 1,0 m² Erntefläche beprobt. Die chemischen Analysen erfolgten nach VDLUFA (1976), die in vitro-Verdaulichkeit nach TILLEY und TERRY (1963).

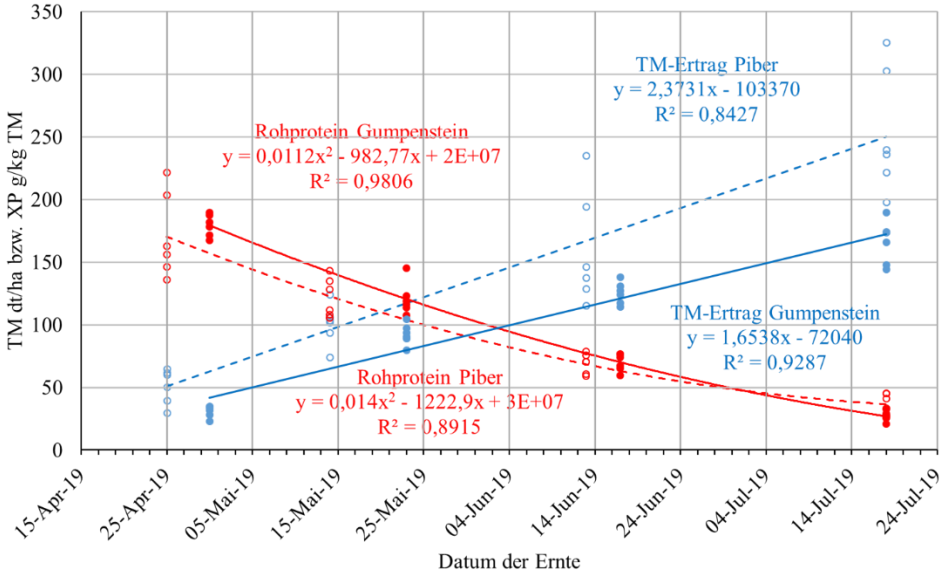


Abbildung 1: **Trockenmasseertrag und Rohproteingehalt von Grünschnittroggen in Abhängigkeit von Standort, Erntedatum und Sorte (2 Versuche von 2019)**

Ergebnisse und Diskussion

Am 25. April 2019 wurde bereits ein durchschnittlicher Ertrag von 43,6 dt TM/ha festgestellt, wobei der günstigere Standort in Piber (450 m Seehöhe) deutliche Vorteile gegenüber Gumpenstein (700 m

Seehöhe) zeigte. In der Folge konnte ein mittlerer täglicher Ertragszuwachs von ca. 2 dt TM/ha beobachtet werden (Abbildung 1). In Hinblick auf eine Futterqualität wird die Ernte spätestens zum Stadium BBCH 51 (Beginn des Ährenschiebens) empfohlen (AGES 2020).

Tabelle 1: **Entwicklung von Erträgen und Qualitätsparametern bei Grünschnittroggen vom späten Schossstadium bis zur Vollreife (Mittelwerte aus Schätzgleichungen von 2 Versuchen aus 2019)**

Parameter		Einheit	Modell	R^2	SD	25. April	5. Mai	20. Mai	14. Juni	18. Juli
BBCH-Stadium		0 - 99	$y = -0{,}0026 \times d^2 + 0{,}9328 \times d + 18{,}669$	0,962	2,0	40	48	59	74	89
Wuchshöhe		cm	$y = -0{,}0249 \times d^2 + 4{,}6533 \times d - 31{,}071$	0,920	11,4	70	101	139	178	180
TM-Ertrag		dt/ha	$y = -0{,}001 \times d^2 + 2{,}1266 \times d - 8{,}9254$	0,743	30,4	43,6	64,3	94,9	144,9	211,0
Protein-Ertrag		kg/ha	$y = -0{,}2167 \times d^2 + 27{,}797 \times d + 198{,}52$	0,280	242	758	906	1047	1064	654
NEL-Ertrag		GJ/ha	$y = -0{,}0141 \times d^2 + 2{,}0096 \times d - 10{,}506$	0,364	13,3	30,9	42,6	54,7	60,9	41,0
Trockenmasse		g/kg FM	$y = 0{,}0517 \times d^2 - 1{,}732 \times d + 138{,}8$	0,942	33,5	128	142	181	300	564
Rohprotein		g/kg TM	$y = 0{,}0111 \times d^2 - 3{,}2282 \times d + 250{,}55$	0,919	13,2	177	151	117	71	31
NDF	Gerüstsubstanzen	g/kg TM	$y = -0{,}0189 \times d^2 + 5{,}1857 \times d + 399{,}32$	0,878	26,3	517	558	611	682	740
ADF	Gerüstsubstanzen	g/kg TM	$y = -0{,}0085 \times d^2 + 3{,}5425 \times d + 228{,}54$	0,871	21,5	312	342	384	446	514
ADL	Gerüstsubstanzen	g/kg TM	$y = -0{,}0013 \times d^2 + 0{,}7345 \times d + 15{,}345$	0,900	4,1	33	39	49	63	80
Rohfett		g/kg TM	$y = 0{,}0018 \times d^2 - 0{,}3009 \times d + 26{,}138$	0,556	1,7	20	18	16	14	15
Rohasche		g/kg TM	$y = 0{,}011 \times d^2 - 2{,}1232 \times d + 144{,}33$	0,658	15,3	98	83	66	47	44
OM-Verdaulichkeit		%	$y = -0{,}5691 \times d + 97{,}11$	0,939	4,3	83	77	69	54	35
Umsetzbare Energie		MJ/kg TM	$y = -0{,}0876 \times d + 14{,}073$	0,924	0,76	11,9	11,0	9,7	7,5	-
Nettoenergie-Laktation		MJ/kg TM	$y = -0{,}0617 \times d + 8{,}8201$	0,924	0,54	7,3	6,7	5,7	4,2	-
Calcium (Ca)		g/kg TM	$y = 0{,}0003 \times d^2 - 0{,}0695 \times d + 5{,}2723$	0,844	0,31	3,7	3,2	2,5	1,7	1,3
Phosphor (P)		g/kg TM	$y = 0{,}0003 \times d^2 - 0{,}0696 \times d + 5{,}6547$	0,931	0,26	4,1	3,6	2,9	2,1	1,6
Kalium (K)		g/kg TM	$y = 0{,}002 \times d^2 - 0{,}5176 \times d + 42{,}701$	0,906	2,88	31,0	27,0	21,8	15,1	10,0
Kupfer (Cu)		mg/kg TM	$y = 0{,}0006 \times d^2 - 0{,}1541 \times d + 11{,}898$	0,879	0,74	8,4	7,2	5,7	3,7	2,2

d = Tage, SD = Standardabweichung, BBCH = phänologisches Entwicklungsstadium nach MEIER (2001)

Ein Proteingehalt von 150 g/kg TM wäre, abhängig vom Standort, zwischen 3. und 10. Mai 2019 vor BBCH 51 bei einer Wuchshöhe von ~100 cm erreicht worden. Die tägliche XP-Reduktion betrug in dieser Phase 2,6 g/kg TM. Durch das rasche Wachstum des Grünroggens nahmen der Stängelanteil und damit die Gerüstsubstanzen stark zu (täglich +4,1 g NDF/kg TM). Am 30. April waren ~80 % der organischen Masse verdaulich und die Nettoenergie lag bei 7,0 MJ NEL/kg TM, d.h. der Futterwert war zu diesem Zeitpunkt sehr gut. In der Folge sank die OM-Verdaulichkeit täglich um 0,6 % und die NEL um 0,06 MJ/kg TM. Die Mineralstoffgehalte nahmen mit fortschreitender Entwicklung stark ab (Tabelle 1). Ein signifikanter Einfluss des Genotyps auf die Ertragsbildung an Trockenmasse war gegeben. Der tetraploide Grünschnittroggen 'Beskyd' fiel deutlich ab, hingegen brachten 'Protector', 'SU Vector' und 'Traktor' höhere Trockenmasseerträge.

Tabelle 2: **Ertrag und Qualität (Rel%) von Grünroggensorten (Mittel aus 2 Versuchen von 2019 während des Vegetationsverlaufes bis zum BBCH-Stadium 74)**

	Erträge			**Gehaltswerte**				
Sorte	TM	Protein	NEL	Protein	NDF	ADL	dOM	NEL
Rel%	%	%	%	%	%	%	%	%
Beskyd	80,7	85,2	81,7	105,6	98,1	94,3	101,4	101,2
Elias	100,5	104,9	105,3	102,7	99,9	99,0	103,2	105,0
HS EF I-14	93,1	94,9	87,5	101,6	98,9	103,8	96,2	94,1
Protector	102,4	100,7	97,0	97,1	100,2	102,0	97,1	94,8
SU Vector	112,5	104,8	114,4	92,6	102,7	104,5	100,0	101,7
Traktor	110,8	112,6	114,1	100,5	100,3	96,1	101,9	103,2

100 % = Versuchsmittelwert; dOM = OM-Verdaulichkeit

Beim Proteingehalt bestach 'Beskyd' mit besserer Qualität. Außerdem enthielt diese Sorte weniger Lignin. Der Qualitätsvorteil von 'Beskyd' konnte allerdings den Protein- und Nettoenergie-Ertrag nicht

maßgeblich anheben (Tabelle 2). Die Sorte ‘SU Vector’ wies trotz geringerem Proteingehalt und etwas höherem Gehalt an Gerüstsubstanzen (NDF) eine gute Verdaulichkeit und Futterenergie auf, daraus resultiert ein besonders hoher NEL-Ertrag. Das untersuchte Sortenspektrum zeigte jedenfalls eine deutliche Varianz in Ertrag und Qualität. Tendenziell schnitten ‘Traktor’ und ‘SU Vector’ am günstigsten und ‘Beskyd’ in Summe am wenigsten erfolgreich ab.

Zusammenfassung

Im Rahmen der amtlichen Sortenwertprüfung wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Standorte Gumpenstein und Piber) mehrere Sorten von Grünschnittroggen hinsichtlich der Ertrags- und Qualitätsleistungen untersucht. Die Daten von vier Ernteterminen zeigen, dass sich die Dynamik der Veränderungen mit statistischen Modellen meist ziemlich genau darstellen lässt. Zwischen dem Trockenmasseertrag und den Qualitätsparametern herrscht prinzipiell eine negative Beziehung. Bei später Ernte der Grünschnittroggen und entsprechend hohen Trockenmasseerträgen ist mit qualitativen Einbußen zu rechnen und umgekehrt. Der optimale Schnittzeitpunkt ließe sich durch Anwendung der Schätzgleichungen durchaus präziser ermitteln. Für Sortenempfehlungen und die Futterbewertung für Nutztiere könnte eine rechnerische Anpassung der gemessenen Ertrags- und Qualitätsdaten entsprechend der Pflanzenentwicklung vorteilhaft sein.

Abstract

As part of the official VCU testing procedures, several varieties of green fodder rye were investigated at the AREC Raumberg-Gumpenstein (Gumpenstein and Piber sites) to determine their yield and quality performance. The data from four harvest dates show that the dynamic changes can usually be represented fairly accurately with statistical models. In principle, a negative relationship is observed between the dry matter yield and quality parameters. If green fodder rye is harvested late and the dry matter yields are correspondingly high, qualitative losses are to be expected and vice versa. The optimal cutting date could certainly be determined more precisely by applying the method of estimating equations. In order to provide helpful variety recommendations and feed evaluations for livestock, it could be beneficial to use computational methods to adjust the collected yield and quality data with respect to the crop development.

Literatur

AGES (Hrsg.), 2020: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2020 Landwirtschaftliche Pflanzenarten, Winterroggen. Schriftenreihe 21/2020, ISSN 1560-635X, 45-50.

GOBIET A, 2019: Szenarien zum Klimawandel im Alpenraum. 21. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Klimawandel im Alpenraum – Auswirkungen auf das Ökosystem Grünland und dessen Bewirtschaftung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 26. und 27. März 2019, 1-2.

MEIER U, 2001: Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen – BBCH Monografie. 2. Auflage, Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, Berlin und Braunschweig, 165 S.

RESCH R, 2020: Grundfutter im Spannungsfeld der Klimafolgen. 47. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 99-108.

TILLEY JMA, TERRY RA, 1963: A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Grass and Forage Science 18 (2), 104-111.

VDLUFA, 1976: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Adressen der Autoren

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Tel.: +43 (0)3682 22451-320

[2] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191,1220 Wien, Tel.: +43 (0)5 0555-34920

*Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

Qualität von fermentierten Larven der Schwarzen Soldatenfliege

Quality of fermented Black soldier fly larvae

Reinhard Resch[1*]& Kristina Kube[2]

Einleitung

Die Nachfrage nach Proteinquellen tierischen Ursprungs wird aufgrund der wachsenden menschlichen Bevölkerung und des steigenden Lebensstandards in den Entwicklungsländern zunehmen (FAO 2009). Insekten sind proteinreich (BOSCH et al. 2014), haben hohe Futtermittelumwandlungs-Effizienz und Wachstumsraten (Van HUIS 2013), wodurch sie qualitativ hochwertige und potenziell profitable Futtermittel für Nutztiere darstellen (VELDKAMP et al. 2012). Inwieweit abgetötete, nicht entfettete Larven der Schwarzen Soldatenfliege (SSF, *Hermetia illuscens* L.) durch Silierung, als Alternative zur Trocknung, konserviert werden können und wie die Futterqualität zu bewerten ist, wurde im EIP-Agriprojekt „Larvenzucht“ (Arbeitspaket 34.2.2; DaFNE 101373) an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein von 2018 bis 2019 in drei Silierversuchen untersucht (RESCH et al. 2020).

Material und Methoden

Die für die Versuche genutzten Larven der SSF stammen aus Österreich (AUINGER 2020). Sie wurden nach Tötung bei -20°C aufbewahrt und zwei Tage vor dem Ansatz bei +4°C aufgetaut. Von den verschiedenen Behandlungen (Abbildung 1) wurden 100 g Larven bzw. Larven-Gerstenschrotgemenge im Vakuumbeutel luftdicht eingeschweißt (200 × 250 mm; Typ SRB PA-PE 20/70; Vakuumiergerät: Henkelman Vacuum Systems, Typ Mini Jumbo) und bei Raumtemperatur (16 bis 18,5°C) zwischen 50 bis 83 Tage lang dunkel gelagert. Die verschiedenen Siliermittelvarianten und -kombinationen sowie deren Dosierung sind bei RESCH et al. (2020) beschrieben. Die chemischen Analysen erfolgten nach VDLUFA (1976) und die mikrobiologischen Untersuchungen nach VDLUFA (2007) im Futtermittellabor Rosenau (LK NÖ), die biogenen Amine (BOKU-TTE) und die Aminosäuren (AGES Wien) wurden mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

Die Zugabe unterschiedlicher Mengen an leicht fermentierbarem Gerstenschrot führte einerseits zu einer signifikanten Erhöhung des TM-Gehaltes und andererseits konnte bis zu einem Gerstenanteil von 40 % der pH-Wert deutlich abgesenkt werden (Abbildung 1).

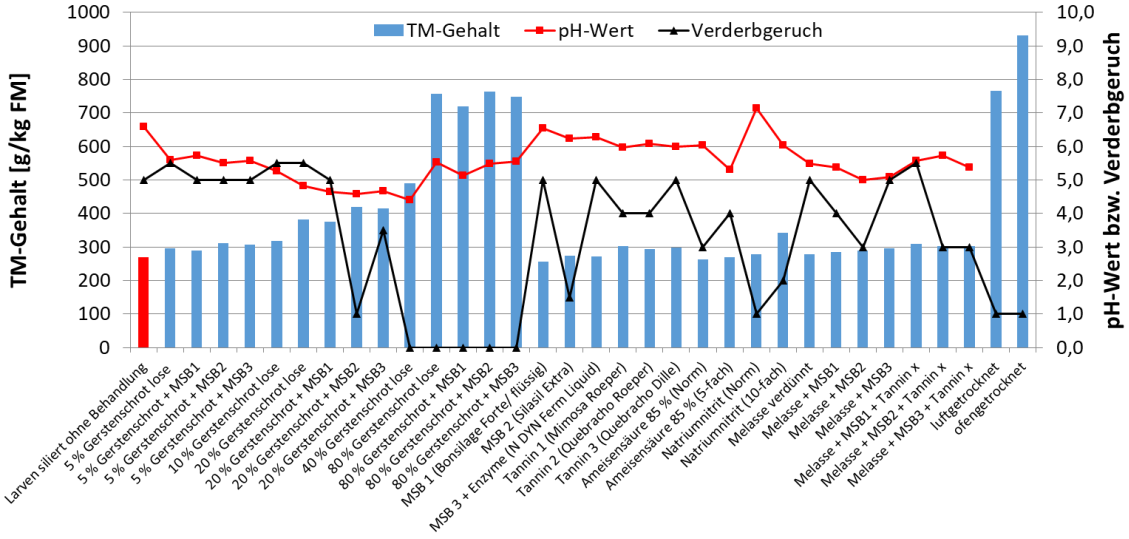


Abbildung 26: **Einfluss von Gerstenschrot und Silierhilfsmitteln auf den TM-Gehalt, pH-Wert und Verderbgeruch von silierten Larven der Schwarzen Soldatenfliege (EIP-Projekt Larvenzucht, Screeningversuch); MSB = Milchsäurebakterien; Geruch: 0- nicht vorhanden, 1- angenehm bzw. Eigengeruch, 2- leicht, 3- mäßig, 4- stark, 5- sehr stark, >5- extrem stark**

Für den Screeningversuch wurden erfolgversprechende Zusätze ausgewählt, aber mit Ausnahme von Natrium-Nitrit bewirkte die Gärung ohne fermentierbares Co-Substrat meist unzureichende Absäuerung und/oder mäßig bis extrem starken Verderbgeruch oder Gärsaftbildung. Die Zugabe von mindestens 20 % Gerstenschrot erwies sich als günstig, weil hier auch ohne weitere Silierhilfsmittel eine gute Milchsäuregärung stattfand (Tabelle 1). Chemische Konservierungsstoffe wie Natrium-Nitrit, Ameisensäure und eine Kombination von homofermentativen MSB und chemischen Salzverbindungen (Silasil Extra) schnitten in den Screeningversuchen bei den Siliermitteln am besten ab.

Tabelle 8: **Einfluss von Silierung und Trocknung von Larven der Schwarzen Soldatenfliege auf verschiedene Qualitätsparameter in Abhängigkeit von Co-Substrat- und Silierhilfsmittelzugabe**

	Einheit	frisch	frisch	Gärung	Gärung	Gärung	Gärung	Trocknung
Larvenanteil	%	100	0	100	60	60	60	100
Gerstenschrotanteil	%	0	100	-	40	40	40	-
Silierhilfsmittel		-	-	-	-	Na-Nitrit	Silasil Extra	-
Trockenmasse	g/kg FM	273,7^{a}	917,3^{c}	270,4^{a}	538,2^{b}	534,9^{b}	542,8^{b}	942,7^{c}
Rohprotein	g/kg TM	499,3^{d}	102,3^{a}	455,0^{c}	234,3^{b}	238,3^{b}	231,3^{b}	494,7^{d}
Aminosäuren gesamt	g/kg TM	402^{e}	95^{a}	319^{c}	166^{b}	174^{b}	166^{b}	364^{d}
Ammoniak-N	% von N_{total}	-	-	28,3^{b}	6,2^{a}	4,5^{a}	5,7^{a}	-
Biogene Amine	g/kg TM	11,7^{b}	-	101,7^{e}	24,3^{d}	19,4^{c}	27,1^{d}	6,7^{a}
Rohfaser	g/kg TM	86,3^{b}	51^{a}	98,7^{c}	57,7^{a}	51,3^{a}	55,0^{a}	87,0^{b}
Rohfett	g/kg TM	269,7^{c}	21^{a}	276,7^{c}	95,0^{b}	93,7^{b}	98,0^{b}	268,7^{c}
Rohasche	g/kg TM	69,7^{d}	24,3^{a}	72,0^{c}	38,0^{b}	41,0^{b}	39,3^{b}	65,0^{c}
pH-Wert		7,92^{c}	-	6,77^{b}	5,10^{a}	5,17^{a}	4,97^{a}	-
Milchsäure	g/kg TM	-	-	9,4^{a}	36,0^{b}	39,0^{b}	38,5^{b}	-
Essigsäure	g/kg TM	-	-	10,0^{c}	6,4^{bc}	4,6^{ab}	5,8^{b}	-
Propionsäure	g/kg TM	-	-	1,9^{b}	0,7^{ab}	0,5^{a}	0,6^{a}	-
Buttersäure	g/kg TM	-	-	0,3^{b}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	-
Ethanol	g/kg TM	-	-	1,9^{a}	4,2^{a}	1,4^{a}	2,4^{a}	-
VOC gesamt	g/kg TM	-	-	21,6^{ab}	43,2^{cd}	44,1^{cd}	44,9^{cd}	-
Bakterien	KBE^{log}/g FM	6,8^{b}	4,2^{a}	7,0^{b}	6,9^{b}	6,8^{b}	6,8^{b}	7,2^{b}
Gärsaftbildung	Gew.%	-	-	10,1^{b}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
Geruch*	Skala 0-6	1,0^{b}	0^{a}	5,0^{e}	1,0^{b}	2,0^{d}	2,0^{d}	1,3^{c}

***Skala Geruch**: 0- nicht vorhanden, 1- angenehm bzw. Eigengeruch, 2- leicht, 3- mäßig, 4- stark, 5- sehr stark, >5- extrem stark

Vergleich Gärung und Trocknung von SSF-Larven

Im Exaktversuch wurden die 3-fach wiederholten Varianten mit dem besten Gärerfolg aus den zwei Screeningversuchen herausgefiltert, um diese einer tiefergehenden Analyse und statistischen Auswertung zu unterziehen. Das konventionell genutzte Verfahren der Trocknung in Form einer zweitägigen Ofentrocknung bei 50°C brachte in punkto Qualität das beste Ergebnis, weil sich die Nährstoffgehalte am geringsten gegenüber den frischen SSF-Larven veränderten. Positiv war eine Reduktion der biogenen Amine um 4 g/kg TM im Vergleich zu den frischen Larven, negativ der signifikante Verlust von ~10 % Aminosäuren (Tabelle 1).

Die Vergärung von 100 % unzerkleinerten, nicht entfetteten, schwer silierbaren SSF-Larven verlief mit einer Gärsaftbildung von 10 %, extrem starkem Verderbgeruch und einer zu schwachen Säurebildung. Diese Variante bildete das 15-fache an biogenen Aminen im Vergleich zur Trocknung. Daneben zeugte auch ein Anteil von 28 % Ammoniak-N am Gesamt-N von massivem Proteinabbau während der anaeroben Phase. Fermentation von 100 % Larven führte in jedem der drei Versuche zu Verderb und Misserfolg. Der Zusatz des fermentierbaren Co-Substrats Gerstenschrot mit 40 % Gewichtsanteil führte zu signifikanten Veränderungen der Nährstoffgehalte und ermöglichte eine kontrollierte Milchsäuregärung

sowie eine ausreichende pH-Absenkung. Es ist anzunehmen, dass im Mikrobiom des Darmtraktes der SSF-Larven eine MSB-Flora existiert, welche eine Gärung bei Vorhandensein von fermentierbaren Kohlenhydraten positiv unterstützen konnte. Die zusätzliche Applikation von Natrium-Nitrit oder MSB (Silasil Extra) brachte keine Verbesserungen. Wermutstropfen war die deutliche Erhöhung der biogenen Amine in den Gerstenschrotvarianten bei Silierung im Vergleich zu frischen und getrockneten SSF-Larven (Tabelle 1).

Zusammenfassung

Die weltweit erste umfangreiche Forschung zur Fermentierung von SSF-Larven an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zeigte, dass die alleinige Silierung von SSF-Larven kein fütterungstaugliches Produkt für Monogastriden zustande brachte, weil die Abbauprozesse in der anaeroben Phase zu stark ausgeprägt waren. Durch Beimengung von mindestens 20 % leicht fermentierbarem Substrat (Gerstenschrot) stellte sich ein guter Gärerfolg auch ohne Silierhilfsmittel ein. Dennoch konnte auch die beste Silagevariante mit der Ofentrocknung in punkto Produktqualität nicht Schritt halten.

Abstract

The world's first comprehensive research on fermentation of SSF larvae at HBLFA Raumberg-Gumpenstein showed that ensiling SSF larvae alone did not produce a product suitable for feeding to monogastrics, because the degradation processes in the anaerobic phase were too pronounced. By adding at least 20% easily fermentable substrate (barley meal), good fermentation success was achieved even without silage additives. Nevertheless, even the best silage variant could not keep pace with oven drying in terms of product quality.

Literatur

AUINGER S, 2020: Die Fliegenlarve als Eiweißquelle. Landwirt (23) 2020, 10-13.
BOSCH G, ZHANG S, OONINCX DGAB, HENDRIKS WH, 2014: Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. Journal of Nutritional Science 3(e29): 1-4.
Food and Agriculture Organisation (FAO), 2009: How to feed the world in 2050. High-level expert forum on 'How to feed the world in 2050'. FAO, Rome, Italy. Available at: http://tinyurl.com/lzypw4a.
RESCH R, KUBE K, KROPSCH M, ZENTNER E, 2020: Konservierbarkeit von Larven der Soldatenfliege (Hermetia illucens L.) durch Vergärung und deren Potential in der Broilermast, Abschlussbericht des Forschungsprojektes "Insektenlarven", Nr. 3681 (DaFNE 101373), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 83 S.
Van HUIS A, 2013: Potential of insects as food and feed in assuring food security. Annual Review of Entomology 58: 563-583.
VDLUFA, 1976: Methodenbuch Band III - Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
VDLUFA, 2007: Futtermitteluntersuchung nach Methode 28.1.2 – Bestimmung der Keimgehalte an aeroben, mesophilen Bakterien, Schimmel- und Schwärzepilzen und Hefen. Methodenbuch III, 7. Erg. 2007, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
VELDKAMP T, Van DUINKERKEN G, Van HUIS A, LAKEMOND CMM, OTTEVANGER E, BOEKEL MAJS, 2012: Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets – a feasibility study. Report 638, Wageningen UR Livestock Production, Wageningen, the Netherlands, pp. 1-48.

Adressen der Autoren

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Tel.: +43 (0)3682 / 22451-320

[2]Universität für Bodenkultur, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE), Muthgasse 11/I, 1190 Wien, Tel.: +43 (0)1 47654-97610

[*]Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

Wirkung der Züchtung auf Wuchshöhe und Lagerneigung von Getreidesorten der letzten Jahrzehnte in Österreich

Effects of breeding on plant height and lodging tendencies in cereal cultivars over recent decades in Austria

Michael Oberforster*

Einleitung

Wuchshöhe und Lagerneigung sind wesentliche Eigenschaften von Getreidesorten. Für eine ungestörte Ertragsbildung sollen die Pflanzen bis zur Ernte weitgehend aufrecht bleiben. Züchterische Maßnahmen haben die Halmlänge und Stroherträge bei den meisten Getreidearten reduziert und die Kornerträge gesteigert.

Material und Methoden

Versuche, Pflanzenmaterial: Es wurden langjährige Datenreihen der österreichischen Sortenwertprüfung verrechnet: Wintergerste im Alpenvorland 453 Versuche bzw. bei der Lagerung 515 Erhebungstermine (1980-2021, 80 zweizeilige und 82 mehrzeilige Sorten), Wintertriticale 431 Versuche bzw. 439 Erhebungstermine (1987-2021, 48 Sorten), Winterweizen im Alpenvorland 447 Versuche bzw. 516 Erhebungstermine (1985-2021, 46 Qualitätsweizen- und 82 Mahlweizensorten) und Hafer 516 Versuche bzw. 503 Erhebungstermine (1974-2021, 105 Sorten).
Merkmale: Die Wuchshöhe ist definiert als Pflanzenlänge bei aufgerichteten Ähren (Rispen), jedoch ohne Grannen. Die Lagerung wurde anhand der Skala von 1 bis 9 bewertet: 1 = kein Lager (sämtliche Pflanzen stehen aufrecht), 3 = geringes Lager (Neigung der Pflanzen ca. 30° von der Senkrechten bzw. stärkeres Lager auf 25% der Parzelle), 5 = mittleres Lager (Neigung der Pflanzen ca. 45° bzw. stärkeres Lager auf 50% der Parzelle), 7 = starkes Lager (Neigung der Pflanzen ca. 60° bzw. stärkeres Lager auf 75% der Parzelle), 9 = totales Lager (BUNDESAMT 2015).
Statistische Auswertung: Wegen des langen Auswertungszeitraums liegen keine orthogonalen Datensätze vor. Eine vergleichende Charakterisierung der Genotypen erforderte die Berechnung adjustierter Sortenmittelwerte (lsmeans).

Ergebnisse und Diskussion

Die Wuchshöhe einer Getreidepflanze resultiert aus Anzahl und Länge der Internodien und der Ähre. Zwischen Wuchshöhe und Kornertrag herrscht eine komplexe Beziehung; eine Reduktion der Halmlänge kann sich sowohl in steigenden als auch in verminderten Erträgen auswirken (BERRY *et al*. 2015). Seit über sieben Jahrzehnten ist ein kürzerer Wuchs häufiges Zuchtziel bei Getreide, dadurch sollte die Standfestigkeit verbessert werden. Die sortentypische Lagerneigung entsteht aus dem Zusammenwirken von Bestockungsfähigkeit, Wuchshöhe, Längenverhältnis der Internodien, Halmdurchmesser, Dicke der Halmwand, Ausbildung des Sklerenchyms, Zellulose- und Ligninanteilen, Ährengewicht, Verankerung durch Kronenwurzeln und weiteren Faktoren (BERRY *et al.* 2004, PINTHUS 1973). Deshalb können Sorten gleicher Halmlänge in ihrer Stabilität sehr verschieden sein. Weiters nehmen die Saatstärke und Bodenbonität, das Angebot an Stickstoff, hohe Regenmengen, Stürme und Erkrankungen der Halmbasis Einfluss auf die Lagerung eines Bestandes. Bei massivem Lager gelangt wenig Licht an die unten liegenden Pflanzenteile, dies stört die Photosynthese und Kornbildungsprozesse. Ertragseinbußen und Qualitätsverluste (Schmachtkorn, geringeres Hektolitergewicht usw.) sind die Folge. Die Ernte solcher Bestände ist aufwändiger und oft sind höhere Trocknungskosten damit verbunden. Frühzeitiges Lagern schädigt mehr als wenn es zur Reife auftritt.
Das zweizeilige Wintergerstensortiment variiert von 86 cm bei ‘Vicky’ und ‘Yatzy’ bis 105 cm bei ‘Porky’. Die traditionell längerhalmigen mehrzeiligen Gersten differieren zwischen 94 cm (Toskana, Wendy) und 117 cm (Titus). Bei den Mehrzeiligen war zuletzt keine Tendenz zu abnehmender Wuchshöhe mehr erkennbar. Aktuelle langstrohige Sorten wie ‘Hedy’, ‘Paradies’, ‘Senta’ und ‘SU Jule’ weisen eine befriedigende Standfestigkeit auf bzw. werden vorrangig im Biolandbau eingesetzt. Der intervarietale Zusammenhang von Wuchshöhe und Lagerneigung ist bei der Wintergerste weniger ausgeprägt (r^2 = 0,156 bei Zweizeiligen bzw. r^2 = 0,143 bei Mehrzeiligen) als bei anderen Getreidearten.

Wintertriticale weist eine Wuchshöhe von 92 cm bei der Sorte ‘Local’ bis 132 cm bei ‘Trimaxus’ auf. Die Beziehung von Halmlänge und Lagerneigung (r^2 = 0,459) ist ebenso deutlich wie bei Weizen. In den vergangenen 15 Jahren wurden mit ‘Brehat, ‘Calorius’, ‘Cosinus’, ‘Tarzan’, ‘Trialog’, ‘Tricanto’, ‘Trimaxus’ und ‘Trimmer’ auch hochwüchsige und teils wenig standfeste Sorten für Biobetriebe und extensive Produktionsweisen registriert.

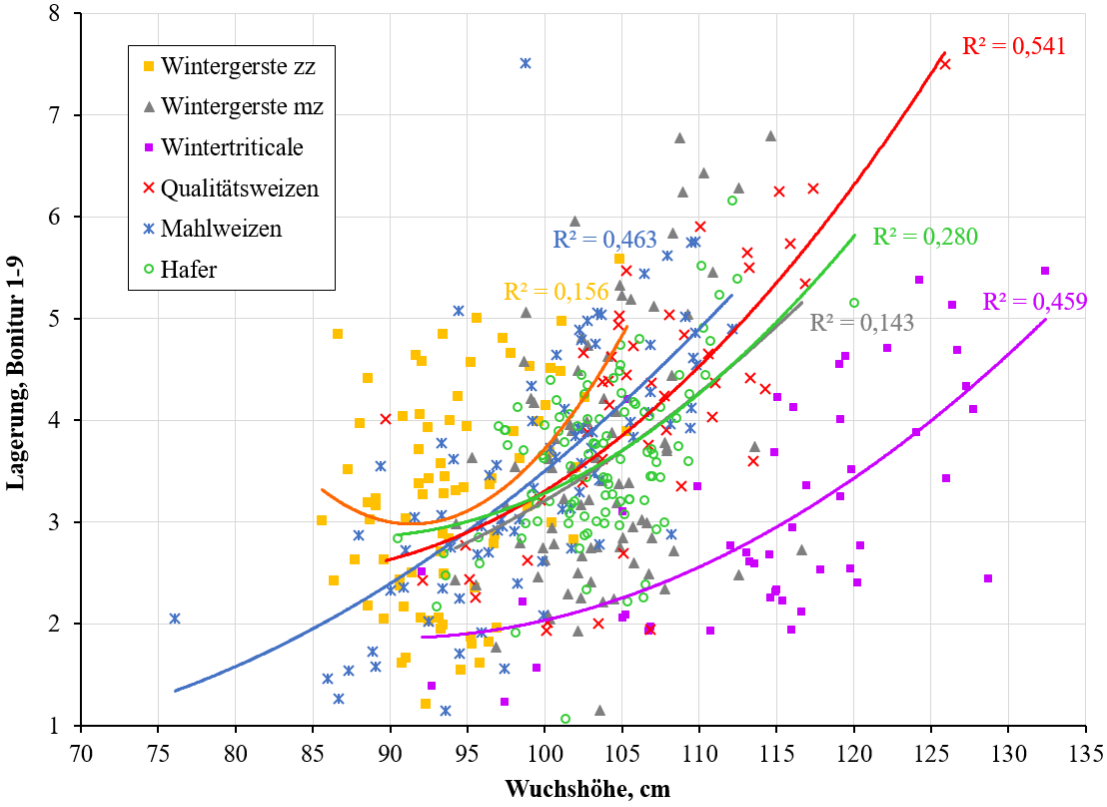


Abbildung 1: **Wuchshöhe und Lagerung von Sorten bei Wintergerste, Wintertriticale, Winterweizen und Hafer (adjustierte Sortenmittelwerte, berechnet aus langjährigen Datenreihen)**

Bei Weizen hat die in den 1960er Jahren begonnene Nutzung der Verzwergungsallele von *Rht-B1* und *Rht-D1* das Lagerrisiko erheblich gesenkt und höhere Leistungen bewirkt (BERRY *et al.* 2015, WÜRSCHUM *et al.* 2015). Ein Nachteil ist allerdings, dass Sorten mit *Rht-B1b* und *Rht-D1b* für Ährenfusarium anfälliger sind (MIEDANER und VOSS 2008). Die Wuchshöhe der Qualitätsweizen variiert von 88 cm (Renan) bis 126 cm (Erla Kolben), jene der Mahlweizen von 76 cm (Tulsa) bis 112 cm (Pontus). Neuere Sorten zeigen mehrheitlich eine Wuchshöhe von 98 bis 106 cm (Qualitätsweizen) bzw. 86 bis 97 cm (Mahlweizen). Ein kürzerer Wuchs ist mit einer verbesserten Standfestigkeit eng assoziiert (r^2 = 0,541 bei Qualitätsweizen bzw. r^2 = 0,463 bei Mahlweizen). Die seit den 1960er Jahren zugelassenen Spelzhafer haben eine Wuchshöhe von 90 cm (Dalimil) bis 120 cm (Edelhofer Früh). Seit zwei Jahrzehnten gibt es keinen Trend zu reduzierter Wuchshöhe und Lagerneigung mehr. Ertragsmängel bei Kurzstrohhafer, eine erfolgreiche Kombination von mittelhohem Wuchs und mittlerer Standfestigkeit sowie die Nutzung im Biolandbau haben dazu beigetragen.

Zusammenfassung

Wuchshöhe und die Neigung zu Lager bzw. die Standfestigkeit sind bedeutsame Eigenschaften von Getreidesorten. Es wurden Versuchsdaten der österreichischen Sortenwertprüfung von Wintergerste (1980-2021, 80 bzw. 82 Sorten), Wintertriticale (1987-2021, 48 Sorten), Winterweizen (1985-2021, 46 bzw. 82 Sorten) und Hafer (1974-2021, 105 Sorten) verrechnet.
Mit Ausnahme von Triticale ist die Halmlänge neuerer Sorten durchschnittlich um 5 bis 15 cm geringer. Bei Triticale waren in den 1980er Jahren nur langstrohige Sorten registriert, aktuell variiert die sortentypische Wuchshöhe von 93 cm (RGT Flickflac) bis 132 cm (Trimaxus). Bei mehrzeiliger Wintergerste,

Qualitätsweizen und Hafer war in den vergangenen 15 Jahren kein Trend bei der Wuchshöhe mehr erkennbar. Langjährig betrachtet haben züchterische Aktivitäten die Lagerneigung von Getreidesorten wesentlich vermindert. Allerdings ist bei Wintergerste, Triticale und Hafer diese Tendenz zuletzt zum Stillstand gekommen. Die verbesserte Standfestigkeit steht in signifikantem Zusammenhang mit einem kürzeren Wuchs. Am deutlichsten zeigt sich dies bei Qualitätsweizen (r^2 = 0,541), Mahlweizen (r^2 = 0,463), Triticale (r^2 = 0,459) und Hafer (r^2 = 0,280). Weniger ausgeprägt ist die Beziehung bei zweizeiliger und mehrzeiliger Wintergerste (r^2 = 0,156 bzw. r^2 = 0,143). Sorten mit gleicher Halmlänge können sich in der Lagerneigung gravierend unterscheiden.

Abstract

Plant height and lodging tendences as well as stem stability are important characteristics of cereal cultivars. Data collected in the Austrian VCU (Value for Cultivation and Use) trials for winter barley (1980-2021, 80 and 82 cultivars), winter triticale (1987-2021, 48 cultivars), winter wheat (1985-2021, 46 and 82 cultivars) and oats (1974-2021, 105 cultivars) were analyzed.
With the exception of triticale, the stem lengths of the newer cultivars were on average 5 to 15 cm shorter. In triticale, only long-stemmed cultivars were registered in the 1980s; currently, the cultivar-specific plant height varies from 93 cm (RGT Flickflac) to 132 cm (Trimaxus). In six-row winter barley, high-quality wheat and oats, no observable trend in plant height can be detected over the past 15 years. Over a period of decades, the breeding activities have significantly reduced the tendency toward lodging in cereal cultivars. However, this trend has recently slowed in winter barley, triticale and oats. The improved stem stability is significantly related to a shorter plant height. This correlation is most strongly evident in high-quality wheat (r^2 = 0.541), bread wheat (r^2 = 0.463), triticale (r^2 = 0.459) and oats (r^2 = 0.280). The correlation is less strongly pronounced in two-row and six-row winter barley (r^2 = 0.156 and r^2 = 0.143, respectively). The lodging tendencies of cultivars with the same stem length can differ significantly.

Literatur

BERRY PM, STERLING M, SPINK JH, BAKER CJ, SYLVESTER-BRADLEY R, MOONEY SJ, TAMS AR, ENNOS AR (2004): Understanding and reducing lodging in cereals. Adv Agron. 84, 217-271. DOI: 10.1016/S0065-2113(04)84005-7

BERRY PM, KENDALL S, RUTTERFORD Z, ORFORD S, GRIFFITHS S (2015): Historical analysis of the effects of breeding on the height of winter wheat (Triticum aestivum) and consequences for lodging. Euphytica 203, 375-383. DOI: 10.1007/s10681-014-1286-y

BUNDESAMT für Ernährungssicherheit (2015): Richtlinien für die Sortenwertprüfung. Sorten- und Saatgutblatt, Sondernummer 44, Republik Österreich, 173 S.

MIEDANER T, VOSS HH (2008): Effect of dwarfing rht genes on Fusarium head blight resistance in two sets of near-isogenic lines of wheat and check cultivars. Crop Sci. 48(6), 2115-22. DOI: 10.2135/cropsci2008.02.0107

PINTHUS MJ (1973): Lodging in wheat, barley, and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. Adv Agron. 25, 209-263. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60782-8

WÜRSCHUM T, LANGER SM, LONGIN CFH (2015): Genetic control of plant height in European winter wheat cultivars. Theor Appl Genet 128, 865-874. DOI: 10.1007/s00122-015-2476-2

Adresse des Autors

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Michael OBERFORSTER, michael.oberforster@ages.at

Anwendbarkeit von Ergebnissen konventioneller Roggen- und Triticaleversuche für den Biolandbau

Usability of results from conventional trials of rye and triticale for the cultivation in organic farming

Clemens Flamm[1], Franz Wieser[2] & Waltraud Hein[3]

Einleitung

In mehreren Regionen Österreichs werden konventionelle Roggen- und Triticale-Sortenversuche durchgeführt. Im Biolandbau ist das Versuchsnetz viel geringer. Ergebnisse von Bioversuchen liegen vom Waldviertel, Alpenvorland, Kärntner Becken und den alpinen Regionen der Steiermark vor. Daher stellt sich die Frage, ob Ergebnisse konventioneller Versuche auch für den Biolandbau herangezogen werden können.

Material und Methoden

Es wurden konventionelle und biologische Sortenversuche (2016-2020) aus derselben Anbauregion verwendet. Bei Winterroggen wurden zwei Standorte aus dem Waldviertel (Zwettl (konv. + bio) und Brunn an der Wild bzw. Breitenfeld (bio) mit Schönfeld (konv.)) in die Analysen einbezogen. Bei Wintertriticale wurden zusätzlich noch die Orte im oberösterreichischen Alpenvorland Lambach - Stadl-Paura (bio) und Bad Wimsbach-Neydharting (konv.) mittels Korrelationsanalyse verglichen. Ziel war es herauszufinden, wie die Sortenreaktion in unterschiedlichen Anbausystemen ist.

Versuchsanlage und Auswertung: Die einfaktoriellen Sortenprüfungen waren als Zwei- und Dreisatzgitter konzipiert (drei- bzw. vierfach wiederholt). Die Parzellenfläche variierte von 8,4 bis 11,8 m^2. Vorfrüchte waren Kartoffel, Kleegras, Leguminosengemenge, Luzerne, Luzernegras und Rotklee im Biolandbau sowie Erbse, Kartoffel, Leguminosengemenge, Mais, Mohn und Grünbrache in den konventionellen Versuchen. Die Bioversuche erhielten Rindergülle, Rinderstallmist bzw. keinen Dünger. Auf den konventionellen Standorten wurde bei Roggen 47-108 kg N/ha sowie bei Triticale 47-188 kg N/ha in ein bis drei Gaben aufgebracht. Mittels IBM SPSS Statistics erfolgten die Korrelationsanalysen und für die Mittelwertvergleiche T-Tests.

Parameter: Erhebungen von Ährenschieben (Tage ab 1. Jän.), Reife (Tage ab 1. Jän.), Wuchshöhe (cm) sowie die Bonituren (Bon.1-9) von Lagerung, Braurost, Gelbrost, Rhynchosporium-Blattflecken.
Kornertrag (dt/ha), Proteinertrag (dt/ha), Tausendkorngewicht (g TS.), Hektolitergewicht (kg), Rohprotein (%), Fallzahl (s), Amylogramm Viskositätsmaximum (AE), Amylogramm Verkleisterungstemperatur (°C).

Ergebnisse und Diskussion

Roggen: Die Analyse der Daten zeigte, dass sich die Mittelwerte der meisten Parameter signifikant zwischen den konventionellen und biologischen Versuchen unterscheiden. Nur das Hektolitergewicht und das Ährenschiebedatum lagen auf demselben Niveau. Überwiegend wurden hohe Korrelationen zwischen konventioneller und biologischer Bewirtschaftung festgestellt. Dies deutet darauf hin, dass sich die Sorten in folgenden Eigenschaften in den beiden Systemen ähnlich verhalten: Ährenschiebedatum, Gelbreifedatum, Wuchshöhe, Kornertrag, Proteingehalt und Amylogramm-Werte. Auch in den folgenden Parameter waren die Werte zwischen diesen beiden Systemen ähnlich: Lagerung, Hektolitergewicht, Fallzahl. Nur beim Tausendkorngewicht wurde keine Signifikanzen festgestellt.

Tabelle 1: **Vergleich der Ergebnisse bei Roggen im konventionellen und biologischen Anbau (10 Versuche pro System 2016-2020, adjustierte Mittelwerte, intervarietale Korrelation, 22 Sorten)**

Parameter	konvent. Versuche	biolog. Versuche	Intervar. Korrelation, r=…
Kornertrag, dt/ha	89,1	72,3	0,94**
Datum Ährenschieben, Tage ab 1. Jan.	138	138	0,93**
Datum Gelbreife, Tage ab 1. Jan.	202	196	0,94**
Wuchshöhe, cm	153	139	0,97**
Lagerung, Note 1-9	4,4	3,0	0,59**
Tausendkorngewicht, g TS.	27,0	27,7	0,38
Hektolitergewicht, kg	74,2	74,7	0,71**
Proteingehalt, %	9,5	8,8	0,84**
Fallzahl, s	254	277	0,67**
Amylogramm-Viskositätsmaximum, AE	1046	1363	0,85**
Amylogramm-Verkleistungstemperatur, °C	71,7	74,4	0,72**

Triticale: Im biologischen Landbau waren die Mittelwerte in den folgenden Parametern signifikant niedriger als unter konventionellen Bedingungen: Korn- und Eiweißertrag, Datum des Ährenschiebens und der Gelbreife, Wuchshöhe, Hektolitergewicht und Proteingehalt. Die Mittelwerte der untersuchten Krankheiten und des Tausendkorngewichts waren nicht unterscheidbar. Die hohen Korrelationen in den meisten Parametern lassen auch hier darauf schließen, dass sich die Sorten nahezu gleich verhalten: Am deutlichsten konnte dies beim Datum des Ährenschiebens und der Gelbreife, Wuchshöhe, Lagerung, Tausendkorngewicht und Hektolitergewicht nachgewiesen werden. Bei den Parametern Kornertrag und Proteingehalt verhielten sich die Sorten in den beiden Systemen ähnlich. Die niedrigsten Korrelation zeigte der Proteinertrag.

Tabelle 2: **Vergleich der Ergebnisse bei Triticale im konventionellen und biologischen Anbau (15 Versuche pro System 2016-2020, adjustierte Mittelwerte, intervarietale Korrelation, 14-20 Sorten)**

Parameter	konvent. Versuche	biolog. Versuche	Intervar. Korrelation, r=…
Kornertrag, dt/ha	98,6	67,1	0,81**
Proteinertrag, dt/ha	11,1	6,5	0,50**
Datum Ährenschieben, Tage ab 1. Jan.	144	140	0,92**
Datum Gelbreife, Tage ab 1. Jan.	198	194	0,88**
Wuchshöhe, cm	115	103	0,99**
Lagerung, Note 1-9	2,8	1,8	0,95**
Gelbrost, Note 1-9	2,8	2,5	0,78**
Braunrost, Note 1-9	3,5	3,3	0,84**
Rynchosporium-Blattflecken, Note 1-9	2,7	2,1	0,86**
Tausendkorngewicht, g TS.	38,4	38,2	0,92**
Hektolitergewicht, kg	72,8	71,3	0,87**
Proteingehalt, %	13,1	11,1	0,75**
Fallzahl, s	109	97	0,79**

OBERFORSTER (2006) verglich die Ergebnisse von konventionell und biologisch produziertem Winterweizen sowie Sommergerste. Dabei zeigten sich auch hohe Übereinstimmungen in vielen Parametern zwischen den beiden Systemen. Die Österreichische Beschreibenden Sortenliste 2021 (AGES, 2021) beschrieb dies ebenfalls und führte als Grund bei Weizen den geringen Einsatz von Fungiziden und

Wachstumsregler in der österreichischen konventionellen Sortenprüfung an. Bei Roggen und Triticale war dies in den ausgewählten Versuchen ähnlich.

Zusammenfassung

Um die Relevanz von Daten aus konventionellen Sortenversuchen für den Biolandbau zu prüfen wurden bei Roggen und Triticale Daten aus den Jahren 2016-2020 analysiert. Es wurden dafür konventionell und biologisch durchgeführte Versuche im Waldviertel sowie im Alpenvorland herangezogen. Diese waren nur wenige Kilometer voneinander entfernt angebaut. Bei Roggen zeigte sich, dass sich zwar die Mittelwerte über alle Sorten bei den meisten Parametern unterschieden, die Sorten sich jedoch ähnlich verhielten. Nur beim Tausendkorngewicht war in manchen Versuchen keine Korrelation nachweisbar.
Bei Triticale konnten auch deutlichen Unterschiede im Niveau von Korn- und Proteinertrag, Ährenschieben, Gelbreife und einigen Qualitätsparametern nachgewiesen werden. Bei allen untersuchten Parametern zeigte sich eine hohe Korrelation zwischen beiden Systemen und somit eine vergleichbare Sortenreaktion. Dies bedeutet, dass auch konventionelle Ergebnisse von Roggen und Triticale für den Biolandbau eine hohe Relevanz besitzen, wenn diese aus weniger intensiv geführten Versuchen stammen.

Abstract

In order to check the relevance of data from conventional variety trials for organic farming, data from the years 2016-2020 were analyzed for rye and triticale. Conventional and biological trials in the Waldviertel and in the Northern foothills of the Alps were used. The trials were grown only a few kilometres apart. In the case of rye, it was found that although the mean values of all varieties differ for most of the parameters, the varieties behave similarly. Only in the case of the thousand grain weight was no correlation detectable in some trials.
In the case of triticale, clear differences in the level of grain and protein yield, ear emergence, maturity and some quality parameters could also be demonstrated. All the parameters examined showed a high correlation between the two systems and thus a comparable variety reaction. This means that conventional results of rye and triticale are also highly relevant for organic farming if they come from less intensive trials.

Danksagung

Die Analysen der Daten wurden im Rahmen des LIVESEED-Projektes durchgeführt. Dieses Projekt wurde vom Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union unter der Finanzhilfevereinbarung Nr. 727230 und vom Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI unter der Vertragsnummer 17.00090 gefördert.

Literatur

AGES, 2021: 12_Cereals in organic farming. In: Austrian Descriptive list of varieties 2021 – Agricultural species. https://bsl.baes.gv.at/pdf-version/
OBERFORSTER M, 2006: Ist die Sortenzulassungsprüfung biogerecht? Bericht Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 15-20.

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[2] Saatzucht LFS Edelhof, Edelhof 4, A-3910 Zwettl

[3] HBLFA Raumberg-GumpensteinRaumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

[*] Ansprechpartner: DI Clemens FLAMM, clemens.flamm@ages.at

Klimafitte Sorten zur Erhöhung der Ertragssicherheit im Trockengebiet

Climate-fit varieties to increase yield security in arid environments

Philipp von Gehren[1*], Svenja Bomers[1], Klemens Mechtler[2],
Kerstin Mottl[1] & Alexandra Ribarits[1]

Einleitung

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die zukünftigen klimatischen Bedingungen in Österreich sind komplex. Prognosen gehen von einem leicht sinkenden jährlichen Niederschlag aus. Das geht mit der Erhöhung der Durchschnittstemperatur einher und betrifft vor allem das ackerbaulich relevante Flachland im Osten. Zu berücksichtigen ist hier vor allem eine Verschiebung des Niederschlagsmusters. Weniger Niederschlag gekoppelt mit längeren Hitze- und Trockenperioden in den Sommermonaten steht ein leichtes Plus an Niederschlag in den Wintermonaten gegenüber, zudem dürfte die Intensität von Starkniederschlägen zunehmen (FORMAYER et al. 2009). Vor allem die Ackerbaugebiete im östlichen Flachland Österreichs werden sich in Zukunft auf länger anhaltende Dürreperioden einstellen müssen, welche sich negativ auf den Ertrag und die Ertragsleistung der Böden auswirken werden (STRAUSS et al. 2013, HASLMAYER et al. 2018).
Eine wichtige Maßnahme zur Klimawandelanpassung in der Landwirtschaft ist die Züchtung von neuen, ökostabilen Sorten, welche auch unter den zu erwartenden extremeren klimatischen Bedingungen die an Ertrag und Qualität gestellten Erwartungen erfüllen. Die Grundlagen für die Entwicklung solcher klimafitten Sorten zu schaffen ist das Ziel des Projektes KLIMAFIT 2.
Bei der zukünftigen Zulassung klimafitter Sorten in Österreich ist eine Leistungsbeurteilung unter Hitzeeinwirkung und Trockenheitsstress für die Landwirt:innen von großem Nutzen. Dazu sind Sortenprüfungen auf Standorten mit erwartbarem Trockenstress ein realisierbarer Ansatz. Weitere Informationen liefern Leistungsfeststellungen unter Beregnungseinsatz. Im Rahmen des Projektes KLIMAFIT 2 werden Vorversuche für eine Anpassung in der Darstellung der Leistung neuer Sorten im Hinblick auf Trockenstresstoleranz durchgeführt. Ein erster Feldversuch zur Einschätzung einer zuverlässigen Überprüfung von Sojabohnensorten und Wertprüfungskandidaten hinsichtlich ihrer Reaktion auf Trockenstress soll hierfür grundlegende Erkenntnisse liefern.
Das Projekt KLIMAFIT 2 ist als mehrjähriges, kooperatives Forschungsprojekt angelegt und setzt die Arbeiten von KLIMAFIT 1 fort. Das Projektkonsortium besteht aus Saatgut Austria, Saatzucht Donau GesmbH. & Co KG, Saatzucht Gleisdorf GesmbH, Raiffeisen Ware Austria AG, Saatbau Linz eGen, Probstdorfer Saatzucht GmbH & Co KG, NÖ Saatbaugenossenschaft reg. Gen.mbH, Pioneer Hi-Bred Services GmbH und der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. Die Projektleitung obliegt der Saatgut Austria. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) und von den Bundesländern im Rahmen der Sonderrichtlinie des BMLRT zur Förderung der Land- und Forstwirtschaft aus nationalen Mitteln, BMLFUW-LE.1.1.12/0066-II/8/2015, i.d.g.F gefördert.

Material und Methoden

Der Soja Feldversuch wurde am 28.04.2021 am AGES Versuchsstandort Fuchsenbigl angelegt. Dabei wurden insgesamt 28 teilweise bewährte, teilweise neuregistrierte Sorten bzw. Sortenkandidaten in randomisiert angeordnet. Dabei waren 16 Sorten der Reifegruppe 00 (frühreif, besonders für den pannonischen Raum geeignet), und 12 der Reifegrupe 0 (mittelspät, nur für Gunstlagen) zugeordnet. In je vierfacher Wiederholung erfolgte entweder eine bei Bedarf durchgeführte künstliche Bewässerung, oder keine Bewässerung, um das Verhalten der Sorten unter Trockenstress-Bedingungen und unter Normalbedingungen an einem Standort erheben zu können (Abbildung 27). Die Bewässerung der beregneten Parzellen wurde mittels einer mobilen Beregnungsanlage durchgeführt. Am 08.06., am 21.06. und am 28.07.2021 wurden die beregneten Versuchsparzellen mit je 30 mm/m^2 bewässert.
Die Versuchsparzellen wurden in vier Reihen mit einem Reihenabstand von 39 cm ausgesät, die unterschiedlichen Reifegruppen wurden mit Hilfe eines Mantels voneinander abgegrenzt. Insgesamt wurden am Standort 224 Soja-Versuchsparzellen angelegt und in weiterer Folge im Laufe der Vegetationsperiode mehrfach bonitiert.

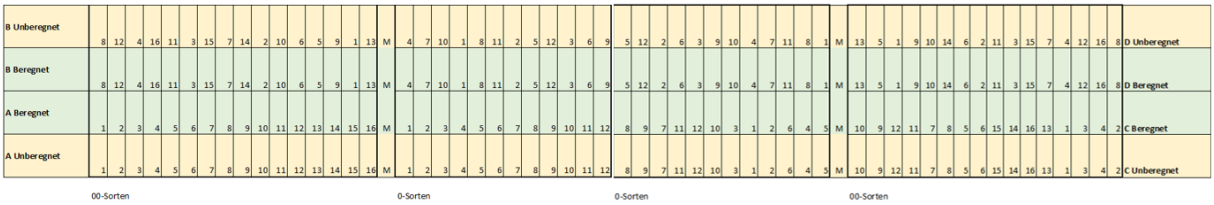


Abbildung 27: **Versuchsplan des angelegten Soja-Feldversuches**

An insgesamt 8 Boniturterminen (06.07., 09.07., 12.07., 16.07., 19.07., 23.07., 26.07. und 30.07.2021) wurde für jede Parzelle die durchschnittliche Wuchshöhe, der Reihenschluss und die Blattmasse erhoben. Für die durchschnittliche Wuchshöhe wurden je Parzelle vier repräsentative Pflanzen vermessen und der Durchschnitt berechnet. Beim Reihenschluss wurde der Ist-Zustand anhand einer vergebenen Boniturnote erhoben, wobei die Skala von Note 1 (kein Reihenschluss) bis 9 (vollständiger Reihenschluss, kein Boden mehr zwischen den Reihen erkennbar) reichte. Die Blattmasse wurde mit Hilfe einer nach oben offenen Skala bonitiert. Dabei wurde die oberirdische Blattmasse der untersuchten Parzelle im Vergleich zu den anderen angebauten Parzellen verglichen, wobei wenig ausgebildete oberirdische Blattmasse mit einer niedrigen Boniturnote versehen wurde. Die Boniturnote wurde an jedem Termin ausgehend von der letzten Bonitur angepasst, sodass hier über die gesamte Versuchslaufzeit eine kontinuierliche Steigerung der Boniturnoten auftrat, welche im Vergleich untereinander die unterschiedlichen Verhältnisse zwischen den Parzellen gut abbildete.
Am Ende der Vegetationsperiode wird zusätzlich der Ertrag jeder Parzelle mit Hilfe eines Parzellenernters erhoben. Danach erfolgt die Ermittlung der Qualitäten (Rohproteingehalt, Tausendkorngewicht, Ölgehalt).

Ergebnisse und Diskussion

Die Jugendentwicklung der angebauten Sojaparzellen verzögerte sich durch einen ungewöhnlich kühlen, trüben und nassen Mai, in welchem keine künstliche Bewässerung benötigt wurde. Dem gegenüber steht der erste Sommermonat Juni, welcher im Osten Österreichs für viel Sonne und viele Hitzetage sorgte. Die damit einhergehende Trockenperiode resultierte in einer ersten Bewässerung des angelegten Feldversuches am 08.06.2021, eine zweite Bewässerung im Juni erfolgte am 21.06.2021. Anfang Juli wurde mit dem regelmäßigen Bonitieren der Versuchsparzellen begonnen. Bereits am ersten Boniturtermin (06.07.2021) war der positive Effekt der Beregnung sowohl auf die Wuchshöhe (Abbildung 28) als auch auf die ausgebildete Blattmasse (Abbildung 29) ersichtlich. Der Juli setzte den Trend vom Juni fort und war zunächst sehr heiß und trocken, es erfolgte im Juli zunächst keine zusätzliche Beregnung. Mitte Juli (17./18.) setzten dann Starkniederschläge ein, von denen beide Anbauvarianten profitierten.

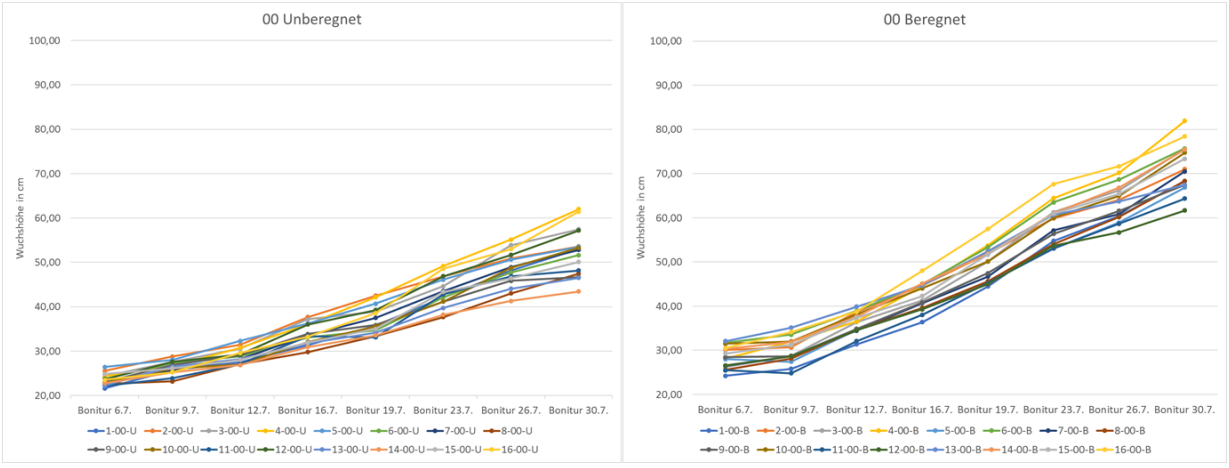


Abbildung 28: **Durchschnittliche Wuchshöhe der 16 unterschiedlichen 00-Sorten an den acht Boniturterminen, jeweils ohne Beregnung (links) und mit Beregnung (rechts).**

Den ursprünglichen Wachstumsvorsprung der beregneten Varianten holten die unberegneten Varianten in weiterer Folge nicht mehr ein, zumal bis Ende Juli erneut eine Trockenphase einsetzte. Hier profitier-

ten die beregneten Varianten von einer letzten Bewässerung am 28.07.2021, sodass am letzten Boniturtermin alle Parzellen der beregneten Sorten gegenüber ihrer unberegneten Varianten sowohl hinsichtlich Wuchshöhe (Abbildung 28) als auch Blattmasse (Abbildung 29) eine deutlich bessere Entwicklung aufwiesen. Auch der mitbonitierte Reihenschluss erfolgte bei den beregneten Varianten ca. 7-10 Tage vor den unberegneten Varianten derselben Sorten (nicht abgebildet).

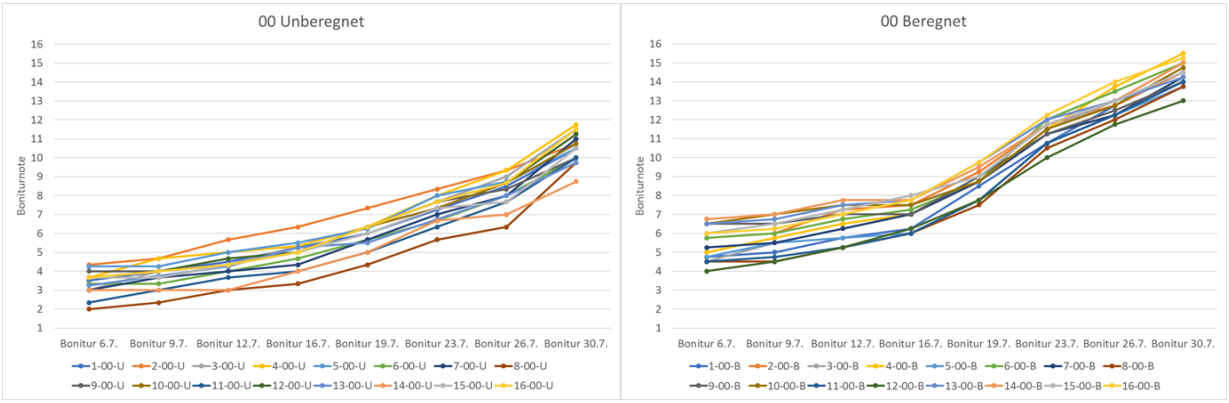


Abbildung 29: **Durchschnittliche Blattmasse (Boniturnote) der 16 unterschiedlichen 00-Sorten an den acht Boniturterminen, jeweils ohne Beregnung (links) und mit Beregnung (rechts).**

Zusammenfassung

Erste erhobene Parameter zeigen bereits deutliche Unterschiede zwischen beregneten und unberegneten Varianten. Aber auch innerhalb der Varianten zeigten sich deutliche Sortenunterschiede. Hinsichtlich der Einstufung als klimafitte Sorte im Sinne einer hohen Ökostabilität auch unter wechselnden klimatischen Bedingungen sind nun in weiterer Folge Sorten interessant, welche sowohl mit als auch ohne Beregnung gute Boniturdaten (Wuchshöhe, Blattmasse, Reihenschluss) aufwiesen. Hier taten sich bereits einige Sorten mit hohen Werten sowohl bei Beregnung als auch bei Trockenstress hervor. Die noch zu erhebenden Ertragsdaten sollen diese ersten Beobachtungen in weiterer Folge validieren.

Literatur

FORMAYER H, CLEMENTSCHITSCH L, HOFSTÄTTER M, KROMP-KOLB H, 2009: Vor Sicht Klima! Klimawandel in Österreich, regional betrachtet. In: BOKU-Met Report 16.

STRAUSS F, MOLTCHANOVA E, SCHMID E, 2013: Spatially Explicit Modeling of Long-Term Drought Impacts on Crop Production in Austria. American Journal of Climate Change, 2013, 2, 1-11.

HASLMAYR H-P, BAUMGARTEN A, SCHWARZ M, HUBER S, PROKOP G, SEDY K, KRAMMER C, MURER E, POCK H, RODLAUER C, SCHAUMBERGER A, NADEEM I, FORMAYER H, 2018: BEAT – Bodenbedarf für die Ernährungssicherung in Österreich: Endbericht zum Forschungsprojekt Nr. 100975.

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[2] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[*] Ansprechpartner: Dr. Philipp von Gehren, philipp.von-gehren@ages.at

Pflanzen-Phenotyping an der BOKU

Crop phenotyping at BOKU university

Pablo Rischbeck[1*], Gernot Bodner[1], Michaela Griesser[1], Jose Carlos Herrera[1], Hans Vollmann[1], Peter Roth[2], Thomas Neubauer[3], Lukas Koppensteiner[1] & Hans-Peter Kaul[1]

Einleitung

Digitalisierung und Phänotypisierung sind innovative und sich schnell entwickelnde Bereiche in der Landwirtschaft. Die Agrarforschung soll die technischen Innovationen nutzen, um das Feldversuchswesen weiter zu entwickeln. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Agrarwissenschaftlern mit Mechatronikern, Informatikern und Statistikern bietet sich an.

Die BOKU fördert daher die digitale Phänotypisierung von landwirtschaftlichen Versuchen mit dem Infrastrukturprojekt BOKU Phenomics. Im Projekt wird mit Informatikern an der TU Wien und der VetMed kooperiert. Die Kooperationen kamen über das Projekt Farm IT und das Austrian Plant Phenotyping Network (APPN) zustande.

Material und Methoden

Das Projekt ist in drei räumliche Scales gegliedert:
In Scale 1 werden Messungen an Einzelpflanzen und Zeitreihen unter standardisierten Messbedingungen und kontrollierten Wachstumsbedingungen durchgeführt. Es wurde eine Hyperspektralkamera, eine Thermalkamera und ein Laser Scanner für den stationären Betrieb beschafft. In der Klimakammer wird eine Metallkonstruktion für die Messung von Töpfen und eine Linearachse für die Bewegung der Sensoren gebaut. In einem dreifaktoriellen Vorversuch (Genotyp, N-Düngung, Bewässerung) werden dafür im Gewächshaus Pflanzen mit hoher phänotypischer Varianz angezogen.
In Scale 2 werden Topfversuche unter semi-kontrollierten Bedingungen im überdachten Freiland durchgeführt. Hier werden u.a. handgehaltene Sensoren verwendet und es können Kalibrierungen und Validierungen der entwickelten Methoden durchgeführt werden. Es wurde eine überdachte Versuchsanlage zur präzisen Erfassung der Evapotranspiration von Weinreben in Töpfen aufgebaut. Die Anlage wird zur Durchführung von Trockenstressexperimenten mit Defizitbewässerung genutzt. Ein Monitoring von Qualitätsparametern von Wein findet statt.
In Scale 3 kommen Drohne, Kameras und Algorithmen für die Messung von großen Feldversuchen zum Einsatz. Es wurden bisher ein Quadrocopter, ein dreiachsiges Gimbal, eine hochauflösende RGB-Kamera (61 Megapixel) und eine 10 Band Multispektralkamera beschafft. 2020 und 2021 wurden Flüge über zahlreichen Feldversuchen in Tulln und Groß Enzersdorf durchgeführt. Es wurden multispektrale und RGB Orthofotos erzeugt, parzelliert und es wurden Daten in eine Tabellenkalkulation exportiert. Weiters werden die in Scale 1 und 2 entwickelten Methoden und Erkenntnisse für Hochdurchsatzmessungen in Feldversuchen adaptiert.

Ergebnisse und Diskussion

Im Scale 2 transpirierten an heißen Sommertagen vollständig bewässerte Weinpflanzen 4 l/Tag. Bei Defizitbewässerung der Reben mit 30 % der bewässerten Transpirationskapazität, wurden um 15 % niedrigere Erträge geerntet. Trockengestresste Reben zeigten eine veränderte Akkumulation von Zucker in den Beeren, die derzeit analysiert wird.
In Scale 3 wurden mit einem hyperspektralen Handmessgerät nodulierende und nicht-nodulierende Sojabohnen-Genotypen gemessen. Aus den, mit dem Gerät, berechneten spektralen Indizes, wurde der Index MCARI1 ausgewählt. Dieser Index eignet sich am besten zur Unterscheidung der Genotypen.
In technischen Pilotprojekten in Scale 3 konnte gezeigt werden, dass sich Drohnendaten zur Bonitur von Pflanzenbeständen (z.B. Bodenbedeckung, Bestandeshöhe und Befall mit Ährenfusarium) eignen. Die bisherigen visuellen Bonituren können ergänzt oder ersetzt werden, Durchsatz und Präzision der Bonituren werden dabei erhöht. Durch die Digitalisierung werden neuartige Daten für die statistische Auswertung von parzellierten Feldversuchen erzeugt. Die Daten können genutzt werden, um vertiefte oder neue agrarwissenschaftliche Erkenntnisse zu erlangen. Durch die Digitalisierung kann wertvolle Zeit im Betrieb von Feldversuchen für die Forschung freigesetzt werden.

Zusammenfassung

Digitalisierung und Phänotypisierung sind hoch-innovative Bereiche in der Landwirtschaft. Die Agrarforschung soll die technischen Innovationen nutzen, um das Feldversuchswesen weiter zu entwickeln. Die BOKU fördert daher die digitale Phänotypisierung von landwirtschaftlichen Versuchen mit dem Infrastrukturprojekt BOKU Phenomics.
Das Projekt ist in drei räumliche Scales gegliedert: Im Scale 1 werden Messungen in der Klimakammer durchgeführt. Im Scale 2 werden Topfversuche unter semi-kontrollierten Bedingungen im Freiland durchgeführt. Im Scale 3 kommt eine Drohne für die Messung von Feldversuchen zum Einsatz. Die in Scale 1 und 2 entwickelten Methoden werden für Feldversuche adaptiert. Im Scale 2 wurden in der ersten Saison Messungen der Transpiration und des Ertrags bei Defizitbewässerung durchgeführt In technischen Pilotprojekten in Scale 3 konnte gezeigt werden, dass sich Drohnendaten zur Bonitur von Pflanzenbeständen eignen. Die bisherigen visuellen Bonituren können ergänzt oder ersetzt werden, Durchsatz und Präzision der Bonituren werden erhöht. Durch die Digitalisierung werden neuartige Daten für Feldversuchswesen und Agrarwissenschaften erzeugt, und es kann wertvolle Zeit für die Forschung freigesetzt werden.

Abstract

Digitization and phenotyping are highly innovative fields in agriculture. Agricultural research should use the technical innovations to further develop agronomic field testing. BOKU university therefore promotes the digital phenotyping of agricultural experiments with the infrastructure project BOKU Phenomics.
The project is divided into three spatial scales: In Scale 1, measurements are carried out in the climatic chamber. In Scale 2, pot tests are carried out under semi-controlled conditions in the field. In Scale 3, a drone is used to measure field tests. The methods developed in Scale 1 and 2 are adapted for field tests. In Scale 2, measurements of transpiration and yield were carried out in the first season using deficit irrigation. In technical pilot projects in Scale 3, it was shown that drone data are suitable for rating plants. The previous visual ratings can be supplemented or replaced, throughput and precision of the ratings are increased. Digitization will generate novel data for field testing and agricultural sciences, valuable time can be freed up for research.

Literatur

VOLLMANN J, PACHNER M, KOPPENSTEINER L, RISCHBECK P, MANSCHADI A, 2021. Estimation of soybean seed protein accumulation by measuring canopy hyperspectral reflectance, In: Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs (Hrsg.), 71. Jahrestagung, 23.-24. November 2020, Raumberg-Gumpenstein, pp. 33-34. ISBN-13:978-3-900932-81-7.
RISCHBECK P, ELSAYED S, MISTELE B, BARMEIER G, HEIL K, SCHMIDHALTER U. 2016. Data fusion of spectral, thermal and canopy height parameters for improved yield prediction of drought stressed spring barley. European Journal of Agronomy 78, 44-59
HERRERA J C, BUCCHETTI B, SABBATINI P, COMUZZO P, ZULINI L, VECCHIONE A, CASTELLARIN S. D., 2015. Effect of water deficit and severe shoot trimming on the composition of Vitis vinifera L. Merlot grapes and wines. Australian Journal of Grape and Wine Research 21, 254-265.
NAKHFOROOSH A, BODEWEIN T, FIORANI F, BODNER G 2016. Identification of water use strategies at early growth stages in durum wheat from shoot phenotyping and physiological measurements. Frontiers Plant Sci. 7.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Konrad Lorenz Straße 24, A-3430 Tulln
[2] Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, 1210 Wien, Austria
[3] TU Wien Informatics Favoritenstraße 9-11, 1040 Vienna, Austria

* Ansprechpartner: Dr. Pablo RISCHBECK, pablo.rischbeck@boku.ac.at

POSTER

Entwicklung von Brot mit *Cannabis sativa* als zusätzliche Proteinquelle

The development of bread with Cannabis sativa as an additional source of protein

Kathrin Gruber[1*]& Katrin Bach[2]

Siehe Seite 25 ALVA-Förderpreis

Entwicklung einer UHPLC-Methode zur Bestimmung von Furanen in Kaffeebohnen

Development of a UHPLC method for the determination of furans in coffee beans

Franz Karpf, Anatol Schmidt & Helmut K. Mayer*

Siehe Seite 28 ALVA-Förderpreis

Einfluss einer Mulchauflage auf Ertrag und Qualität von zwei unterschiedlichen Kartoffelsorten

Influence of mulching on tuber-yield and tuber-quality of two different potatoe varietes

Waltraud Hein* & Hermann Waschl

Einleitung

Die Erzeugung von Kartoffeln, besonders in biologischer Wirtschaftsweise, verlangt den Landwirten sehr viel ab. Gerade die vergangenen Jahre haben gezeigt, dass unter den sich ändernden klimatischen Verhältnissen völlig neue Herausforderungen den Kartoffelanbau bestimmen. Waren es im besonders trockenen Jahr 2018 die Drahtwürmer, welche große Probleme im Kartoffelbau verursachten, waren es im Jahr 2019 in manchen Regionen Kartoffelkäfer, in anderen wiederum massiver Mäusefraß. Verständlich, dass mancher Kartoffelproduzent darüber nachdenkt, den Kartoffelbau aufzugeben.
Die Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein hat nach einigen trockenen Sommern Versuche mit einer Mulchauflage gegen zu starke Austrocknung bei zwei Kartoffelsorten auf zwei unterschiedlichen Standorten gestartet, über deren Ergebnisse im Folgenden berichtet werden.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: In die Auswertung wurden 14 Exaktversuche von Kartoffeln mit einer Mulchauflage aus den Jahren 2013 bis 2020 einbezogen.
Standorte: Die beiden Standorte decken zwei voneinander klimatisch völlig unterschiedliche Gebiete ab. Der Standort Trautenfels liegt im inneralpinen Klimagebiet im Bezirk Liezen in der Obersteiermark, der Standort Lambach liegt im Voralpengebiet Oberösterreichs und gehört zum Bezirk Wels-Land.
Versuchsanlage: Die Versuche waren meist als lateinisches Quadrat konzipiert; in jedem Fall vierfach wiederholt. Die Parzellenfläche betrug 14,85 m^2.
Sorten: Die beiden verwendeten Sorten sind ALONSO und DITTA, beide in Österreich registriert. Im Jahr 2013 wurde Alonso für diesen Versuch nicht verwendet, hier gibt es nur Ergebnisse von Ditta.
Mulchauflage: Für die Mulchdecke wurde nach Möglichkeit langes, geschnittenes und angewelktes Gras von extensiven Flächen in einer Menge von rund 50t/ha Frischmasse verwendet (siehe GAMERITH et al., 2012). In Lambach wurde teilweise auch mit dem Rasenmäher gewonnenes Mähgut zur Abdeckung herangezogen, was aber nie denselben Effekt hat wie Langgut.

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse: Bei der Auswertung der Mulchversuche an beiden Standorten haben sich unterschiedliche Ergebnisse gezeigt. Während in wirklich heißen und trockenen Jahren die Mulchvariante höhere Knollenerträge gebracht hat als ohne Mulch, ist in eher feuchten und nicht so warmen Sommern oft ein gegenteiliger Effekt zu beobachten. Die Ergebnisse beider Standorte sind nicht in jedem Jahr deckungsgleich. Während es bei der Sorte Ditta überwiegend Mehrerträge durch den Mulch gibt, reagiert die Sorte Alonso anders. Hier halten sich die Anzahl der mit und ohne Mulch erzielten Mehrerträge die Waage. Bei der Sorte Ditta stehen fünf Mindererträge durch Mulch acht Mehrerträgen gegenüber, wobei allerdings ein Ergebnis mehr als bei der Sorte Alonso zu verzeichnen ist. Auch die Standorte betreffend können in Trautenfels deutlich mehr positive Abweichungen bei der Sorte Ditta mit Mulch festgestellt werden. Ein einziges Ergebnis, und das stammt aus dem Jahr 2014, zeigt in Trautenfels einen deutlichen Mehrertrag ohne Mulch. In Lambach sind die Mehrerträge ohne Mulch nicht so hoch, dafür aber in mehreren Jahren vertreten. Bei der Sorte Alonso überwiegen ebenfalls die negativen Abweichungen am Standort Lambach, was möglicherweise mit dem nicht optimalen Abdeckmaterial zusammenhängen könnte. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Sorte Ditta an beiden Standorten.

Tabelle 1: **Knollenerträge (dt/ha) der Sorte Ditta mit und ohne Mulch an den Standorten Trautenfels und Lambach**

Jahr/Standort	KNER (dt/ha) mit M.	KNER (dt/ha) ohne M.	Abw. (dt/ha) mit Mulch
2013/Trautenfels	390,03	347,95	42,08
2014/Trautenfels	271,25	359,25	-88
2015/Trautenfels	413,65	311,67	101,98
2016/Trautenfels	206,33	113,91	92,42
2017/Trautenfels	352,56	343,52	9,04
2018/Trautenfels	218,78	215,81	2,97
2019/Trautenfels	278,37	188,95	89,42
2020/Trautenfels	265,15	206,33	58,82
2014/Lambach	93,2	142,49	-49,29
2015/Lambach	63,3	71,58	-8,28
2016/Lambach	98,87	103,74	-4,87
2017/Lambach	179,49	132,55	46,94
2018/Lambach	374,61	324,75	49,86
2019/Lambach	201,87	210,13	-8,26

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass die Jahresschwankungen sehr groß sind, aber auch die Unterschiede zwischen den beiden Standorten. Während es im Jahr 2015 in Lambach mit 63,3 dt/ha den absolut geringsten Knollenertrag bei der Sorte Ditta gab, konnte im Jahr 2018 am selben Standort mit 374,61 dt/ha der höchste Knollenertrag bei dieser Sorte auf diesem Standort erzielt werden. Trotzdem sind die erzielten Knollenerträge am Standort Moarhof bis auf das Jahr 2018 immer höher als in Lambach.
Betrachtet man die Situation bei der Sorte Alonso, so zeigt sich, dass die Abweichungen der gemulchten Variante von der nicht gemulchten am Standort Trautenfels in den meisten Jahren positiv sind, am Standort Lambach überwiegend negativ. Von der Ertragshöhe liegt die Sorte Alonso meist über jener von Ditta; der absolut höchste Knollenertrag wurde 2017 mit 518,32 dt/ha in Trautenfels erzielt. In Lambach konnte im Jahr 2018 ein Ertrag von 464,56 dt/ha erreicht werden.

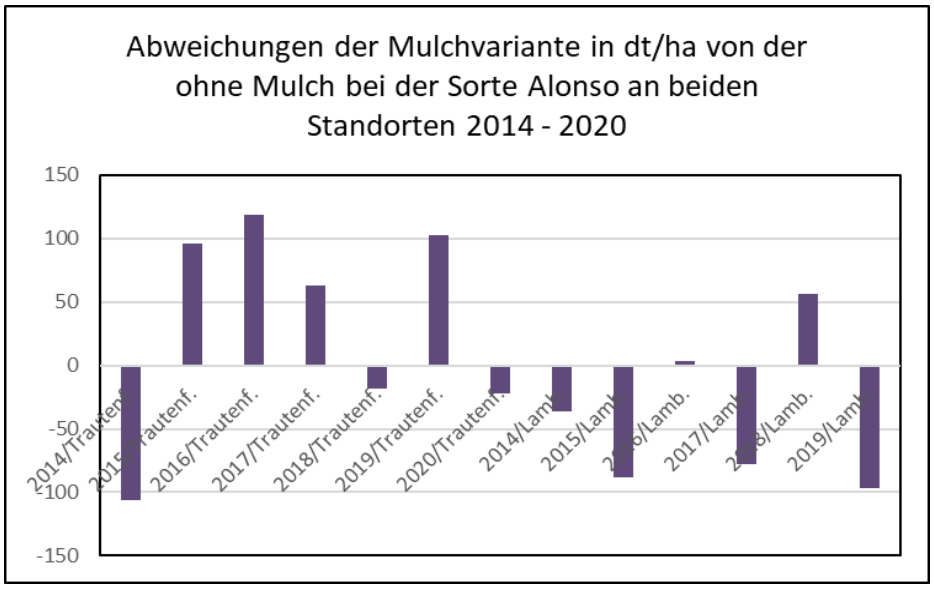


Abbildung 1: **Abweichungen der Mulchvariante in dt/ha bei der Sorte Alonso auf beiden Standorten**

Qualität: Von jedem Mulchversuch wurde nach der Ernte jeweils eine Verkostung durchgeführt. Deren Ergebnis kann möglicherweise eine Auswirkung der Mulchauflage auf den Geschmack der Knollen herausfiltern. Die gewonnenen Daten sind sehr differenziert und ergeben kein einheitliches Bild. Am

Standort Trautenfels wird der Geschmack der Sorte Ditta durch die Mulchauflage drei Mal schlechter, zwei Mal gleich wie beim Sortenversuch und viermal besser bewertet; bei der Sorte Alonso stehen zwei negativen Beurteilungen zwei positive und eine Gleichbewertung wie beim Sortenversuch gegenüber. Am Standort Lambach wurde die Sorte Alonso in der Mulchvariante zweimal besser bewertet als ohne Mulchauflage, während die Sorte Ditta mit Mulch immer bessere Bewertungen im Geschmack als ohne erhielt.
Zur Bewertung der Qualität gibt es wesentlich mehr Kriterien als den Geschmack; man könnte den Krankheitsbefall am Feld heranziehen, den Stärkegehalt, oder die Krankheitsbeurteilung an den Knollen, aber für diesen Bericht wurde der Geschmack als einziger Qualitätsparameter festgelegt.

Zusammenfassung

Die Produktion von Kartoffeln in biologischer Wirtschaftsweise bringt durch den Klimawandel ein gehäuftes Auftreten von Krankheiten und Schädlingen, was neue Herausforderungen für die Landwirte bedeutet. Um weiterhin Kartoffeln anbauen zu können, bedarf es geeigneter Strategien für geänderte Produktionsbedingungen. So hat die Abteilung Biologischer Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein seit 2013 jährlich Versuche mit einer Mulchvariante bei zwei Kartoffelsorten auf zwei unterschiedlichen Standorten durchgeführt. Dabei wurde erhoben, dass die Mulchvariante speziell in sehr trockenen Sommern zu höheren Knollenerträgen führt, während es in eher durchschnittlichen Jahren keinen Mehrertrag gibt. Hier besteht auch ein deutlicher Unterschied zwischen dem Standort Moarhof im alpinen Klimagebiet und Lambach im Voralpengebiet. Für die Beurteilung der Qualität wurde der Parameter „Geschmack“ der Verkostung herangezogen, auch wenn es viele andere Qualitätskriterien gibt. Auch hier sind die Ergebnisse völlig unterschiedlich, sowohl bei den Sorten als auch bei den Standorten, wie weit sich eine Mulchauflage auf den Geschmack der Kartoffel auswirkt.

Abstract

The organic production of potatoes is more difficult concerning the increase of plant diseases and pests by the changing of weather conditions. That means a strong challenge for farmers. To grow potatoes in future as well farmers need new strategies for changing conditions. The department for Organic Arable Farming of the AREC Raumberg-Gumpenstein has carried out a field trial each year since 2013 with mulching potatoes with two varieties on two locations. We found out that the mulching variant had higher tuber yields in hot and dry summers than in moderate ones. There were differences between the both locations, Trautenfels of the alpine climate and Lambach of the pre-alpine climate. For the evaluation of the tuber-quality we chose the taste of the potatoes. Even those results are quite different from each other.

Literatur

GAMERITH, M, LIEBHARD, P, SCHREIBER, B, SIGL, G, EIGNER, H, 2012: Einflüsse einer Dammabdeckung auf den Boden sowie auf Ertrag und Qualität bei Kartoffeln. Bericht ALVA-Jahrestagung 2012, 4.-5. Juni 2012, LFZ Gartenbau Schönbrunn, 158-160.

Adressen der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartnerin: DI Waltraud HEIN, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Herausforderung und Möglichkeiten von Silomais im Biolandbau im Berggebiet

Challenge and chance for silage-maize in ecological agriculture in mountainous regions

Waltraud Hein* & Hermann Waschl

Einleitung

Auch wenn viele Probleme inzwischen gelöst sind, die zu Beginn des biologischen Maisanbaus Hindernisse dargestellt haben, bleibt dieser dennoch eine große Herausforderung für die Landwirte. Die entsprechende Nährstoffversorgung der Maispflanzen muss gewährleistet sein, ebenso die Unkrautbekämpfung, welche besonders in den klimatisch eher ungünstigen Lagen in den wenigen trockenen Perioden entsprechende Maßnahmen erfordert – damit sind die nötigen Maschinen und Geräte sowie die Arbeitskräfte gemeint. Die Anbaufläche für biologischen Silomais beträgt laut Grünem Bericht für das Jahr 2019 2.785 ha, das bedeutet eine Zunahme von 5,3 % gegenüber 2017 (BMLRT, 2020).

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: In die Auswertung wurden 4 Exaktversuche mit Silomais der Jahre 2014 bis 2019 einbezogen. Im Jahr 2015 fiel die gesamte Ernte aus, nachdem sich der Silomais wegen starker Bodenverdichtungen nicht entwickeln konnte; im Jahr 2017 zerstörte ein Hagelschlag Mitte Juli den gesamten Maisbestand.
Standorte: Der Standort Trautenfels liegt im mittleren steirischen Ennstal im Bezirk Liezen und gehört dem alpinen Klimagebiet an.
Versuchsanlage: Die einfaktoriellen Sortenprüfungen waren überwiegend als ungeordnete Blocks angelegt. Die Parzellenfläche betrug im Jahr wegen der händischen Saat 12,936 m² und bei allen anderen Versuchen 16,8 m^2, welche mit einer adaptierten Rüben-Einzelkornsämaschine angebaut wurden.
Sorten: Die verwendeten Sorten sind entweder in Österreich registriert oder als EU-Sorten gelistet. Das Sortenspektrum insgesamt umfasst frühe bis mittelfrühe Sorten. Allerdings bleiben für eine mehrjährige Auswertung wegen des sich jährlich stark ändernden Sortiments nicht viele Sorten übrig.

Ergebnisse und Diskussion

Etablierung eines durchschnittlichen Pflanzenbestandes: Dieser erste Schritt ist die Grundlage für alle weiteren Maßnahmen auf dem Maisacker. Dazu zählen die Auswahl des am besten geeigneten Ackers, möglichst unkrautfrei, gut mit Nährstoffen versorgt, von den Bodeneigenschaften her relativ durchlässig, leicht erwärmbar, gut bearbeitbar, aber dennoch mit Speichervermögen für Wasser und Nährstoffe. Außerdem sollte die Sortenwahl im Hinblick auf die Reifegruppe, bzw. die Reifezahl bestens auf das Klimagebiet abgestimmt sein. Ebenso müssen die notwendigen Pflegemaßnahmen an die Entwicklung des Pflanzenbestands angepasst werden, ebenso eine mögliche Zufuhr von Nährstoffen in Form einer Kopfdüngung mit Gülle.
Erträge und Qualitätsparameter: Beim Silomais ist der Trockenmasse-Ertrag das entscheidende Kriterium für das Leistungspotential einer Sorte. Dazu kommen noch andere Parameter wie der Trockenmasse-Gehalt der Gesamtpflanze, der Kolbenanteil oder der Kolbentrockenmasse-Ertrag. Alle diese Kriterien werden in der Abteilung Biologischer Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bei der Silomaisernte erhoben und in Publikationen veröffentlicht. Im Praxisbetrieb können diese Parameter nicht separat bestimmt werden.
Die Trockenmasse-Erträge zwischen den ganz frühen Sorten und den späten mittelfrühen differieren doch beträchtlich, was aber angesichts der unterschiedlichen Reifezahlen nicht verwunderlich ist. Eine Sorte mit der Reifezahl von 210 hat nicht dasselbe Ertragspotenzial wie eine Sorte mit einer Reifezahl von 320. Außerdem ergeben sich im Trockenmasse-Gehalt der Gesamtpflanze Unterschiede zwischen diesen Reifezahlen. Der Trockenmasse-Gehalt sollte 35 % nicht übersteigen, weil Werte darüber jede Verdichtung im Silo schwierig machen (WEISS, 2020).

In Abbildung 1 wird das eben Gesagte in grafischer Form deutlich gemacht; die Auswertung bezieht sich auf die Jahre 2014 bis 2019.

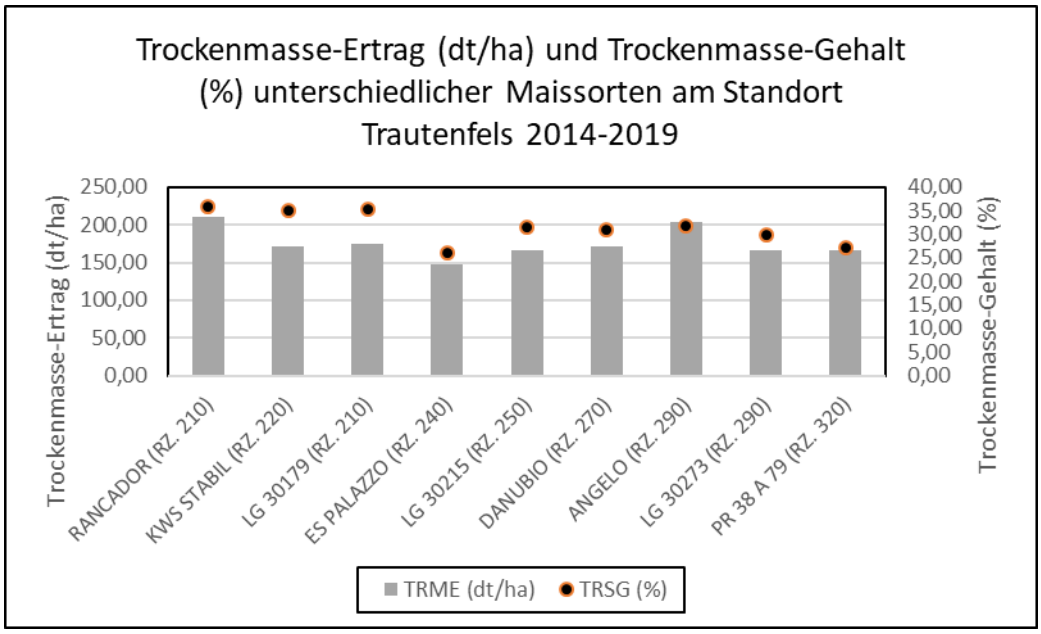


Abbildung 1: **Trockenmasse-Ertrag (dt/ha) und Trockenmasse-Gehalt (%) unterschiedlicher Maissorten am Standort Trautenfels in den Jahren 2014 bis 2019**

Trotzdem überrascht vielleicht die Tatsache, dass sowohl die ganz frühe Sorte Rancador (RZ. 210) als auch die mittelfrühe Sorte Angelo (RZ. 290) jeweils einen TM-Ertrag über 200 dt/ha aufweisen, wobei die Sorte Rancador noch um rund 6 dt/ha über dem der Sorte Angelo liegt. Beim Trockenmasse-Gehalt zeigt sich, dass dieser mit zunehmender Reifezahl abnimmt. Eine Ausnahme in dieser Auswertung stellt die Sorte Es Palazzo mit einer Reifezahl von 240 dar, welche den absolut geringsten Trockenmasse-Ertrag beim niedrigsten Trockenmasse-Gehalt zeigt.
Die zusätzlich erhobenen Parameter werden in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: **Kolbenanteil (%), Kolben- und Restpflanzentrockenmasse-Gehalt (%) sowie Trockenmasse-Ertrag vom Kolben (dt/ha) unterschiedlicher Maissorten am Standort Trautenfels 2014-2019**

Sorten	KOAN (%)	KOT%	RPT%	KOTQ (dt/ha)
RANCADOR (RZ. 210)	60,54	53,72	23,92	127,33
KWS STABIL (RZ. 220)	59,10	54,87	23,03	101,32
LG 30179 (RZ. 210)	59,32	54,00	23,55	102,96
ES PALAZZO (RZ. 240)	51,19	44,19	17,88	74,99
LG 30215 (RZ. 250)	57,55	49,53	20,95	95,75
DANUBIO (RZ. 270)	53,64	50,11	20,90	92,23
ANGELO (RZ. 290)	52,09	52,02	20,13	107,39
LG 30273 (RZ. 290)	54,95	47,79	20,48	92,11
PR 38 A 79 (RZ. 320)	43,53	38,44	20,91	73,77

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die jeweils frühesten Sorten auch den höchsten Kolbenanteil (KOAN) aufweisen. Ebenso beanspruchen diese frühen Sorten auch den jeweils höchsten Trockenmasse-Gehalt beim Kolben (KOT%) und der Restpflanze (RPT%) für sich. Der Trockenmasse-Ertrag des Kolbens (KOTQ) hängt sehr stark vom gesamten Trockenmasse-Ertrag sowie vom jeweiligen Kolbenanteil ab. Auch bei diesem Merkmal sieht man, dass die frühen Sorten vorne liegen, wenngleich die Sorte Angelo mit einer deutlich höheren Reifezahl in diesem Bereich mithalten kann. In dieser Auflistung wird deutlich, dass die hier verwendete späteste Sorte mit einer Reifezahl von 320 nicht immer die entsprechende Siloreife erreicht. Der Kolbenanteil bleibt weit unter 50 %, der Trockenmasse-Gehalt

beim Kolben ist unter 40 %; beim Trockenmasse-Gehalt der Restpflanze sind die Sortenunterschiede nicht so groß wie bei den übrigen Parametern.

Zusammenfassung

Der Anbau von Silomais in biologischer Wirtschaftsweise erfordert von jedem Landwirt besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt. In klimatisch ungünstigen Lagen wie im Berggebiet können die zu bewältigenden Probleme noch größer sein, weil aufgrund schwieriger Witterungsverhältnisse die nötigen Pflegemaßnahmen entweder gar nicht oder nur eingeschränkt durchgeführt werden können. Dazu ist das Sortenspektrum naturgemäß kleiner, weil nur frühe und maximal mittelfrühe Sorten in Frage kommen, die bis zur Ernte die entsprechende Siloreife erreichen. Trotzdem nimmt die Anbaufläche bei biologisch erzeugtem Silomais laut Grünem Bericht 2019 zu. Ergebnisse aus Feldversuchen der Abteilung für biologischen Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein vom Standort Trautenfels aus den Jahren 2014 bis 2019 lassen hohe Trockenmasse-Erträge bei durchaus hohen Trockenmasse-Gehalten der Gesamtpflanze erkennen. Eine ganz frühe Sorte mit Reifezahl 210 und eine mittelfrühe Sorte mit Reifezahl 290 konnten im Durchschnitt über 200 dt/ha Trockenmasse erreichen, wobei der Trockenmasse-Gehalt bei beiden Sorten jeweils über 30 % lag. Sorten mit einer höheren Reifezahl bleiben hinter diesen Ergebnissen zurück, auch im Kolbenanteil und der Trockenmasse vom Kolben und der Restpflanze liegen die ganz frühen Sorten immer vorne. Nur beim Trockenmasse-Ertrag des Kolbens kann ein hoher Gesamtertrag gemeinsam mit einem hohen Kolbenanteil das Ergebnis stark beeinflussen.

Abstract

The cultivation of ecological produced silage maize requires best care and attention. In climatic unfavourable places like in the mountainous region the problems can be bigger because of bad weather conditions when the measurments like hoeing cannot be done. There are not so many varieties what are suitable for this region; only very early varieties can reach the tough-ripeness until harvest-time. Nevertheless the growing area of organic silage maize increases according to the Green Report of the year 2019. Results of the Department for Organic Farming of the AREC Raumberg-Gumpenstein from the location Trautenfels show high dry-matter yields with high dry-matter contents of the whole plants. A very early variety with a FAO number of 210 and a later ripening variety with a FAO number of 290 can reach more than 200 dt/ha dry-matter-yield. The dry-matter-content of both varieties was more than 30 %. Varieties with higher FAO numbers have lower dry-matter-yields and lower dry-matter-contents. Other parameters like the percentage of the spikes and the dry-matter-yield of the spike is much better with the early varieties.

Literatur

BUNDESMINISTERIUM für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, 2020: Grüner Bericht 2019. Tabellenteil, Bio-Anbauflächen, Tabelle 2.4.4

WEISS J, 2020: Maissilage 2019: Wieder bessere Qualitäten. Fachartikel zu Proteinmarkt.de. Unter: https://www.proteinmarkt.de/fachartikel/kw02-maissilage-2019-wieder-bessere-qualitaeten. Artikel vom 08.01.2020. Abruf am 12.03.2020.

Adressen der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartnerin: DI Waltraud HEIN, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Vergleich von Andenlupinen und Süßlupinen im Hinblick auf Pflanzenentwicklung und Ertrag im biologischen Anbau

Comparison between Andean lupines and Sweet lupines with regard to plant development and yield in organic agriculture

Waltraud Hein*, Hermann Waschl & Daniela Ablinger

Einleitung

Der Anbau von Körnerleguminosen stellt für biologisch wirtschaftende Landwirte ein ganz wichtiges Fruchtfolgeglied dar. Welche Körnerleguminosen verwendet werden, hängt in erster Linie vom Standort und von der Verwendung des Ernteproduktes ab. Meist werden die geernteten Körner im eigenen Betrieb in der Fütterung eingesetzt. Vom Anbau her sind Erbsen eher für trockene Standorte gedacht, Ackerbohnen eher für feuchtere Lagen. Lupinen sind derzeit in Österreich noch sehr wenig verbreitet, obwohl sie viele positive Eigenschaften aufweisen (PETERS, 2020). Süßlupinen weisen einen höheren Rohproteingehalt auf als Ackerbohnen, sind relativ bescheiden in ihren Standortsansprüchen, bringen aber auch sehr schwankende Erträge, stark abhängig von der Jahreswitterung. Eine für Europa neue Art von Lupinen stellt die Andenlupine dar, die aber Alkaloide enthält. Deshalb können die geernteten Körner vorläufig noch nicht in der Fütterung eingesetzt werden, auch nicht die silierte Ganzpflanze. Im Rahmen eines EU-Projektes wird der Anbau der Andenlupinen auf zwei verschiedenen Standorten der Abteilung für Biologischen Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein geprüft, über deren Erkenntnisse im Folgenden berichtet wird.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: In die Auswertung werden Exaktversuche mit Andenlupinen von 2017 bis 2020 einbezogen.
Standorte: Die Standorte liegen im alpinen Klimagebiet (Trautenfels) und im oberösterreichischen Alpenvorland (Lambach/Stadl-Paura).
Versuchsanlage: Die Versuche wurden wegen der geringen Saatgutverfügbarkeit bei Andenlupinen in Kleinparzellen angelegt (im Jahr 2017 dreifach, ab 2018 vierfach wiederholt). Die Parzellenfläche betrug im Jahr 2017 nur 2,8, danach 7 m^2. Im Jahr 2017, 2019 und 2020 waren die einzelnen Parzellen mit Andenlupinen jeweils durch eine Getreideparzelle voneinander abgetrennt.
Sorten: Die verwendeten Herkünfte der Andenlupinen sind bis auf eine Ausnahme Zuchtstämme, als Vergleichsarten wurde je eine Sorte der Blauen als auch der Weißen Süßlupine angebaut, welche beide nicht in der Österreichischen Sortenliste angeführt sind.

Ergebnisse und Diskussion

Pflanzenentwicklung: Die Andenlupinen zeigten sich in ihrer Pflanzenentwicklung ähnlich wie die Süßlupinen, wenngleich die Jugendentwicklung bei der Andenlupine – in Abhängigkeit von den jeweiligen Witterungsbedingungen – im Vergleich zur Süßlupine langsamer erfolgte. Im Jahr 2017 wurde der Versuch schon Mitte April gesät, eine nachfolgende Schlechtwetterperiode mit Schneefall und tiefen Temperaturen verzögerte die Keimung stark. Im Jahr 2018 erfolgte der Anbau erst Anfang Mai, der Aufgang der Pflanzen war nach rund 10 Tagen zu beobachten. Im Jahr 2019 konnte der Anbau erst Ende Mai, bzw. Anfang Juni nach einer kalten Feuchtwetterperiode durchgeführt werden. Am Standort Trautenfels waren die Keimlinge der Andenlupinen gleich wie bei den Süßlupinen nach 5 Tagen zu sehen; am Standort Lambach/Stadl-Paura dauerte der Aufgang wesentlich länger, das war durch eine anschließende Trockenperiode bedingt. Im Jahr 2020 erfolgte der Anbau der Andenlupinen wieder Anfang Mai mit einer Keimdauer von rund 10 Tagen. Andenlupinen und Süßlupinen gleich ist deren Konkurrenzschwäche Unkraut gegenüber, wobei die Weiße Lupine durch ihr kräftiges Blattwerk da am besten abschneidet. Natürlich spielt auch die Saatstärke eine gewisse Rolle. Während die Blaue Lupine mit einer Saatstärke von 100 K/m^2 und die Weiße mit 80 K/m^2 angebaut werden, stehen bei der Andenlupine nur 20 K/m^2 gegenüber. Sofern die Keimrate mehr als 90 % beträgt, kann mit einem dichten Pflanzenbestand gerechnet werden. Bei geringeren Keimraten werden die Lücken durch Unkrautpflanzen ausgefüllt. Je

nach Standort handelt es sich um Unkrautpflanzen wie z.B. der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*), der Zurückgekrümmte Fuchsschwanz (*Amaranthus retroflexus*) oder die Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*), alle diese aufgezählten Pflanzenarten bringen große, kräftige Stauden hervor, welche den Kulturpflanzen wenig Platz zur Entwicklung lassen. In den vier Versuchsjahren mit den Andenlupinen hat sich gezeigt, dass sich bei entsprechender Unkrautbekämpfung die Andenlupinen ab dem Schließen des Bestandes zu mächtigen Einzelpflanzen entwickeln können. Speziell die Landsorte Branco erreicht Wuchshöhen bis zu 2 m, mit vielen Verzweigungen. Im Vergleich dazu nehmen sich beide Süßlupinenarten als eher kleine Pflanzen aus, wobei die Weiße Süßlupine vom Habitus her die massivere Pflanze darstellt. Die anderen drei Zuchtstämme der Andenlupine zeigen nicht das extreme Erscheinungsbild der Sorte Branco, auch wenn sie von der Wuchshöhe und der Anzahl an Verzweigungen die Blaue Süßlupine bei weitem übertreffen. Im Jahr 2020 war die Keimrate der Andenlupinen wieder recht gut, allerdings kam es durch die vielen Niederschläge zu einem starken Befall mit Anthraknose, sowohl bei den Andenlupinen als auch bei den Süßlupinen. Anfang Juli waren zunächst nur einzelne Pflanzen betroffen, aber im Laufe der Vegetationsperiode ging der Befall auf alle Lupinenarten über, sodass Ende August eine totale Infektion mit Anthraknose diagnostiziert werden musste.

Ertrag: Bei den Andenlupinen kann derzeit keine mechanische Ernte der reifen Hülsen erfolgen, weil die Pflanze an der Spitze immer wieder neue Triebe bildet, während im unteren Teil bereits erntereife Hülsen vorhanden sind. Diese können nur händisch geerntet werden, um die restliche Pflanze nicht zu beschädigen. Diese Tatsache funktioniert im kleinflächigen Anbau wie in den Anden gut, stellt aber für einen großflächigen maschinellen Anbau der Andenlupine ein großes Hindernis dar. Kollegen aus dem Bereich der Züchtung sind gerade dabei, Zuchtstämme zu finden, die in ihrem Abreifeverhalten uniformer sind. Auch wenn Süßlupinen ungleicher abreifen als Erbsen oder Ackerbohnen, können diese doch mittels Mähdrescher geerntet werden. Trotzdem können die Andenlupinen bei guten Witterungsbedingungen Kornerträge von einigen 100 kg/ha erreichen. Bei den Süßlupinen können Kornerträge von mehr als 1000 kg/ha erzielt werden, aber im Jahr 2019 waren die Erträge der Süßlupinen durch Mäusefraß sehr bescheiden. Bei den Lupinenarten ähnlich ist die Tatsache, dass bei starker Trockenheit im Sommer die reifen Hülsen abfallen oder aufspringen, wie das im Jahr 2017 passiert ist. Damit reduziert sich die Erntemenge auf jeden Fall stark. Bei den Weißen Süßlupinen war die Sorte von der Reife her so spät, dass ein Drusch am Standort Trautenfels weder 2018 noch 2019 möglich war. Abbildung 1 stellt das soeben Gesagte in grafischer Form dar.

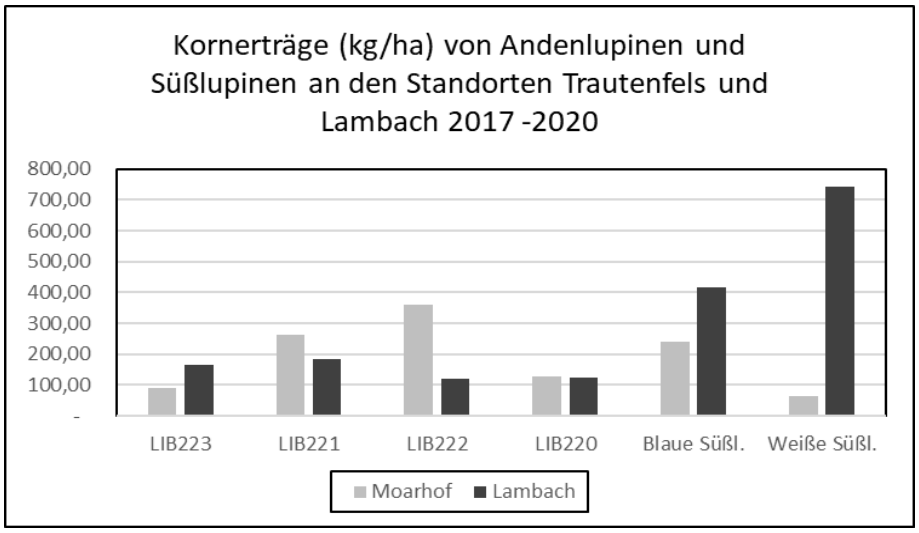


Abbildung 1: **Kornerträge von Andenlupinen und Süßlupinen an den Standorten Trautenfels und Lambach in den Jahren 2017 bis 2019**

Aus dieser Abbildung geht hervor, dass die Kornerträge zwischen den Standorten variieren, aber auch zwischen den Stämmen. Die Sorte Branco (LIB223) bildete im ersten Jahr überhaupt keine Hülsen und im zweiten Jahr nur ganz wenige. Erst in den Jahren 2019 und 2020 war die Kornernte bei der Sorte Branco ähnlich jener der drei anderen Stämme der Andenlupine.

Zusammenfassung

Der Anbau von Lupinen ist grundsätzlich sinnvoll, weil diese als Leguminosen den Luftstickstoff fixieren und zu ihrer eigenen Versorgung nutzen und jener der Nachfrucht dienen können. Aber in Österreich hat der Anbau von Lupinen eine äußerst geringe Bedeutung. Im Rahmen eines EU-Projektes wurden in der Abteilung für Biologischen Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein Andenlupinen an zwei unterschiedlichen Standorten in den Jahren 2017 – 2020 angebaut. Zum Vergleich standen jeweils auch Süßlupinen, und zwar Blaue und Weiße, am selben Versuchsfeld. Von der Pflanzenentwicklung sind sich die Lupinenarten ähnlich; sofern die Saatgutqualität stimmt, erfolgt die Keimung innerhalb von 10 bis 14 Tagen nach der Saat, was stark witterungsabhängig ist. Allerdings sind die in diesem Projekt verwendeten Andenlupinen-Stämme alkaloidhältig, vom Erscheinungsbild sind sie eher den Weißen Lupinen ähnlich. Bei einer hohen Keimrate spielt der Unkrautdruck weniger Rolle als bei einer geringen, wobei hier die Blaue Süßlupine das schwächste Blattwerk entwickelt. Was die Anfälligkeit gegenüber Anthraknose betrifft, so fand im Jahr 2020 ein sehr starker Befall bei allen Lupinenarten statt, auch auf beiden Standorten, bedingt durch viel Niederschlag, die Blaue Süßlupine wies die wenigsten befallenen Pflanzen auf.
Im Hinblick auf den Kornertrag unterscheidet sich die Andenlupine wesentlich von den Süßlupinen. Letztere reifen zwar auch ungleich ab, lassen sich aber dennoch mit dem Mähdrescher ernten, hingegen können die Hülsen der Andenlupinen nur händisch geerntet werden, weil jede Pflanze fortlaufend an der Spitze neue Triebe entwickelt, während unten schon reife Hülsen gebildet werden.
Ertragsmäßig liegen die Andenlupinen aber trotzdem hinter den Süßlupinen zurück, allerdings fielen die reifen Hülsen der Süßlupinen im Jahr 2019 dem Mäusefraß zum Opfer und im Jahr 2020 war der Kornertrag durch den Anthraknosebefall generell extrem gering.

Abstract

The cultivation of lupines is valuable because these legumes can fix the nitrogen from the air and use it for their own growth and for the next crop. In Austria the cultivation of lupines is not important.
As part of an EU-Project field trials with Andean lupines were carried out at the AREC Raumberg-Gumpenstein on two different locations in the years 2017 – 2020. Blue and white lupines were on the same field for comparison. The plant development of all lupines is similar; they germinate about 10 – 14 days after sowing, depending on the weather. The accessions of the Andean lupines contain alkaloids so they look like the plants of the white lupin. Problems come by weeds in the fields especially when the germination rate is low. The blue lupin has only weak foliage. The susceptibility of the lupines against anthracnose was almost the same with all lupines in the year 2020. Nevertheless the blue lupin had the least infected plants of all.
In spite of the corn-yield the Andean lupin is quite different from the sweet lupines. Those mature unevenly but the Andean lupines get new branches at the top of the plants during the whole vegetation period while the mature pods are at the stem already. So sweet lupines can be harvested by combine harvester meanwhile Andean lupines have to be harvested by hand. The corn-yield of Andean lupines is lower than that of sweet lupines. In 2019 mice damaged the pods of the sweet lupines and in 2020 the corn-yield was reduced by the infestation with anthracnose.

Literatur

PETERS, J, 2020: Anbau von Lupinen – Chancen und Risiken. Unter: https://www.landwirtschaft-mv.de/serviceassistent/download?id=157. Abruf vom 13.01.2021

Adressen der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: DI Waltraud HEIN, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Anbau von Salat (*Lactuca sativa* L.) in geschlossenen Systemen am Beispiel von Aqua- und Hydroponik

Comparison of lettuce cultivation in an aquaponic and hydroponic system

Anna Jadwiga Keutgen*, Benedikt Berger & Norbert Keutgen

Einleitung

Aquaponik bezeichnet ein geschlossenes Kreislaufsystem, in dem Pflanzen und Fische gemeinsam kultiviert werden. Dabei dienen die Ausscheidungen der Fische den Pflanzen als Nährstoffe. Die mit dem Wasser aus dem Fischtank umspülten Kulturpflanzen nehmen die darin enthaltenen Nährstoffe auf und erfüllen gleichzeitig eine Filterfunktion. Das so gefilterte Wasser kehrt zu den Fischen zurück und der Kreislauf ist geschlossen. In der Hydrokultur werden die in einer erdlosen Kultur wachsenden Pflanzen mit einer Nährlösung umspült. Das Wasser wird z.B. durch Zugabe von Flüssigdünger mit Nährstoffen angereichert. Die hier vorgestellte Studie vergleicht den Anbau von Blattsalat (*Lactuca sativa* L.) in einem Aquaponik-System und einem Hydroponik-System und die daraus resultierende Qualität. Die Nährstoffversorgung von Blattsalat wurde in einem Indoor-Aquaponik-System und in einem Indoor-Hydroponik-System getestet (Abbildung 1), welche sich nur durch die Anwesenheit von Fischen unterscheiden.

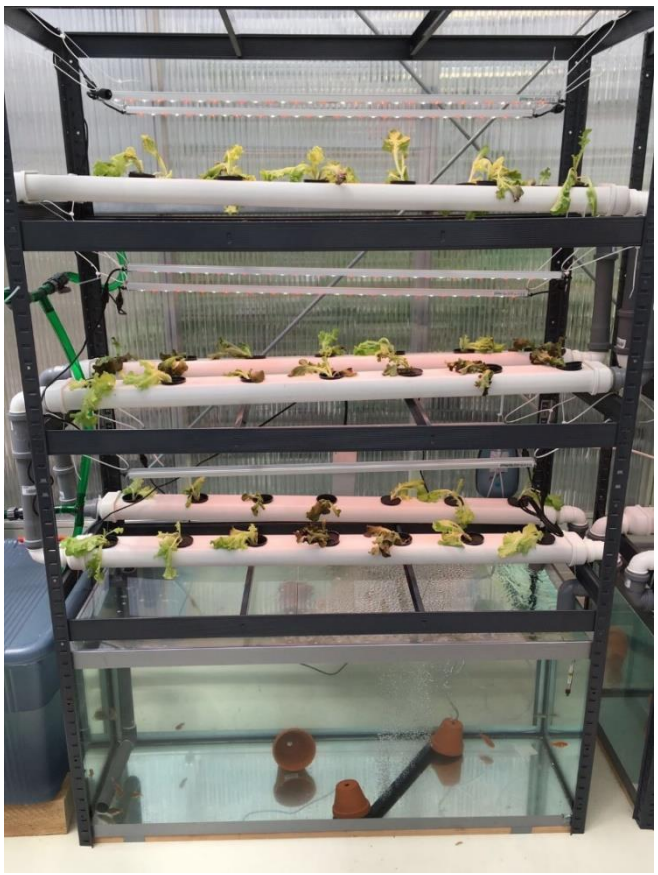


Abbildung 1: **Hydroponisches System (ohne Fische) an der Boku**

Material und Methoden

Um den Salat mit Nährstoffen zu versorgen, wurde die NFT (Nährstofffilmtechnologie) eingesetzt. Im aquaponischen System wurde als Fisch der Nilbuntbarsch (*Oreochromis niloticus* L.) eingesetzt, dessen Ausscheidungsprodukte den Salat düngen sollten. Dagegen wurde das Kreislaufwasser im Hydrokultursystem mit einem Flüssigdünger (Firma CANNA, 4% N, 3% P_2O_5, 4% K_2O) angereichert. Die Gehalte an Nitrat, Nitrit und Phosphor im Wasser wurden kontrolliert. Bei Salat wurden nach der Ernte die antioxidative Kapazität und die Gehalte an Chlorophyll, Carotinoiden, Nitrat und Nitrit gemessen.

Ergebnisse und Diskussion

Der mittlere Nitratgehalt des im Aquaponik-System produzierten Blattsalats betrug 354,7 mg/kg und im Hydroponik-System 737,4 mg/kg Trockenmasse. Die entsprechenden Mittelwerte für Nitrit betrugen 0,25 mg/kg und 0,66 mg/kg Trockenmasse. Die antioxidativen Kapazitäten betrugen 350,7 mmol Fe^{3+}/kg im Aquaponik- und 308,1 mmol Fe^{3+}/kg im Hydroponik-System. Die entsprechenden mittleren Gesamtchlorophyllgehalte betrugen 2,9 g/kg bzw. 2,2 g/kg Trockenmasse und die Carotinoidgehalte 0,7 g/kg bzw. 0,6 g/kg Trockenmasse. Es wird vermutet, dass ein zusätzlicher Filter die Wasserqualität in der Aquaponik-Anlage erhöhen würde, da das Verhältnis Fisch pro Pflanzenanzahl zu hoch war und der Salat seine Filterfunktion nicht vollständig erfüllen konnte.

Zusammenfassung

Ziel des Versuches war es, ein geschlossenes Kreislaufsystem aufzubauen, in dem Blattsalat und Nilbuntbarsche gemeinsam kultiviert werden und die Ausscheidungen der Fische vom Blattsalat als Nährstoffquelle verwertet werden (Aquaponik). Verglichen wurde die Qualität des so produzierten Blattsalats mit der von Salaten, die in einer hydroponischen Kultur unter Zugabe von Flüssigdünger kultiviert wurden. Die Qualitäten der so produzierten Blattsalate waren vergleichbar, jedoch war die Filterfunktion der Salatpflanzen im Aquaponik-System nicht ausreichend, um langfristig den Ansprüchen der Nilbuntbarsch an die Wasserqualität zu genügen. Daher wird überlegt, zusätzliche Filter einzusetzen, um die Wasserqualität im Fischbecken zu verbessern.

Abstract

The experiment aimed at building up a closed circulatory system, in which lettuce and Nile tilapia are cultivated together, so that the fish excretions are used by the lettuce as a source of nutrients (aquaponics). The quality of the leaf lettuce produced in this way was compared with that of lettuce that was cultivated in a hydroponic culture with the addition of liquid fertilizer. The qualities of the leaf lettuces produced in these ways were comparable, but the filter function of the lettuce plants in the aquaponic system was not sufficient to meet the long-term requirements of the Nile tilapia in terms of water quality. Therefore, it is considered to use additional filters to improve the water quality in the fish tank.

Adressen der Autoren

BOKU - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna, Österreich

*Ansprechpartnerin: Univ.-Prof. Dipl.-Ing.sc.agr. Dr.sc.agr. Dr. hab. Anna Jadwiga KEUTGEN, anna.keutgen@boku.ac.at

Jungpflanzenentwicklung von Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) in Abhängigkeit der Sorte (determinierte und indeterminierte)

Seedling development of tomato (Solanum lycopersicum L.) depending on the variety (determinate and indeterminate)

Anna J. Keutgen*, Fabian Maurer, Florian Sadler & Norbert Keutgen

Einleitung

Zielsetzung der Studie war die Optimierung der Jungpflanzenproduktion von zwei Tomatensorten "Moneymaker" und "Roma". "Moneymaker" ist eine indeterminierte Standardsorte für den Erwerbsanbau. Sie ist platzfest und liefert in der Regel hohe Erträge. "Roma" ist eine spanische ertragreiche determinierte Sorte, die sich durch feste Früchte auszeichnet. Sie eignet sich für den Anbau im Freiland und im Gewächshaus. Im Rahmen der Jungpflanzenproduktion sollen grundlegende phänologische und qualitative Unterschiede in der Aufzucht dokumentiert werden. Geprüft werden sollte, ob es wesentliche Unterschiede bei den Anforderungen den Sorten im geschützten Anbau im Gewächshaus gibt, die bei der Anzucht zu berücksichtigen sind.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten, Standorte: Im Gewächshaus der Universität für Bodenkultur wurden die Tomatensorten "Moneymaker" und "Roma" angezogen und nach 6 Wochen in Mai 2017 auf dem Lehr- und Forschungszentrum Jedlersdorf ausgepflanzt.
Versuchsanlage: Die Tomatensamen wurden bei der Aussaat vereinzelt und mit ca. 3 mm Erde bedeckt (Dunkelkeimer). Die so vorbereiteten Multitopfplatten wurden gut angegossen und in den Anzuchtraum (Temperatur 24-28 °C; Luftfeuchtigkeit c. 50%) des beheizten Gewächshauses überführt. Das Keimverhalten, Höhenwachstum und die Anzahl der Nodien wurden wöchentlich dokumentiert. Die Blattfarbe wurde am Versuchende mit dem Minolta Chroma Meter CR-410 Colorimeter erfasst. Die Pflanzen wurden abgehärtet und nach ca. 6 Wochen Mitte Mai ausgepflanzt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Keimdauer der Tomatensamen schwankte zwischen 6 und 10 Tagen. Die Keimfähigkeit betrug bei "Moneymaker" 92,2%, bei "Roma" 89,4%. Es wurden Unterschiede in der Wuchshöhe (Tabelle 1), der Nodienzahl (durchschnittlich 12 bei "Moneymaker" und 11 bei "Roma") sowie in der Farbausprägung der Blätter (Abbildung 1) festgestellt. "Roma" wuchs kompakter und standfester als "Moneymaker". Bei beiden Sorten war der Wuchs sehr vital. Trotz des eher späten Umtopfens und der Tatsache, dass viele Pflanzen bereits über 55 cm hoch waren, kam es beim Auspflanzen zu Ausfällen von weniger als 5%. Bei der Jungpflanzenproduktion der Tomatensorte "Moneymaker" sind Stützhilfen zu empfehlen, dagegen benötigt "Roma" durch den ausladenden Wuchs einen größeren Pflanzabstand.

Tabelle 1: **Mittlere Wuchshöhe / Nodienzahl der Tomatensorten**

	Moneymaker	Roma
Tag 28	24,4 cm / 6	18,8 cm / 6
Tag 35	47,4 cm / 10	40,8 cm / 10
Tag 42	55,4 cm / 12	46,7 cm / 11

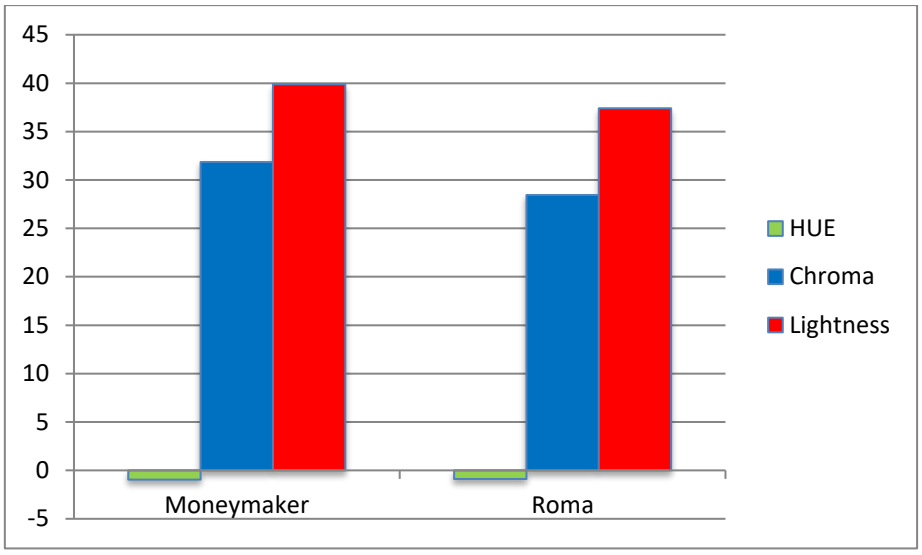


Abbildung 1: **Farbwinkel (HUE), Farbsättigung (Chroma) und Helligkeit (Lightness) von "Moneymaker" und "Roma"**

Zusammenfassung

Die sortenspezifischen Unterschiede beider Kulturen wurden mithilfe empirischer Datenerhebung erfasst und dargestellt. Nach der Aussaat folgten ab dem Zeitpunkt der Keimung wöchentliche Messungen sowie teils täglich Gieß- und Kontrollarbeiten.
Die Messergebnisse der Tomatenjungpflanzen zeigen ein stärkeres Spitzenwachstum bei der Sorte "Moneymaker", während die Sorte "Roma" kompakter, aber dafür standfester wuchs. Die Farbmessungen ergaben eine etwas höhere Farbsättigung und Helligkeit bei der Sorte "Moneymaker", die Farbwinkel verhielten sich ähnlich. Allgemein war bei beiden Sorten ein sehr vitaler Wuchs zu erkennen. Trotz des zu späten Umtopfens und der Tatsache, dass viele der bereits über 55 cm hohen Pflanzen vor dem Auspflanzen stark ineinander verwachsen waren, kam es zu Ausfällen von weniger als 5%.

Abstract

The cultivar-specific differences between the two cultures were recorded and presented using empirical data collection. After sowing, weekly measurements and, in some cases, daily watering and control work followed from the time of germination.
The measurement results of the tomato seedlings revealed a stronger height increment in "Moneymaker", while "Roma" grew more compact but more stable. The colour measurements showed a slightly higher colour saturation and lightness in the case of "Moneymaker", whereas the HUE angles behaved similarly. In general, a very vital growth could be seen in both varieties. Despite the late repotting and the fact that many of the more than 55 cm high plants adhered to each other before they were planted out, losses of less than 5% occurred.

Adressen der Autoren

BOKU - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna, Österreich

*Ansprechpartnerin: Univ.-Prof. Dipl.-Ing.sc.agr. Dr.sc.agr. Dr. hab. Anna Jadwiga KEUTGEN, anna.keutgen@boku.ac.at

Invite - Innovationen in der europäischen Sortenprüfung

Invite - Innovations in plant variety testing in Europe

Clemens Flamm[1], Klemens Mechtler[1] & François Laurens[2]

Einleitung

Das von der Europäischen Union finanzierte „Horizon 2020"-Projekt INVITE (INnovations in plant VarIety Testing in Europe to foster the introduction of new varieties better adapted to varying biotic and abiotic conditions and to more sustainable crop management practices) hat als Ziel die Verbesserung der Effizienz der Sortenprüfung unter unterschiedlichen Produktionsbedingungen und biotischen und abiotischen Stressfaktoren.
Folgende Punkte werden bearbeitet:

- Identifikation von Bioindikatoren, die mit der Effizienz, Nachhaltigkeit und Belastbarkeit der Nutzung pflanzlicher Ressourcen verbunden sind
- Entwicklung neuer Werkzeuge zur Phänotypisierung und Genotypisierung zur Bewertung von Bioindikatoren im Zusammenhang mit einer besseren Anpassung an nachhaltigere Anbaupraktiken und variable klimatische Bedingungen; sowie zur Verbesserung der Geschwindigkeit, Genauigkeit und Effizienz der Sortenprüfung.
- Erstellung von Kulturpflanzenmodellen und statistischen Werkzeugen, die eine Vorhersage der Sortenleistung erlauben
- Verbesserung bestehender Sortenprüfungsprotokolle zur Sortencharakterisierung (Unterscheidbarkeit, Homogenität und Stabilität – DUS) und Leistungstests (VCU) um die Geschwindigkeit, Präzision und Effizienz zu erhöhen sowie gegebenenfalls die Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien zu erreichen.
- Definition von neuen Verfahren für die Verwaltung von Referenzsammlungen.
- Vorschläge von organisatorischen Innovationen zur Verbesserung der Sortenprüfungsnetze unter Berücksichtigung ihrer sozioökonomischen und Umweltauswirkungen.
- Empfehlungen an politische Entscheidungsträger, um die Harmonisierung der DUS- und VCU-Prüfung auf EU-Ebene zu verbessern, einschließlich gegebenenfalls neuer Merkmale bei der DUS- und VCU-Prüfung sowie bei der Prüfung heterogenen Materials.
- Erleichterung des Datenaustauschs innerhalb des Konsortiums und Aufbau eines Prototyps einer gemeinsamen Datenbank um phänotypische und genotypische Sortendaten zu speichern und eine benutzerfreundliche Oberfläche für Prüfungsämter (EOs) und Organisationen nach der Registrierung (PROs) bereitzustellen.
- Entwurf eines Prototyps eines Entscheidungsunterstützungssystems für die Sortenwahl (DSS-VC) basierend auf den Erwartungen der Züchter und Landwirten, die Vorhersagen der Sortenleistung für verschiedene Umwelt- und Produktionsbedingungen beinhalten.

Material und Methoden

Das Projekt hat eine Laufzeit von 2019-2023 und beinhaltet sieben Forschungs- und Innovations-Arbeitspakete. Darin wird neben Basis-Forschungsarbeit die Anwendbarkeit von neuen Geräten (wie Drohnen, Multispektralkameras, Handy-Kameras) als mobile Phänotypisierungswerkzeuge mit hohem Durchsatz in Parzellenversuchen getestet. Aus historischen DUS und VCU-Daten werden Modelle für zukünftige Sortenleistungen berechnet. Auch Genotypisierungstools zur besseren Beschreibung von Sorten werden geprüft. Dazu werden genomweite Marker und eine genomische Vorhersage verwendet. Weiters sollen die Netzwerke in der Sortenprüfung verbessert werden. Dazu werden länderübergreifende Sortenversuche bei Weizen und Mais angelegt, die dann ebenfalls zu Modellationszwecken verwendet werden. Eine Harmonisierung in den Beschreibenden Sortenlisten der Europäischen Union sowie mögliche Synergien zwischen VCU- und DUS-Prüfungen wird evaluiert.
INVITE zielt darauf ab, einen integrierten Ansatz für Sortenprüfungen zu entwickeln, der sich auf sieben Nutzpflanzen konzentriert: Weizen und Mais, Sonnenblume, Englisches Raygras, Kartoffel, Apfel und Tomate. Die bei diesen sieben Kulturarten gefundenen Ergebnisse werden in einem weiteren Schritt auf drei andere Kulturarten (Luzern, Soja, Raps) angewandt. Die ausgewählten Arten sind repräsentativ für

verschiedene Kulturartengruppen (Getreide, Futter, Ölpflanzen, Obst und Gemüse). Weiters sind sie stellvertretend für die Vermehrungsart (selbstbestäubend, F1-Hybrid, fremdbefruchtend und vegetativ vermehrt), für die unterschiedlichen Verwendungen (Futter- und Lebensmittel) und für die verschiedenen Lebenszyklen (einjährig, zweijährig und mehrjährig). Die Auswahl der Arten erfolgte auch aufgrund der Möglichkeit, ihre Reaktion auf Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber biotischen und abiotischen Stressfaktoren zu untersuchen.

Beteilige Organisationen

INVITE vereint 29 Partner aus zwölf europäischen Ländern: Forschungsinstitute und Universitäten, Prüfämter für nationale Sortenzulassung (EOs), Organisationen für Sortenprüfung nach einer Zulassung (PROs), ein technisches Institut für Beratungsdienste, private Züchtungsunternehmen, ein Vertreter der Züchter, ein Beratungsunternehmen für Politik- und Folgenabschätzung und ein spezialisiertes Unternehmen im Projektmanagement. Einige Partner von INVITE sind in mehreren Bereichen tätig. Dies ermöglicht INVITE, dass zwölf EOs, zehn PROs und acht Züchter im Konsortium vertreten sind. Die Projektleitung und Koordination erfolgt durch INRAE (Frankreich).

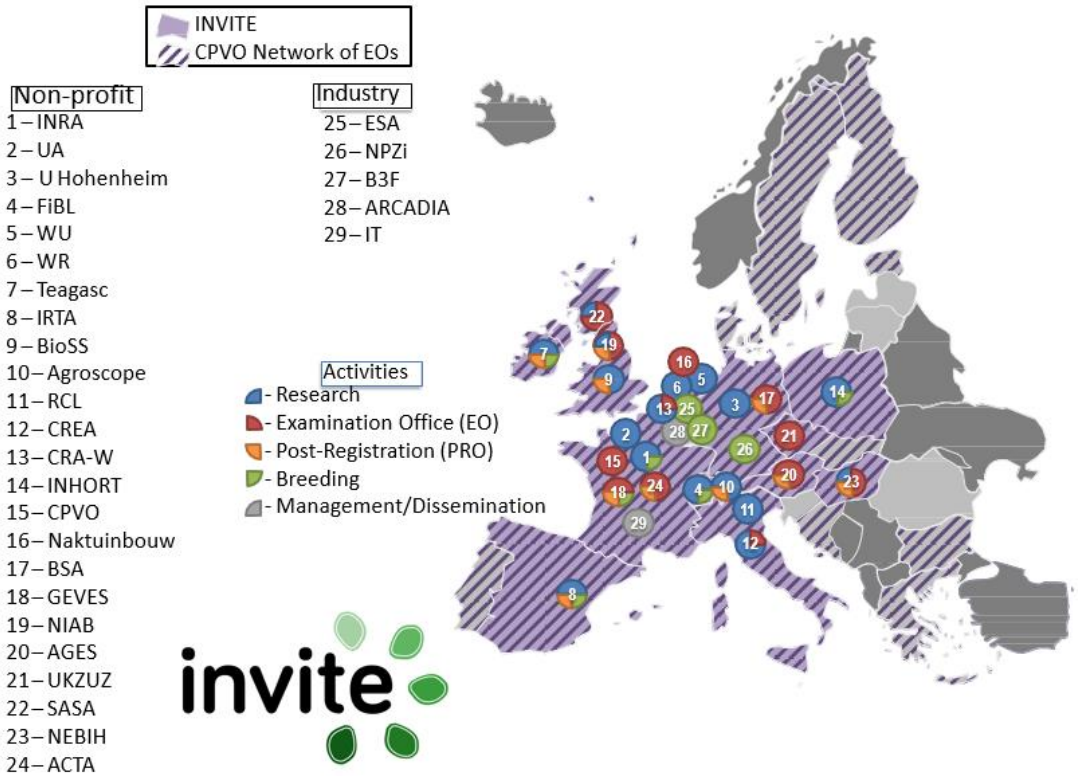


Abbildung 1: **INVITE: Projektkonsortium, bestehend aus 29 teilnehmenden Organisationen aus Forschung, Sortenprüfung und privater Züchtung**

Österreichischer Beitrag

Die AGES ist Prüfamt für nationale Sortenzulassung und als Prüfamt für Sortenprüfung nach der Registrierung beim Projekt beteiligt. Einerseits werden historische Daten aus der Wert- und Registerprüfung zur Verfügung gestellt. Andererseits wird an internationalen Versuchen bei Winterweizen und Mais mitgearbeitet. So werden bei Weizen am Standort Großnondorf (Bez. Hollabrunn) und Grabenegg (Bez. Melk) Sorten (internationales Sortiment), Sortenmischungen und Populationen unter biologischen und konventionellen Bedingungen getestet. Bei Mais wird in Gleisdorf (Bez. Gleisdorf) das Sortenverhalten in europäischem Kontext geprüft. Die gewonnenen Ergebnisse – inklusive Boden- und Wetterdaten – werden dann von den Projektpartnern für Modelle verwendet. Bei Englischem Raygras werden an den Standorten Grabenegg und Hagenberg (Bez. Freistadt) Raygras-Rotklee-Mischungsversuche

durchgeführt. Darin werden auch neue Phänotypisierungstools getestet. Bei Sojabohne stellt die AGES den Kulturartenverantwortlichen im Projekt. Weiters wird bei der Validierung von molekularbiologischen Methoden von Biomarkern zur Differenzierung von Genotypen und Phänotypen mitgearbeitet.
Die AGES ist verantwortlich für das Thema der Harmonisierung von Beschreibungen in den nationalen Listen sowie der Evaluierung der Synergien zwischen VCU- und DUS-Prüfung.

Zusammenfassung

Das „Horizon 2020"-Projekt INVITE (INnovations in plant VarIety Testing in Europe to foster the introduction of new varieties better adapted to varying biotic and abiotic conditions and to more sustainable crop management practices) zielt auf eine Verbesserung der Effizienz der Sortenprüfung unter unterschiedlichen Produktionsbedingungen und unter biotischem und abiotischem Stress. In den Jahren 2019-2023 sollen neue Genotypifizerungs- und Phänotypifizierungstools gefunden und ihre Anwendbarkeit in der Sortenprüfung getestet werden. Stellvertretend wird dies bei sieben Kulturarten (Weizen und Mais, Sonnenblume, Englisches Raygras, Kartoffel, Apfel und Tomate) durchgeführt und dann in einem zweiten Schritt an den Arten Luzern, Soja, Raps angewandt.
Mit Hilfe von Modellen, verbesserten Netzwerken und Datenbanken soll eine raschere und effizientere Sortenprüfung im Anschluss an das Projekt entstehen können.

Abstract

The "Horizon 2020" project INVITE (INnovations in plant VarIety Testing in Europe to foster the introduction of new varieties better adapted to varying biotic and abiotic conditions and to more sustainable crop management practices) aims to improve the efficiency of variety testing under different production conditions and under biotic and abiotic stress. In the years 2019-2023, new genotyping and phenotyping tools are to be found and their applicability in variety testing will be tested. This is carried out on a representative basis for seven crops (wheat and maize, sunflower, perennial ryegrass, potato, apple and tomato) and then applied in a second step to the crops lucerne, soy and rapeseed. With the help of models, improved networks and databases, faster and more efficient variety testing should be possible following the project.

Danksagung

Dieses Projekt wird aus Mitteln des europäischen Forschungs- und Innovationsprogramms „Horizon 2020" der Europäischen Union im Rahmen der Finanzhilfevereinbarung Nr. 817970 finanziert.

Literatur

https://www.h2020-invite.eu/

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[2] Univ Angers, INRAE, Institut Agro Angers, IRHS, SFR QuaSaV, F-49000 Angers, France

[*] Ansprechpartner: DI Clemens FLAMM, clemens.flamm@ages.at

Ökologische Jungpflanzenproduktion für Freilandschnittblumen

Production of Young-plants for Organic Specialty Cut-flowers

Johannes Balas[1*], Ines Schöfecker, Natalie Weber

Einleitung

Im Rahmen eines Bachelorprojekts (Schöfecker, Weber 2019) wurde die steigende Bedeutung ökologischer Jungpflanzenproduktion im Zierpflanzenbau thematisiert. Das Angebot dieser ist in Österreich derzeit relativ gering, da die biologische Kultivierung von Zierpflanzen gegenüber anderen gärtnerischen Produktgruppen ‚nachhinkt'. Einschränkende Schwierigkeiten können durch die limitierte Verwendbarkeit von Pflanzenschutzmitteln, Komplikationen in der Kulturführung und Kulturschäden in Verbindung mit wenig zufriedenstellender Qualität entstehen. Jedoch könnten Sommerschnittblumen ("specialty cut-flowers") günstig kultiviert werden und zur Erweiterung in der Produktionsbreite und ergänzend im Angebot von Bio-Betrieben führen. Nicht zu unterschätzen wäre auch ein möglicher Lerneffekt bei Konsumentinnen und Konsumenten – die zumindest in Österreich noch an Bio-Zierpflanzen ‚gewöhnt' werden sollten.
Für diese Versuchsanstellung wurden Schnittsorten der Sonnenblume (*Helianthus annuus*, Asteraceae) ausgewählt. Die Sonnenblume ist sommerblühend und kann in Sätzen bis in den Herbst beerntet werden, wobei in der Kulturführung zwischen verzweigten und unverzweigten Ziersorten zu unterscheiden ist. Hinsichtlich Größe reicht sie von Zwergformen (Topfkultur) bis zu 3 Meter hohen Sorten. Insbesondere die Zwerg- und mittelhohe Formen eignen sich in der Floristik für Topfblumen, Sträuße und Gestecke. Diese Arbeit beschreibt die ökologische Kultivierung von drei *Helianthus*-Sorten. Im Besonderen wird die Jungpflanzenproduktion für Freilandkulturen betrachtet.
Die zu beantwortende Forschungsfrage lautet daher: „Hat die Zugabe von Dünger, Pflanzenhilfsmittel oder beidem einen Einfluss auf Längenwachstum und Durchwurzelung als Ausdruck von Pflanzenqualität?"

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: *Helianthus annuus* (Asteraceae), die hinsichtlich Längenwachstum unterschiedlichen Kultivare 'Bambino' (ca. 35cm), 'Musicbox' (ca. 80 cm) und 'Henry Wilde' (220-250 cm) h (Für den Versuch mit Henry abgekürzt). Die Vermehrung erfolgte durch Aussaat in 10er Töpfe im ungeheizten Glashaus. Verwendetes Substrat: Bio-Pflanzenerde torfreduziert (Florelia Natur, Hofer, Filiale Gerasdorferstr.) mit zugesetztem Agroperl ® (Fa. Diwoky).
Standort: LFZ Jedlersdorf (1210 Wien; Obst- Garten- und Weinbau) Der Standort liegt in pannonischer Randlage, weist heterogene Bodenverhältnisse (leicht basisch) bei 9,8°C Jahresmitteltemperatur und 500-600 mm mittlere Niederschläge auf.
Effektive Mikroorganismen: EM sind flüssige Pflanzenhilfsmittel (Naturid ® EM Mikro Basis) und fördern nach Herstellerangaben die Bodenfruchtbarkeit, die Vitalität der Pflanzen, die Wurzelbildung, Blüte, die Reifung und den Fruchtansatz (Zschocke 2014). Die Applikation erfolgte wöchentlich entweder mittels Gießens oder Blattspritzungen. Die Behandlungsmenge wurde nach Gebindeangaben gestaltet (Kwizda, 2019). Als Nullvariante diente Substrat mit Agroperl (10 L Substrat + 1 Schaufel Agroperl). Variante „pelletierter Pferdedung": Dieser Gruppe wurde in Substrat mit Agroperl gezogen und zusätzlich mit Pferdedungpellets (Fa. Diwoky) versorgt (1 Schaufel auf 30 L Substrat). Variante „Pferdedung + EM": Diese wurde in Substrat mit Agroperl und mit Pferdedungpellets und zusätzlich einmal wöchentlich mit effektiven Mikroorganismen (EM) gegossen (Fa. Bellaflora, Filiale Wr. Neustadt).
Es wurden die Pflanzenhöhe gemessen, visuelle Bonituren von oberirdischen Pflanzenanteilen und dem Durchwurzelungsbild durchgeführt. Ergänzend wurden strukturierte Expert*innen-Interviews durchgeführt (hier nicht dargestellt). Die Sorten 'Musicbox' und 'Henry Wilde' wurden anschließend in Jedlersdorf im Freiland ausgepflanzt.
Für die optische Bewertung des Wurzelbildes wurden 10 Familienmitglieder befragt. Die Wurzeln wurden anhand folgender Kriterien bewertet: • Dichte der Wurzeln, • Feinheit bzw. Grobheit der Wurzeln, • Ausprägung der Wurzeln

Die Beurteilung erfolgte mittels Digitalfotos anonymisierter Probepflanzen. Die Beurteilung erfolgte nach einem Bewertungssystem von 1-3. Dabei entsprach 1 einem sehr guten Wurzelbild, zwei einem gutem und 3 einem mäßigen Wurzelbild.
Die statistischen Berechnungen wurden mit Hilfe des Programms „R Commander“ durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1: **Mittlere Sprossachsenlänge („Pflanzenhöhe“) der Sorten von *Helianthus annuus* zu Versuchsende (cm). Ebenfalls dargestellt: die Stichprobenumfänge**

Variante	‘Bambino‘	‘Henry‘	‘Music‘
EM	29,2	41,2	10,1
‚Pferd‘	27,5	44,7	10,3
Null	22,7	41,4	09,9
	‘Bambino‘	‘Henry‘	‘Music‘
EM	n=11	n=12	n=6
‚Pferd'	n=11	n=11	n=7
Null	n=11	n=10	n=7

.

Es wurden folgende Hypothesen der Ergebnisse (Tabelle 1) statistisch getestet (α= 0,05; Einfache A-NOVA):

Sorte ‚Bambino‘

„Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der mittleren Höhe der Behandlungsvarianten“

Die Hypothese wird angenommen – es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der mittleren Höhe und den Behandlungsvarianten (EM = Effektive Mikroorganismen; ‚Pferd‘ = Düngung mit pelletiertem Pferdedung; Null = ohne Behandlung).

Sorte ‚Musicbox‘

„Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der mittleren Höhe der Behandlungsvarianten.“

Die Hypothese wird angenommen - es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der mittleren Höhe und den Behandlungsvarianten festgestellt werden.

Sorte ‚Henry Wilde‘

„Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der mittleren Höhe der Behandlungsvarianten.“

Die Hypothese wird angenommen - es war kein signifikanter Unterschied zwischen der mittleren Höhe und den Behandlungsvarianten beobachtbar.

Es wurden weiters folgende Hypothesen statistisch getestet (α= 0,05; Zweifache Varianzanalyse mit Wechselwirkung):

Varianten Null versus „Pferd“ vergleichen:

$H_{Düngung}$: *Die Düngung hat keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe.*

H_{Sorte}: *Die Sorte hat keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe*.

$H_{Düngung:Sorte}$: Es gibt keine Wechselwirkung zwischen der Düngung und der Sorte bezüglich der Pflanzenhöhe (Sprossachsenlänge). Die Hypothese, dass die Düngung keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe hat, wird angenommen. Die Hypothese, dass die Sorte keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe hat, wird abgelehnt.

Das Merkmal „Sorte“ hat alleine einen signifikanten Einfluss auf die Wuchshöhe. Die Hypothese, dass die beiden Faktoren keine Wechselwirkung bezüglich der Pflanzenhöhe haben, wird angenommen

Varianten „Pferd“ versus EM vergleichen:

H_{EM}: *Die EM haben keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe.*

H_{Sorte}: *Die Sorte hat keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe*.

$H_{EM:Sorte}$: *Es gibt keine Wechselwirkung zwischen den EM und der Sorte bezüglich der Pflanzenhöhe.*

Die Hypothese, dass die Applikation von EM keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe hat, wird angenommen. Die Hypothese, dass die Sorte keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe hat, wird abgelehnt. Das bedeutet, dass allein das Merkmal „Sorte“ einen signifikanten Einfluss auf das Längenwachstum der Jungpflanzen hat.

Die Hypothese, dass die beiden Faktoren keine Wechselwirkung bezüglich der Pflanzenhöhe haben, wird angenommen.

Varianten Null versus EM vergleichen:

H_{EM}: *Die EM haben keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe.*

H_{Sorte}: *Die Sorte hat keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe*.
$H_{EM:Sorte}$: *Es gibt keine Wechselwirkung zwischen den EM und der Sorte bezüglich der Pflanzenhöhe*.
Die Hypothese, dass die Anwendung von EM keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe hat, wird angenommen. Die Hypothese, dass „Sorte" keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe hat, wird abgelehnt. Das bedeutet, dass „Sorte" einen signifikanten Einfluss auf die Pflanzenhöhe zu Versuchsende hatte. Die Hypothese, dass die beiden Faktoren keine Wechselwirkung bezüglich der Pflanzenhöhe haben, wird angenommen.

Tabelle 2: **Ergebnisse der visuellen Bonitur der Wurzelballen der Jungpflanzen zu Versuchsende (ungeschultes Panel).**

	Null	‚Pferd'	EM
'Bambino'			
1 = sehr gut	8	2	0
2 = gut	2	8	0
3 = mäßig	0	0	10
'Music'			
1 = sehr gut	0	10	0
2 = gut	0	0	10
3 = mäßig	10	0	0
'Henry'			
1 = sehr gut	3	7	0
2 = gut	7	3	0
3 = mäßig	0	0	10

In Tabelle 2 werden die Bonituren durch ein Laienpanel (10 Personen) der Wurzelballen der fertig produzierten (Versuchsende) Jungpflanzen dargestellt. Auffällig und auch überraschend, dass die Behandlung mit Effektiven Mikroorganismen sich deutlich und vor allem negativer als die Nullvariante und die Düngungsvariante darstellte. Das starke Auftreten von „sehr gut" bei Bambino kann mit der niedrigen Höhe der Sorte erklärt werden. Im Gegenzug reagiert die starkwüchsige 'Henry Wilde' günstig auf die zusätzliche Düngung. Ein niedriges Nährstoffniveau im Wurzelraum wird bei gärtnerischen Kultursubstraten im Allgemeinen als günstig für die Durchwurzelung gesehen.
Von Versuchsbeginn an konnte unterschiedliches Wachstum beobachtet werden. Obwohl die Sonnenblumen im ungeheizten und belüfteten Glashaus gestanden sind, hatte das Wetter und das Glashausklima Einfluss auf das Wachstum. Der mild-warme Witterungsverlauf ab Mitte April war eine gute Voraussetzung für Keimung und Wachstum im ungeheizten Glashaus. Im kühl-feuchten Mai trat eine sichtbare Stagnation ein. Im warm-trockenen, sonnigen Juni setzte kräftiges Wachstum der Sonnenblumen-Jungpflanzen ein.
Die Ertäge (= die Jungpflanzen) waren bei 'Bambino' und 'Henry Wilde' sehr gut und es kam kaum zu Ausfällen. Bei der Sorte 'Musicbox' traten von Anfang an Probleme in der Produktion auf. Das Saatgut keimte schwach (je Behandlungsvariante maximal 8 von 13 Pflanzen). Eine Nachsaat brachte auch nicht den angestrebten Erfolg. Die wenigen Pflanzen dieser Sorte, die letztlich gewachsen sind, sind nicht größer als 13cm geworden.
Als weiteres Problem trat Schneckenfraß auf - die Kisten mit den getopften Pflanzen musste vom Boden auf Tische geräumt werden. Die durch Fraß reduzierte Blattfläche führte zu reduziertem Wachstum. Weiters stellte sich auch Blattlausbefall ein. Einige Sonnenblumen blieben in der Folge kleiner. Der Druck durch Schädlingsbefall wurde nur händisch reduziert, auf die Verwendung von Schneckenkorn und Spritzmittel wurde mit der Hoffnung auf weiteren Informationsgewinn („Pflanzenstärkung") verzichtet. Für einen erwerbsmäßigen Verkauf wären die meisten Jungpflanzen nicht mehr geeignet gewesen.
Vor allem bei 'Bambino' fiel bei der optischen Bewertung auf, dass sie im Topf sogenannte Ringwurzeln gebildet hatte. Das Assimilat-partitioning dürfte zugunsten der Sprosse verschoben worden sein, die Pflanzen wuchsen höher als die angegebenen 35 cm. Zwischen den Sorten 'Bambino' und 'Henry Wilde' - in allen Behandlungsvarianten - gab es zum Zeitpunkt der Bonitur keinen signifikanten Unterschied in der Pflanzenhöhe. Daraus wurde der Schluss gezogen, dass in der Bio-Pflanzenerde schon ausreichend hohe Nährstoffgehalte vorgelegen sind. Die zusätzliche Versorgung mit pelletiertem Pferdedung bei der Variante „Pferd und EM" erwies sich als überflüssig.

Die Antwort auf die ursprüngliche Fragestellung wich deutlich von der Erwartung ab. Das erhoffte Ergebnis, dass die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten Einfluss auf das Längenwachstum und damit auch die Qualitätsausprägung haben, ist nicht eingetreten. Die statistische Analyse bestätigte die visuelle Einschätzung (einfache Varianzanalyse und zweifachen Varianzanalyse mit Wechselwirkung; Strelec et al. 2014). Nu das Merkmal „Sorte" hatte signifikanten Einfluss auf die Pflanzenhöhe. Es konnten auch keine Wechselwirkungen zwischen Sorten und Behandlungsverfahren beobachtet werden. Dies war durchaus überraschend, da Sonnenblumen im Längenwachstum erfahrungsgemäß gut auf Wachstumskontrolle reagieren.
Bei der Applikation von Effektiven Mikroorganismen (EM) war das insofern ein positives Ergebnis, da sie als „Bio-Stimulanzium" weder als Dünger noch als Pflanzenschutzmittel wirken dürfen. Als Pflanzenhilfsstoff sollen sie nur die Pflanzen „stärken" und keine direkten Effekte auf die Pflanzen haben. Unabhängig von Behandlungsmöglichkeit und Sorte sind bei einigen Blättern Symptome von Stickstoff- und Kaliummangel aufgetreten. Dieses beeinträchtigte ebenfalls die Qualitätsbildung und das Wachstum der Jungpflanzen. Die Pflanzen ließen die Blätter hängen und wirkten schwächer, obwohl sie grundsätzlich ausreichend gedüngt gewesen waren. Es wird vermutet, dass die Wahl größerer Töpfe günstiger gewesen wäre.
Die Anzahl an Pflanzen pro Versuchsvariante war etwas zu gering, um eindeutig aussagekräftige (repräsentative) Ergebnisse zu liefern. Die teils großen Verluste (13 auf 6 auswertbare Sonnenblumen) und organisatorische Rahmenbedingungen waren dafür als Gründe anzunehmen. Des Weiteren war der Zugang zu den Pflanzen auf die Arbeitstage der Woche eingeschränkt und die an sich erforderliche Pflanzenpflege über Wochenenden und Feiertage erfolgte nicht. Bei der geplanten Wiederholung des Versuchs sollten alle Pflanzen gleich und kontinuierlich vor allem in Bezug auf Bewässerung behandelt werden. Eine größere Menge an Versuchspflanzen würde benötigt werden, um eine eindeutige Aussagekraft zu gewährleisten.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde die Thematik der ökologischen Jungpflanzenproduktion aufgegriffen und behandelt. Dabei wurde der Schwerpunkt auf biologische Sommerschnittblumen (Sonnenblume), organische Düngung und den Einsatz eines Pflanzenstärkungsmittels (Effektive Mikroorganiscmen) gelegt. Der allmählich steigenden Nachfrage nach biologisch produzierten Jungpflanzen sollte auch ein qualitativ entsprechendes Angebot gegenüberstehen. Die Sonnenblume findet ihre Verwendung in erster Linie als Öl- und Samenpflanze, aber seit einigen Jahren auch in der Floristik. Mit Hilfe von verschiedenen Behandlungsmethoden sollen Herausforderungen, Probleme, sowie Möglichkeiten in der Jungpflanzenproduktion aufgezeigt werden

Abstract

This bachelor thesis deals with the topic of organic young plant (seedling) production. Firstly, the theoretical background of this paper is provided. This includes the following topics: organic farming, organic fertilizers and plant adjuvants. The growing demand for organically grown plants also concerns ornamental plants. Consequently, increasingly more organically produced young plants are needed for the distribution of ornamental plants. The sunflower is mainly used in agriculture and edible oil refinery but also in floristry. An empirical experiment should provide more clarity concerning the organic production of ornamental plants based on outdoor cultivation. Using the aid of certain treatment methods, various challenges, problems as well as possibilities in the young plant production are highlighted.

Literatur

ADAMS K., STEINERT A. 2016: Alternative Dünger - von der Natur für die Natur. Schwarzenbek: Cadmos Verlag.
BIO AUSTRIA, 2018: Produktionsrichtlinien - Die Biobäuerinnen und Biobauern Österreichs. Linz: Bio Austria - Verein zur Förderung des biologischen Landbaus.
FREYER B. et al. 2016: Ökologischer Landbau - Grundlagen, Wissensstand und Herausforderungen. (B. Freyer, Hrsg.) Stuttgart, Wien, Göttingen: utb GmbH.
KRATZ M., BEILE M. 2006: Sonnenblumen - leuchtend, dekorativ, vielseitig. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.

SCHÖFECKER I., WEBER Natalie 2019: Ökologische Jungpflanzenproduktion von Schnittblumen für Freilandkulturen. Bachelorthesis, Institut für Gartenbau, Departement für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität für Bodenkultur (Betreuung J. Balas). Unveröffentlicht
STRELEC H., LAAHA G., LEISCH F., SPANGL B. 2017: Statistik. Wien: Universität für Bodenkultur, Institut für Angewandte Statistik & EDV.
ZSCHOCKE A. 2014. EM kompakt - Effektive Mikroorganismen und ihre praktische Anwendung (1. A). München: Droemer Knaur GmbH & Co. KG.
Webressourcen:
AMTSBLATT der Europäischen Union. Verordnungen. Von https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0889&from=DE (abgerufen 22. Mai 2019)
ANDREß H.-J. (21. Juli 2019). F-Verteilung für (1-a)=0,95. Von http://eswf.uni-koeln.de/glossar/fvert3.htm abgerufen
KWIZDA Naturid® EM Mikro Basis. Von https://www.kwizda-garten.at/produkte/product/naturid-em-mikro-basis/ abgerufen (2. Mai 2019)
MEIER U.: Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. Von http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/bbch-skala_deutsch.pdf.(abgerufen 10. Juli 2019)
Multikraft. Wegbereiter des Lebens - Effektive Mikroorganismen. Von https://www.multikraft.com/de/effektive-mikroorganismen/was-ist-em/ (abgerufen 21. Juli 2019).
NATUREN : Bio Pferdedung in Pellets. Naturen.
Pflanzenbau, A. (16. Juni 2019). Department für Nutzpflanzenwissenschaften. Von https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php. abgerufen
STAUSS-Perlite: Agroperl ® – und Ihre Pflanzen atmen auf! Von https://www.europerl.com/fileadmin/downloads/Europerl/Produktdatenblaetter/Flyer_Agroperl_V_2.2_download.pdf (abgerufen 2. Mai 2019)

*Adressen der Autor*innen*

[1] Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

[*] Ansprechpartner: Johannes BALAS, johannes.balas@boku.ac.at

Gärtnerische Kulturen im vertikalen versus horizontalen System

Extensive Horticultural Vegetable-production in Vertical versus Horizontal Systems

Johannes Balas* & Reinhard Jank

Einleitung

Zunehmend leben Menschen in urbaner Umgebung. Bereits jetzt lebt mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten, in den nächsten Jahren wird ihr Anteil weiterwachsen. Gegenwärtig verursacht die Urbanisierung [1] eine vielfach eine Entkopplung von gartenbaulichen ProduzentInnen und KonsumentInnen und erzeugt lange Transportwege. Eine Möglichkeit, die Versorgung mit Frischgemüse in Städten zu verbessern und auch Räume für Ausgleich und Kommunikation zu schaffen, bietet der verstärkt postulierte, gelegentlich auch praktizierte vertikale Indoor-Anbau (wo in Gebäuden oder Gewächshäusern Pflanzen mit technologischer Unterstützung kultiviert werden). Urbane Landwirtschaft wird von geschätzt 800 Millionen Menschen weltweit praktiziert. Durch den Anbau eigener Lebensmittel können vor allem ökonomisch schwache StadtbewohnerInnen gesundheitsförderndes Gemüse und Obst, überwiegend nach Bio-Kriterien, produzieren. Vor allem in Krisenzeiten kann dies auch zur Ernährungssicherheit der Stadtbevölkerung beitragen. Auch in industrialisierten, von Wohlstand geprägten Gesellschaften wird zunehmend der „Trend" zum eigenen Anbau in privater Umgebung oder auf gemieteten Flächen beworben. Vielfach werden dafür auch, Grundfläche sparende, „ertragreiche" Systeme vorgestellt und angeboten: "vertical farming" in unterschiedlicher Ausprägung [2]. In Rahmen eines Bachelorprojekts (Jank, 2019) wurde vertikaler versus horizontaler Anbau von Gemüsen verglichen.

Material und Methoden

Ausgehend von den in jüngerer Vergangenheit häufig propagierten Anbausystemen im extensiven beziehungsweise privaten Gartenbau wurden im Rahmen einer Bachelor-Versuchsanstellung drei Versuchsvarianten mit typischen Frühjahrskulturen (Kopfsalate, Radieschen) angelegt: Bodenbeet, Hochbeet und Vertikalsystem mit Balkonkistchen. Alle Varianten wurden mit natürlichem A-Horizont der Variante Bodenbeet befüllt.

Standort: LFZ Jedlersdorf (1210 Wien; Obst- Garten- und Weinbau) Der Standort liegt in pannonischer Randlage, weist heterogene Bodenverhältnisse (leicht basisch) bei 9,8°C Jahresmitteltemperatur und 500-600 mm mittlere Niederschläge auf.

Zielsetzung, Kulturarten: Es sollte der Einfluss des Anbausystems horiontaler versus vertikaler Systeme („Hobbyanbau"), vergleichend auf Erträge und Qualitätskomponenten untersucht werden.

An Versuchspflanzen wurden das Radieschen (*Raphanus sativus* var. *sativus* 'Rover F1', Brassicaceae; Austrosaat AG), und die Kopfsalate (*Lactuca sativa* var. c*apitata* 'Maikönig', Asteraceae; Spar natur pur / 'Lüneburger Eis' und 'Great Lakes 118'; Arche Noah Saatgut) gewählt. Sowohl Radieschen als auch Kopfsalat stellen als Schwach- bis Mittelzehrer keine hohen Ansprüche an die Nährstoffversorgung, können bei kurzer Vegetationszeit im Frühjahr bis zur Erntereife kultiviert werden und gelten als „einfache" Kulturen, wie sie auch im privaten Anbau angetroffen werden können.

Es wurde im ungeheizten Gewächshaus eine Jungpflanzenvorkultur mit einmaligem Pikieren in Anzuchterde mit Perlit (Compo Sana) durchgeführt; Vorkultur bei Radieschen ist nicht üblich, musste jedoch aus organisatorischen Gründen durchgeführt werden. 'Maikönig' und 'Lüneburger Eis' keimten sehr gut, 'Great Lakes 118' blieb zu 100% ungekeimt. Die Jungpflanzen wurden in der ersten Maiwoche auf gefrästen Beeten, in einem hölzernen Hochbeet und in weißen Balkonkistchen (ehem. Verkaufsgenossenschaft der Erwerbsgärtner, Wien) ausgepflanzt: Salate 25x25, Radieschen 10x10 (cm). Die Balkonkistchen wurden in drei Ebenen in einer Holzkonstruktion, leicht gegeneinander versetzt arrangiert. Alle Varianten wurden mit *Miscanthus*-Häckselmaterial gemulcht. Nach einem sehr feuchten, kühlen Mai [4] mussten alle Varianten im Juni bis zur Ernte gegossen werden (nach empirischem Bedarf). Die Ernte erfolgte ab Mitte Juni, wobei die Radieschen etwa zwei Wochen vor den Salaten erntereif waren. Das Erntegut wurde umgehend per Fahrrad an den Standort Türkenschanze der Universität transportiert

und im Kellerraum des Versuchsgewächshauses den Messungen zugeführt. Nach dem Waschen, Trocknen und Halbieren wurden Knollendurchmesser, Frischgewicht und nach der Trocknung (72 Stunden, 80°C, belüfteter Trockenraum) das Trockengewicht bestimmt. Zur Bestimmung der Blattfläche wurden gelbe und tote Blätter entfernt, die Blätter fotokopiert, ausgeschnitten und durch Wägung die Blattfläche bestimmt. Die Salatköpfe (n=3) wurden „küchenfertig" vorbereitet, geviertelt, gewogen und danach getrocknet und die Trockenmassen rückgewogen. Während der Wachstumsperiode wurden regelmäßig visuell Bonituren durchgeführt. Die Berechnungen wurden mit MS-Excel durchgeführt, die statistische Auswertung erfolgte mit der Software R

Ergebnisse und Diskussion

Salate (siehe Tabelle 1): Die Exemplare des 'Lüneburger Eis' waren größer und üppiger gewachsen als die des 'Maikönigs". Außerdem waren im Inneren der 'Maikönig'-Köpfe keine Ohrwürmer und Fäulnis zu finden, bei einem Teil des 'Lüneburger Eis' jedoch schon. Dieser Umstand ist vielleicht der späteren Ernte des 'Lüneburger Eis' geschuldet. Zu diesem Zeitpunkt waren die letzten Niederschläge weiter zurückliegend und die Hitzewelle währte schon länger, die Ohrwürmer könnten sich im Inneren der Salatpflanzen vor Hitze und Trockenheit geschützt und auf der Suche nach Wasser die jungen Blätter angefressen haben. Vor allem die in den Kistchen des Vertikalsystems gewachsenen Exemplare waren häufig von einer Trockenfäule befallen, deren Grund vermutlich in der Trockenheit und der Hitze zu suchen ist. Einige in den Kisten gewachsene Exemplare wiesen Blattranden auf (Vgl. Bedlan, 2012).
Die Salatköpfe des 'Maikönig' wuchsen im Bodenbeet nicht ganz so hoch, dafür entwickelten sie die höchste Breite. Auch die mittlere Frischmasse war im Bodenbeet am höchsten, in den Kistchen war sie am niedrigsten; die Gehalte an Trockensubstanz waren in den Kistchen am höchsten und im Boden am niedrigsten. Dies lässt den Rückschluss zu, dass zumindest latenter Wassermangel in den Kistchen geherrscht haben muss.
Beim 'Lüneburger Eis' nahmen auch die Kopfhöhen vom Boden hin zu den Kistchen ab, die Kopfbreiten waren auch im Bodenbeet am höchsten; ebenso die geerntete Frischmasse, wobei diese im Vergleich in den Kistchen am niedrigsten war. Die Anteile Trockensubstanz waren wiederum in den Kistchen am höchsten.

Tabelle 1: **Es sind die mittleren Kopfhöhen und –breiten, der Frischmassen und der prozentuellen Trockensubstanzgehalte und Standardabweichungen für die Salatsorten 'Maikönig' und 'Lüneburger Eis' dargestellt.**

cvar. Maikönig	Höhe - Kopf (cm)	Breite - Kopf (cm)	Frischmasse (g)	Trockenmasse (%)
Bodenbeet	10,67 (0,58)	9,33 (0,58)	112,45 (13,92)	04,02 (0,17)
Hochbeet	11 (-)	9 (-)	93,8 (-)	5,49 (-)
Kistchen	11 (1)	8,67 (1,15)	53,58 (18,85)	11,43 (3,18)
cvar. Lüneburger Eis	Höhe - Kopf (cm)	Breite - Kopf (cm)	Frischmasse (g)	Trockenmasse (%)
Bodenbeet	10,67 (1,53)	11,33 (0,58)	286,10 (21,50)	4,48 (0,85)
Hochbeet	9,17 (2,57)	11 (1,73)	251,25 (150,38)	4,85 (1,41)
Kistchen	7,67 (1,15)	8 (1,00)	76,32 (40,59)	10,80 (2,29)

Die Werte der Frischmasse der Stichproben des 'Maikönig' bewegen sich zwischen 33,6 g und 128,2 g, die des 'Lüneburger Eis' zwischen 31,2 g und 413,1 g. Die Streuung ist in diesen Anbausystemen viel stärker ausgeprägt. Der gewählte Pflanzabstand der Salate war mit 25x25cm zwar geringer als der in der Literatur angegebene (50x50 cm für Eissalat und 30x35 cm für Kopfsalat). Dies wird aber nicht als ausschlaggebende Ursache für die eher kleinen Köpfe bewertet. Der Pflanzabstand der Radieschen war mit 10x10 cm etwas weiter als der jener laut Fachliteratur (10 x 6 cm). Die großen Abweichungen in den Erntedaten (siehe Tabellen 1 und 2) sind erkennbar und konsistent auf die unterschiedlichen Anbausysteme zurückzuführen – beziehungsweise, wie eher zu vermuten ist, auf das zur Verfügung stehende Durchwurzelungsvolumen. Die sonnen- und windexponierte Lage der Versuchsanlage setzte die Pflanzen ungeschützt der Witterung während ihrer Wachstumszeit aus: zuerst nass-kalt im Mai, darauf folgend sehr heiß-trocken und regelmäßig stark windexponiert im Juni [2]. Der extreme Temperatursprung vom vorfrühlingshaften Mai in den hochsommerlich-heißen Juni hat zur vorzeitigen Beendigung der vegetativen Wachstumsphase geführt und die generative induziert (Einleitung des Schossens). Die

Exemplare des ‘Maikönig’ hatten zum Erntezeitpunkt bereits eine leicht verlängerte Sprossachse, ebenso die der ‘Lüneburger Eis’ - wenn auch in geringerem Maß.
Wie in Tabelle 2 abgelesen werden kann, sind die Radieschen-Erträge vom Bodenbeet über das Hochbeet zu den Kistchen hin abnehmend: der Durchmesser nimmt ebenfalls in diese Richtung ab, ebenso die Gesamtfrischmasse. Der Anteil Trockenmasse an der Frischmasse (%) nimmt jedoch zu, die mittlere Blattfläche ist im Hochbeet am höchsten und in den Kistchen am niedrigsten. Der Anteil Laub am Erntegut ist im Hochbeet am höchsten und in den Kisten am niedrigsten, sowohl in der Frischsubstanz wie im Trockensubstanzgehalt.

Tabelle 2: **Es sind die mittleren Durchmesser, geerntete Frischsubstanz und deren mittlere Trockensubstanz- und Wassergehalte sowie die korrespondierende Standardabweichung des Ernteguts der Radieschen-Sorte ‘Rover F1‘ dargestellt.**

Radieschen ‘Rover F1‘	Mittlerer Durchmesser (cm)	Frischmasse - gesamt (g)	Mittlere Trockenmasse (%)	Blattfläche (cm^2)
Bodenbeet	4,63 (0,54)	58,69 (15,98)	8,72 (0,90)	396,1 (118,60)
Hochbeet	4,35 (0,48)	53,31 (17,37)	9,04 (0,88)	439,1 (106,40)
Kistchen	3,39 (0,34)	19,44 (05,69)	11,31 (1,19)	144,1 (47,72)
Radieschen ‘Rover F1‘	Laubanteil frisch (%)	Laubanteil trocken (%)	Wassergehalt Laub (%)	Wassergehalt Knolle (%)
Bodenbeet	29,15 (10,25)	46,56 (9,11)	93,43 (4,16)	93,45 (0,60)
Hochbeet	33,00 (06,79)	50,67 (6,12)	85,93 (1,52)	93,35 (0,74)
Kistchen	22,15 (09,60)	34,80 (7,05)	80,38 (5,31)	90,50 (1,12)

Die Werte der gesamten Frischmasse der Radieschen bewegen sich zwischen 12,9 g und 84,3 g, die Frischmassen der Knollen bewegen sich zwischen 9,45 g und 62,75 g, die Durchmesser zwischen 3 cm und 5,7 cm. Die Bodenbeete lieferten die höchsten Erträge, dicht gefolgt vom System Hochbeet; die Erträge aus den Kistchen lagen weit darunter. Allerdings wiesen diese wiederum die geringste Streuung auf. Beim Wassergehalt des Laubs (%) gibt es Unterschiede: den höchsten gibt es aus der Produktion im Boden, gefolgt über jener im Hochbeet - zu den Kistchen nimmt er ab. Die Wassergehalte der Knollen verhielten sich ähnlich, waren aber in den Kistchen nicht so deutlich reduziert. Bezüglich Laubanteil kann ergänzend angemerkt werden, dass im Unterschied zu Österreich in anderen Ländern auch Radieschenlaub als Erntegut Bedeutung hat (kann z.B. in Salatmischungen oder Pesto Verwendung finden). Auch die Radieschen hatten die Schoßphase bereits begonnen, wobei hier deutliche Unterschiede zwischen den Anbauarten erkennbar waren. Während die Exemplare im Bodenbeet und im Hochbeet schon zu schossen begonnen hatten, waren die in den Kistchen gewachsenen Pflanzen zumindest im Habitus noch nicht so weit. Das spiegelt sich auch in den Daten der abgewogenen Blätter wider, die Frischmasse und die Blattfläche waren deutlich geringer. Ein wärmerer Mai und kühlerer Juni hätten die Ernte qualitativ und quantitativ deutlich besser ausfallen lassen. Dies kann auch als Hinweis auf mögliche Konsequenzen gärtnerischer Produktion im Freiland interpretiert werden - die bereits spürbar veränderten Witterungsverhältnisse werden mit hoher Erwartbarkeit Veränderungen im Kulturpflanzenspektrum und im Anbaumanagement – auch für den privaten Hobbyanbau – bedeuten.
Die Juni-Trockenheit stellte für die Pflanzen kein Problem dar, weil die Flächen bewässert wurden und der Mulch aus *Miscanthus*-Häcksel die Boden-Feuchte schützte. Die ungewöhnlich hohen Lufttemperaturen wurden für die Pflanzen zum Problem. Ihr ist vermutlich die Trockenfäulnis der Exemplare in den Kisten und die Fäulnis im Inneren der Exemplare der Sorte ‘Lüneburger Eis’ zuzuordnen.
Verluste: (sieh Tabelle 3) Die ebenfalls gesäte Salatsorte ‘Great Lakes 659’ keimte gar nicht. Möglicherweise war unsachgemäße, lange Lagerung die Ursache. Die jungen Wurzeln einiger vorgezogener Radieschen-pflänzchen wurden von Schnecken angefressen, was zu einem ungleichen Erscheinungsbild und gelben Blättern führte. Diese Symptome verschwanden aber nach dem Auspflanzen und die Pflanzen entwickelten sich gleichmäßig. Einige Radieschen- und Salatpflanzen fielen den ungewöhnlich starken Niederschlägen zum Opfer und verfaulten. Zwei Pflanzen der Sorte ‘Lüneburger Eis’ (3,33%), sechs der Sorte ‘Maikönig’ (10,53%) und 36 Pflanzen (9,68%) des Radieschens ‘Rover F1’ überlebten das Auspflanzen nicht.
In den Bodenbeeten fiel keine einzige Pflanze von ‘Lüneburger Eis’ aus, von ‘Maikönig’ haben 2,27% nicht überlebt, von den Radieschen 10,67 %. Im Hochbeet sind alle Exemplare der Sorte ‘Lüneburger

Eis' und der Radieschen gewachsen, während es beim 'Maikönig' 66,67% Verluste gab. In den Kistchen gab es von 'Lüneburger Eis' 40%, vom 'Maikönig' 30% und von den Radieschen 7,41% Verluste. Die Verluste führten wir auf die sehr nasse und untypisch kalte Witterung im Mai zurück. Bei einigen ausgefallenen Pflanzen konnten verfaulte Wurzeln beobachtet werden. Die höchsten Verluste von Exemplaren der Sorte 'Maikönig' gab es mit 66,67% im Hochbeet. Da das für den Versuch verwendete Hochbeet sehr schmal war, kamen die Pflanzen vermutlich mit den gewaltigen Wassermassen nicht zurecht, in einem breiteren Hochbeet mit mehr Substrat und besserer Drainage hätten wohl bessere Ergebnisse erreicht werden können. Dieser Annahme steht die Tatsache gegenüber, dass alle Pflanzen des 'Maikönigs' und der Radieschen überlebten. In der obersten Etage des Gerüsts war der zweithöchste Verlust zu verzeichnen, dort wurde aus 60% des 'Maikönigs' nichts.
Hier könnte man die Ursache in der hohen Windexposition suchen, die die höheren Etagen wohl stärker getroffen hat. Die abnehmenden Verluste von 40% in der mittleren Etage und kein Verlust in der untersten stützen diese Annahme. Andererseits steigen bei den Radieschen die Verluste von der mittleren zur unteren Etage von 5,6% auf 11,1%. Insgesamt reicht die Zahl der Versuchspflanzen aber nicht für ein repräsentatives Ergebnis aus, da Verluste von einer, zwei oder drei Pflanzen auch zufälliger Natur sein können. Die letzten analysierten Proben der Sorte 'Lüneburger Eis' waren innen leicht verfault und es fanden sich mehrere Ohrwürmer, die den Salat vermutlich angefressen und damit Eintrittspforten für Pilze oder Bakterien geschaffen hatten. (Vgl. auch Unmann, 2006).

Tabelle 3: **Es sind die absoluten wie prozentuellen Verluste an Kulturpflanzen für Produktionssystem und Kulturart / Sorte dargestellt.**

Bodenbeete						
0 Lüneburger Eis, Maikönig 0%	7 Radies 5,07%	0 Lüne-burger Eis (0%)	19 Radies (18,63%)	1 Maikönig (5,56%)	6 Radies (10%)	0 Lün-eburger Eis, Maikönig (0%)
Hochbeet						
2 Maikönig, 66,67% 0 Lüneburger Eis, 0%			0 Radieschen, 0%			
Auf dem Gerüst vertikal aufgestellte Kistchen						
3 Maikönig, 60% 1 Radieschen, 5,56% 0 Maikönig, 0%			1 Radieschen, 5,56% 2 Lüneburger Eis, 40% 2 Radieschen, 11,11%			

Zusammenfassung

Unter dem Stichwort "Urban farming" wurden in jüngerer Vergangenheit mehrfach Wege zur pflanzlichen Produktion im städtischen Umfeld propagiert [3]. Ziel der Arbeit war es, auf diesem Niveau einen vergleichenden Anbau in Bezug auf Ertragshöhen und Qualitätsmerkmalen durchzuführen. Dazu wurden klassische Frühjahrskulturen ausgesät, pikiert und ausgepflanzt. In allen drei getesteten Anbauverfahren (Bodenbeet, Hochbeet, Balkonkistchen in vertikaler Anordnung) blieb das Frischgewicht der Salate (Kopfsalat, Eisbergsalat) unter denen der EG-Norm: im Freilandanbau für Kopfsalat mindestens 150 g und für Eissalat mindestens 300 g; für geschützt angebauten Salat würde sie ausreichend sein (Kopfsalat mindestens 100 g und Eissalat mindestens 200g). Für Handelsware wären die Salate zu klein und zu ungleichmäßig, die Radieschen zu groß und zu pelzig. Die geringe Anzahl der Pflanzen im vertikalen System (‚Balkonkistchen') und im Hochbeet schließen aus, dass der Versuch als repräsentativ gelten kann. Außerdem konnten im Hochbeet nur ein Kopf von 'Maikönig' und nur drei von 'Lüneburger Eis' geerntet werden. Auch dies schließt „repräsentative Ergebnisse" aus. Als Orientierung und Tastversuch für weitere Versuchsanstellung bieten sie jedoch eine brauchbare Grundlage. Für den Einfluss vergleichbarer Kultursysteme auf weitere Kulturarten, insbesondere Fruchtgemüse, ist das Format „Bachelorthesis" ungeeignet.
Vertikaler Anbau kann zwar auf kleinerer Grundfläche relativ große Erntemengen produzieren, die so gezogenen Kulturen sind jedoch für ungünstige Kulturbedingungen anfälliger und lagen hinsichtlich Qualitätsbildung und Ertragshöhe im Versuch deutlich unter den Systemen „Bodenbeet" und „Hoch-

beet“. Für Handelsware wurden nicht annähernd die geforderten Qualitätsmerkmale erfüllt, für den privaten Hobbyanbau können sie trotzdem ausreichend sein. Durch den geringen Flächenbedarf erlaubt der vertikale Anbau auch in kleinen Gärten oder auf Balkon und Terrasse die Kultivierung von Gemüse – wobei jedoch auf die Exposition gegenüber kleinräumigen Standortfaktoren genau geachtet werden sollte. Bezüglich Erträgen und (Selbst-)Versorgung können sie eine Ergänzung aber keine Alternative zum Anbau im Boden oder im Hochbeet darstellen. Ein relevanter Beitrag kann jedoch für begleitende Maßnahmen und Anpassungsstrategien in städtischen Räumen angenommen werden [5].

Abstract

‘Urban farming’ presumably will gain major importance in vegetable production as well as consumption in the midterm – at least there is some emphasis on public promotion. We established three growing-systems: ground-bed, raised bed and a balcony boxes vertically arranged. Latter two were filled with soil from the ground bed. Typical horticultural spring crops (Red Radish, iceberg lettuce and lettuce) were sown, pricked and planted. Harvest was conducted in the second half of June till middle of July. Quality parameters, harvested and analysed (fresh-weight, dry substance contents, water contents, leaf area and proportion of leaves of red radish harvest were determined). Fresh weights were below quality standards especially in balcony boxes. Losses were in some cases significant. We concluded – private production might satisfy some of the demand of households but only in addition to professional production and supply.

Literatur

BEDLAN, G. 2012: Gemüsekrankheiten: das Fachbuch für Gemüsegärtner, Erwerbsgemüsebauern, Beratungsdienste und als Lehrbuch einsetzbar, Verein der Kleingärtner Wien

JANK R. 2019: T Der Einfluss verschiedener vertikaler und horizontaler Anbausysteme auf Quantität und Qualität der Erträge von Kopfsalat und Radieschen. Thesis zur Erlangung des Grades Bachelor. Institut für Gartenbau, Betreuung: Balas Johannes. Unveröffentlicht.

LU, C., GRUNDY, S., 2017. Urban Agriculture and Vertical Farming. In: Abraham, M. A., Encyclopedia of Sustainable Technologies. (2017) 393–402.

SCHUPHAN, W., Gemüsebau auf ernährungsphysiologischer Grundlage, Hamburg 1948, zitiert nach: WONNEBERGER C., KELLER F., BAHNMÜLLER H., BÖTTCHER H., GEYER B., MEYER, J., 2004: Gemüsebau, Stuttgart.

SERENA M., SUANJAK M., PEDRAZZETTI F., BRECHBÜHL B., 2018: Das Lexikon der alten Gemüsesorten: 800 Sorten – Geschichte, Merkmale, Anbau und Verwendung in der Küche, Aarau / München

UNMANN, A., Profi-Guide Gemüse Salate. Professioneller Salatanbau im Freiland, Wien 2006.

Webressourcen:

[1] https://www.unfpa.org/urbanization

[2] Advantages and disadvantages of vertical farming, https://verticalfarminginsoccat.weebly.com/advantages-and-disadvantages-of-vertical-farming.html

[3] FAO, Urban agriculture (s. a.). http://www.fao.org/urban-agriculture/en/

[4] https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/Klimastatusbericht/ web_Klima-rueckblick_NOE_2019.pdf

[5] PRUTSCH, A., FELDERER, A., BALAS, M., KÖNIG, M., CLAR, C., STEURER, R. (2014): Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte. Umweltbundesamt, Wien
https://www.klimawandelanpassung.at/fileadmin/site/publikationen/DP140.pdf

Adresse der Autoren

Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Johannes BALAS, johannes.balas@boku.ac.at

Qualitätserstellung von Kopfsalat im Freilandanbau

Growing Lettuce on field - Producing Quality

Johannes Balas[1*], Sebastian Bernreiter & Martin Schwabl

Einleitung

Salat ist mit einem Pro-Kopf-Verbrauch von 6-7kg/Jahr, eines der wichtigsten, ganzjährig angebotenen Blattgemüse. Alleine in Österreich beträgt die jährliche Anbaufläche mehr als 1000 ha. Bei den Konsumenten oft als frisches, gesundes Nahrungsmittel bekannt, so stellt die Kultur Salat Produzenten oftmals vor Herausforderungen. Ein relativ hohes Produktionsrisiko und unbefriedigende Erzeugerpreise sind hier nur zwei genannte Probleme. Trotzdem ist Salat für viele Gemüsebauern ein wichtiger Teil ihrer Produktionspalette – ob Gastronomie, Wochenmarkt, Lebensmitteleinzelhandel oder die simple Vermarktung über den eigenen Hofladen, Salate sind omnipräsent und bei den Kunden beliebt (Unmann, 2006).
Durch den starken Preisdruck im Salatanbau werden nicht immer Gewinne erwirtschaftet. Geringe Erzeugerpreise zu kompensieren kann die Nutzung von Einsparungspotentialen, Effizienzsteigerung in den Anbausystemen und ein effizienterer Umgang mit Ressourcen erfordern. Neben ökologischen und betriebswirtschaftlichen Aspekten ist auch die „Qualität" (Qualitätseigenschaften) der Produkte ein wesentlicher Faktor in den Versorgungsketten. Der Handel definiert Qualität vor allem über Größe, Form und Unversehrtheit der Ware (Güteklassen und Durchführungsverordnung). Von den Anforderungen der Produzenten, des Handels und der Industrie unbeeindruckt, legen Konsumenten vor allem Wert auf Aussehen und Geschmack der Ware. Zunehmend steigt auch das Interesse an den Produktionsbedingungen und der Herkunft der Produkte.
Im Rahmen dieser Arbeit, die als Bachelorprojekt (Bernreiter, Schwabl 2020) durchgeführt worden ist, beschäftigten wir uns mit der Frage, wie durch unterschiedliche Arten der Düngung die Produktqualität von Kopfsalat beeinflusst werden kann. Mit dem vorliegenden Düngeversuch wollen wir auf ökologische und ökonomische Unterschiede der verschiedenen Düngungsarten eingehen und Parallelen zur Produktqualität ziehen.

Material und Methoden

Kopfsalat *(Lactuca sativa* var. *capitata,* Asteraceae) wird dort angebaut wo Durchschnittstemperaturen langfristig nicht über 20°C und nicht unter 10°C liegen und ist daher eine typische Pflanze des gemäßigten Klimas. Als Optimum werden bei hoher Bestrahlungsstärke Tagtemperaturen von 20°C und Nachttemperaturen von etwa 10°C angesehen. Optimal ist ein mäßig, aber gleichmäßig feuchter Standort in sonniger (warmer) Lage (Krug et al., 2002).
Salate können in Sätzen gepflanzt, und der Markt somit gleichmäßig über einen längeren Zeitraum beliefert werden. Salate sind bedingt selbstverträglich, sollten aber nicht in enger Fruchtfolge stehen. Die Vorkultur sollte einen lockeren Boden und eine gute Bodengare hinterlassen (Krug et al., 2002). Der Anbau wird in spezialisierten Freilandbetrieben oder im Rahmen der landwirtschaftlichen Kulturfolge – zum Beispiel im Wechsel mit Getreide – durchgeführt. Bis auf wenige Ausnahmen wird Salat in Erdpresswürfeln gepflanzt. Salat gilt im Allgemeinen als eine schwach bis mittelstark zehrende Kultur. Zu beachten ist hinsichtlich Düngung die relativ kurze Kulturdauer. Als Flachwurzler muss Salat zudem seinen gesamten Nährstoffbedarf aus der obersten Bodenschicht decken. Der Wasserbedarf der Kultur ist relativ hoch.
Standort: LFZ Jedlersdorf (1210 Wien; Obst- Garten- und Weinbau) Der Standort liegt in pannonischer Randlage, weist heterogene Bodenverhältnisse (leicht basisch) bei 9,8°C Jahresmitteltemperatur und 500-600 mm mittlere Niederschläge auf.
Die Salatsorten
Das Saatgut wurde von der Firma Austrosaat AG für den Versuch zur Verfügung gestellt ('Attraktion' und 'Kagraner Sommer 2'). 'Attraktion' gilt als bewährter, früher Salat für kühle Lagen. 'Kagraner Sommer 2' ist eine hitzeverträgliche österreichische Salatsorte mit großen Köpfen.
Die Düngung erfolgte mit biologischen Dünger "BioAgenasol" und dem konventionellen "Blaukorn". Ziel dabei war es die Ergebnisse der konventionellen Düngung mit der biologischen Variante zu vergleichen. BioAgenasol:

Die Inhaltsstoffe beziehungsweise die Nährstoffgehalte von BioAgenasol (Herstellerangaben): 85%-90% Organische Substanz, 5,5 % Gesamtstickstoff, 2,5% Gesamtphosphor und 1,5% Gesamtkalium (Agrana). Blaukorn ist ein chemisch-synthetischer Dünger mit der Nährstoffzusammensetzug: NPK (MgO)-Dünger 14+7+17(+2) mit Nitrifikationshemmstoff (3,4-Dimethylpyrazolphosphat), mit Spurennährstoffen. Blaukorn ist chlorarm (COMPO Expert, 2020).
Der Versuch wurde im Freiland als Düngevergleichsversuch mit zwei Faktoren angelegt: 1. Kopfsalatsorten und 2. zwei Düngestrategien (biologisch und konventionell) und eine ungedüngte Kontrollgruppe in randomisierter Anordnung von je vier Wiederholungen je Variante. Die Parzellengröße belief sich auf 2x1m. Pro Parzelle wurden 14 Salatpflanzen in einem Pflanzabstand von 25x25cm ausgesetzt. Zwischen den Parzellen wurden Wege angelegt.
Jungpflanzenvorkultur wurde nach Aussaat in Multitopfplatten (300 Pflanzen pro Sorte) durchgeführt. Die Keimfähigkeiten blieben deutlich unter den Erwartungen (‘Attraktion‘ 160 von 300; ‘Kagraner Sommer 2‘ nur 220 von 300 Samen). Die Jungpflanzen wurden sachgerecht abgehärtet und Ende Mai ausgepflanzt. Das Pflanzbett wurde zuvor mit einer Rüttelegge bearbeitet.
Die Düngung wurde ca. 2 Wochen nach der Pflanzung durchgeführt. Es wurde ein Stickstoffniveau von 160kg/ha Rein-N zugrunde gelegt. Die Ernte erfolgte parzellenweise wobei Frischgewicht, Kopfhöhe und –durchmesser sofort bestimmt wurden. Es wurden mittels MS-Excel die Mittelwerte bestimmt und grafisch in Form von Box-Plots dargestellt (Strehlek et al., 2017).

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse Merkmal „Gewicht“:
Der Großteil der Salate der Sorte 'Kagraner Sommer 2' liegen unter 200g/Kopf. Diese wären für den Markt praktisch nicht relevant. Typische Erntegewichte liegen zwischen 200g-600g pro Salatkopf (Kapper et. al., 2013).
'Kagraner Sommer 2' hatte allgemein niedrigere Kopffrischgewicht als 'Attraktion'. Sie ist auch konsistenter, was sich in geringerer Streuung ausdrückte. Bei den Gruppen der Sorte 'Kagraner Sommer 2', gedüngt mit Blaukorn und BioAgenasol, sind besonders viele Ausreißer zu finden, was auf erhebliche Inhomogenität schließen lässt. Die ungedüngten Pflanzen der Sorte 'Kagraner Sommer 2' besaßen im Mittel das höchste Frischgewicht! Die Sorte 'Attraktion' erzielte deutlich höhere Gewichte.
Die Maximalwerte lagen alle über 400g/Salatkopf. Die Streuung ist in diesen Gruppen jedoch höher. Am besten abgeschnitten haben wiederum die ungedüngten Varianten innerhalb der Sorten.
Die ungedüngten Pflanzen der Sorte 'Kagraner Sommer 2' könnte man empfehlen, da sie die höchsten Gewichte vorweisen. Trotzdem sind weniger als 25% dieser Gruppe den Standards zufolge vermarktbar. Von der Sorte ‘Attraktion’ sind mindestens 25% verkaufsfähig. Wiederum stellte sich die ungedüngte Variante am besten dar.

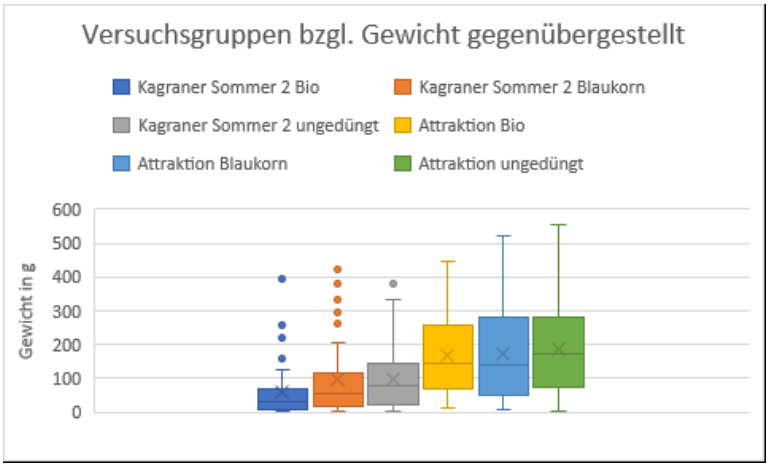


Abbildung 1: **Vergleichende Darstellung der mittleren Kopffrischgewichte (g; Median) nach Sorte und Düngungsform. Gemittelt über alle Wiederholungen.**

Ergebnisse Merkmal „Durchmesser“
Das Merkmal „Durchmesser“ verhielt sich sehr ähnlich wie „Frischgewicht“. Man kann davon ausgehen, dass die Merkmale Gewicht, Höhe und Durchmesser miteinander korrelieren. Die Minimalwerte

aller Gruppen liegen unter 10cm. 'Attraktion' zeigt im Schnitt einen größeren Durchmesser als 'Kagraner Sommer 2'. Ebenso wie beim Gewicht, weisen die ungedüngten Gruppen beider Sorten eine höhere Anzahl an breiteren Salatköpfen auf. Wiederum zeigen die ungedüngten Gruppen den größeren mittleren Durchmesser innerhalb der Sorte an.

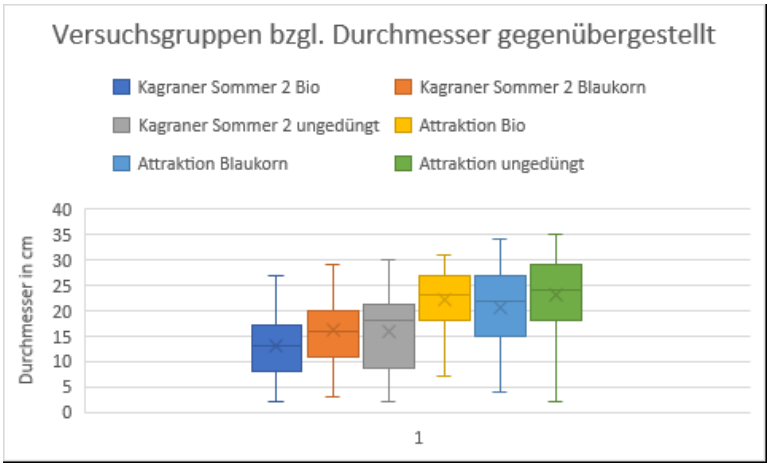


Abbildung 2: **Vergleichende Darstellung der mittleren Kopfdurchmesser (cm; Median) nach Sorte und Düngungsform. Gemittelt über alle Wiederholungen**

Ergebnisse Merkmal „Höhe“

Die Streuung der Sorte ‘Kagraner Sommer 2’ im Merkmal „Höhe“ ist geringer, als der im Merkmal „Durchmesser“. Die Sorte ‘Attraktion’ zeigt wiederum die höchsten Maximalwerte. Die Mediane sind bei 10cm Kopfhöhe. Den höchsten Maximalwert hat die Gruppe ‘Attraktion’ biologisch gedüngt erzielt. Die Streuung der Sorte ‘Attraktion’ ist jedoch höher, als die der Sorte ‘Kagraner Sommer’. Hinsichtlich Parameter Kopfhöhe, erzielte wiederum die Sorte 'Attraktion' (biologisch gedüngt) das höchste Ergebnis. Von 'Attraktion' waren 50% der Salatköpfe höher bzw. gleich dem Maß 10 cm. Bei der Sorte 'Kagraner Sommer 2' sind bei allen Gruppen mindestens 75% unter dem unteren Maß 10cm.

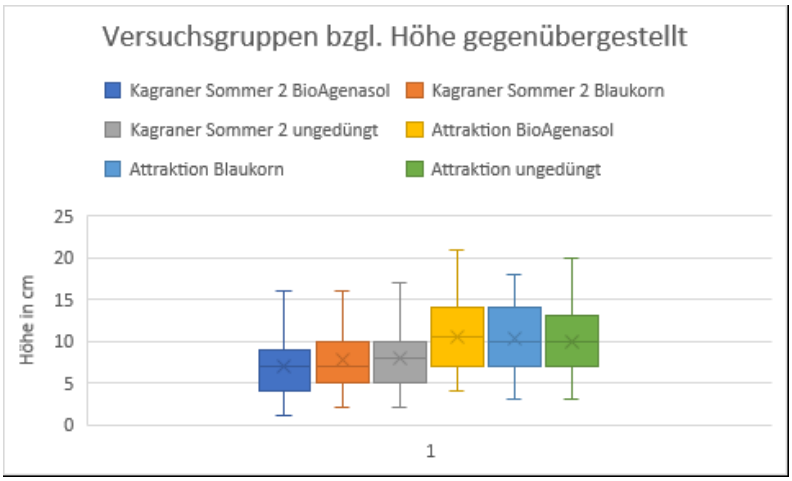


Abbildung 3: **Vergleichende Darstellung der mittleren Kopfhöhen (cm; Median) nach Sorte und Düngungsform. Gemittelt über alle Wiederholungen**

Trotz vergleichbarer Voraussetzungen wurden innerhalb der Wiederholungen der Varianten deutlich streuende Ergebnisse erzielt – was die Aussagekraft reduziert.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass der Großteil der Pflanzen unter dem Mindestgewicht von 200g Frischmasse liegen - 234 von 322 Pflanzen waren nicht vermarktungsgerecht (zu leicht). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass 'Attraktion' im Schnitt höhere Gewichte pro Kopf als ‘Kagraner Sommer 2‘ erzielt hat. Die ungedüngte Kontrolle beider Sorten erzielte im Schnitt höhere Kopfgewichte als die geernteten Köpfe der gedüngten Parzellen. Der Boden in Jedlersdorf gilt als gut bis sehr gut versorgt mit Phosphat und Kalium (eigene Analysen, nicht publiziert. Meissner-Smejkal G.) – möglicherweise hat die zusätzliche Versorgung bereits leistungsreduzierende Konzentrationen erreicht.

Grundsätzlich ist zu erkennen, dass sämtliche Parzellen größtenteils mangelhafte Kopfgrößen hervorgebracht haben.
Aus unserer Sicht mögliche Ursachen für die Heterogenität der Salatköpfe werden in folgenden Faktoren vermutet: (Über-)Düngung, Bodenverdichtungen (aus dem vorhergehenden Obstbau) und dem Witterungsverlauf (nass-kalter Mai, heißester Juni 2019 seit Beginn der Messungen) (ZAMG, 2019). Dies könnte zusätzlicher Stress auf die Pflanzen gebracht haben und die Kopfbildung beeinträchtigt haben (Krug et. al., 2002). Theoretisch wären auch Fehler im Beikrautmanagement, in der Kulturführung und Bewässerung möglich – diese Tätigkeiten sind jedoch gewissenhaft durchgeführt worden.
Zum Faktor „Sorte“: Die Sorte ‘Kagraner Sommer 2’ gilt als schossfest und hitzetolerant. Dies konnten wir in diesem Versuch nicht bestätigen – jedoch könnten die Wetterextreme die physiologischen Eigenschaften überbelastet haben. Sowohl Kopfgewicht als auch Kopfgröße von ‘Kagraner Sommer 2’ blieben hinter den Werten von ‘Attraktion’ zurück.
In Bezug zum Faktor Wirkung biologischer versus mineralischer Düngung („Wie reagieren die Salatsorten auf die unterschiedlichen Düngestrategien?“), kann zusammengefasst werden, dass die Dünger innerhalb einer Sorte keine großen Unterschiede hervorgebracht haben. Vielmehr muss ein allgemein entsprechendes Umfeld für die Pflanzen geschaffen werden. Trotz Düngung haben die ungedüngten Gruppen bessere Ergebnisse erzielt.

Zusammenfassung

Im Zuge eines vergleichenden Anbaus am Standort LFZ Jedlersdorf (Univ. f. Bodenkultur, 1210) nach Bio-Kriterien und integriert-konventionell zweier Lactuca-Salatsorten (‘Attraktion‘ und ‘Kagraner Sommer 2‘) wurden Ertragsbildung und Ausprägung produktbezogener Qualitätsmerkmale erhoben und analysiert. Es wurden die Faktoren „Sorte“ und „Düngemittel“ bei gleich hohem N-Niveau beobachtet (BioAgenasol, Blaukorn). Insgesamt schnitten die ungedüngten Kontrollvarianten hinsichtlich Kopfgewicht und Qualitätsmerkmale am besten ab – wiewohl der überwiegende Anteil geernteter Salatköpfe den geforderten Mindestfrischgewichten nicht entsprochen hat.

Abstract

A comparative farming of organic and integrated production of *Lactuca*-salads (cvs. Attraktion and Kagraner Sommer 2) under field-conditions was conducted at the research-site LFZ Jedlersdorf (A-1210 Vienna). A two-factor trial was established – factor 1 ”cultivar” and factor 2 “fertilizer” (organic-certified BioAgenaSol and conventional blue fertilizer). The supply with Nitrogen was equally levelled (160 kg/ha). The focus was set on harvest and quality-parameters. Summarizing: the majority of lettuce-heads did not meet standards for marketable produce and the non-fertilized variant performed best.

Literatur

BERNREITER S., SCHWABL M. 2020; Qualität produzieren. Bachelorthesis. Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Gartenbau (Betreuung J. Balas). Unveröffentlicht.
KRUG, H**,** LIEBIGg H. und STÜTZEL H. 2002: Gemüseproduktion. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
STRELEC H., LAAHA G., LEISCH F. und SPANGL B. (2017): Statistik. Wien: Skriptum der Universität für Bodenkultur.
UMANN A. (2006): Salate – Professioneller Salatanbau im Freiland. Wien: AV-Buch.
Webressourcen:
AGES (2019): Österreichische Beschreibende Sortenliste 2019 – Landwirtschaftliche Pflanzenarten. https://bsl.baes.gv.at/fileadmin/BSL/pdfVersion/Gesamtversion_Auszug_BSL2019.pdf (20.10.2019).
AGRANA: BioAgenasol®. https://www.agrana.com/produkte/futter-und-duengemittel/duengemittel/#c72601 (11.02.2020).
Durchführungsverordnung (EU) Nr. 543/2011 der Kommission vom 7. Juni 2011 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1234/2007 des Rates für die Sektoren Obst und Gemüse und Verarbeitungserzeugnisse aus Obst und Gemüse mit Anhang I Teil A (20.8.2021)
UNIV. f. BODENKULTUR ClimateData.org (s.a.): Klima Gerasdorf bei Wien. http://de.climate-data.org/location/108897/ (10.02.2020).

COMPO Expert (2020): Blaukorn® classic 12-8-16(+3+10). https://www.compo-expert.com/de/startseite/produktgruppen/spezialmineralduenger/blaukornreg/blaukornreg-classic.html (11.02.2020).
KLITZSCH M. (s.a.): Blaukorn-Düngung - Anwendung, Wirkung und Giftigkeit. https://www.garten-dialog.de/blaukorn/ (12.02.2019).
ORLIK A. 2019: Der Juni 2019 im Überblick. https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/der-waermste-sonnigste-und-trockenste-juni-dermessgeschichte (12.02.2019).
ZAMG Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (s.a.): Jahrbuch. https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch (05.11.2019).

Adresse der Autoren

Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Johannes BALAS, johannes.balas@boku.ac.at

Jungpflanzenproduktion bei Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) der Sorte "Hohes Grünes Superbo" (Typ Genovese) und "Foglia di Lattuga" (neapolitanischer Typ)

Seedling production of basil (Ocimum basilicum L.) of the varieties "Hohes Grünes Superbo" (Genovese type) and "Foglia di Lattuga" (Neapolitan type)

Anna J. Keutgen*, Fabian Maurer, Florian Sadler & Norbert Keutgen

Einleitung

Ziel des Projektes war es, Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) für eine Mischkultur mit Tomate (*Solanum lycopersicon* L.) zu kultivieren. Eine Mischkultur hat zum Ziel, eine Pflanzengesellschaft zu erzeugen, welche die Massenausbreitung von pflanzenpathogenen Schaderregern im biologischen, nachhaltigen Anbau im Freiland und im Gewächshaus erschwert. Die Mischkultur Tomate – Basilikum eignet sich z.B. zur Abwehr der Tabakmottenschildlaus (*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)), die durch den Geruch von Basilikum abgelenkt wird. Im Rahmen der Jungpflanzenproduktion sollen grundlegende phänologische und qualitative Unterschiede zwischen den Basilikumsorten "Hohes Günes Superbo" und "Foglia di Lattuga" in der Aufzucht dokumentiert werden. Geprüft werden sollte, ob es wesentliche Unterschiede bei den Anforderungen den Sorten im geschützten Anbau im Gewächshaus gibt, die bei der Anzucht zu berücksichtigen sind.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten, Standorte: Im Gewächshaus der Universität für Bodenkultur wurden die Basilikumsorten "Hohes Günes Superbo" und "Foglia di Lattuga" angezogen und nach 6 Wochen in Mai 2017 auf dem Lehr- und Forschungszentrum Jedlersdorf ausgepflanzt.
"Hohes Günes Superbo" zählt zu den großen Sorten mit Wuchshöhen von bis zu 60 cm und soll handflächengroße Blätter ausbilden. Die aus dem Sortiment von Austrosaat stammende Sorte soll außerdem eine erhöhte Resistenz gegen Fusarium-Welke (*Fusarium oxysporum*) aufweisen.
"Foglia di Lattuga", auch bekannt als neapolitanisches Basilikum, zeichnet sich durch seinen kompakten, dichten Wuchs und die stark gewellten, hellgrünen Blätter aus, die – wie der Name schon sagt – an Salat erinnern. Diese Sorte stammt aus dem Sortiment der Reinsaat KG und weist ein Tausendkorngewicht von 1,74 g auf.
Versuchsanlage: Die Aussaat der Basilikumpflanzen erfolgte am 17.03.2017 in Multitopfplatten mit 24 Töpfen. Hierzu wurde ein Substrat vorbereitet, das aus 4 Teilen Bio-Kräuter- und Aussaaterde (Fa. Floragard), einem Teil Quarzsand (Fa. Min2C) und einem Teil Vermiculit (Fa. RHP) bestand. Über das angegossene Substrat wurden die mit Sand versetzten Samen per Hand ausgestreut und anschließend mit einem Pump-Sprüher angefeuchtet. Da Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) zu den Lichtkeimern zählt, wurden die Samen nicht mit Substrat bedeckt. Um eine dauerhafte relative Luftfeuchtigkeit von über 70 % bei Temperaturen zwischen 24-28 °C zu gewährleisten, wurden die Multitopfplatten mit einer Plastikhaube bedeckt. Das Höhenwachstum und die Nodienzahl wurden wöchentlich dokumentiert und die Blattfarbe am Versuchende mit dem Minolta Chroma Meter CR-410 Colorimeter erfasst.

Tabelle 1: **Mittlere Wuchshöhe / Nodienzahl der Basilikumsorten**

	"Hohes Günes Superbo"	"Foglia di Lattuga"
1. Woche	3,9 cm / 1	3,5 cm / 1
2. Woche	7,9 cm / 2	5,9 cm / 2
3. Woche	12,4 cm / 3	11,4 cm / 3

Ergebnisse und Diskussion

Bereits am Ende der ersten Woche nach der Aussaat zeigte sich bei beiden Sorten eine sehr erfolgreiche Keimung, da alle Multitopfplatten mit jungen Sämlingen gefüllt waren. Während des Wachstums war die durchschnittliche Nodienanzahl beider Sorten immer gleich. In der Wuchshöhe war "Hohes Günes Superbo" dem etwas kleinwüchsigeren "Foglia di Lattuga" überlegen (Tabelle 1). Die Blätter beider Sorten unterschieden sich in Ihrer Farbausprägung deutlich: die Sorte "Hohes Grünes Superbo" zeichnete sich durch ein dunkleres, kräftigeres Grün aus (Abbildung 1).

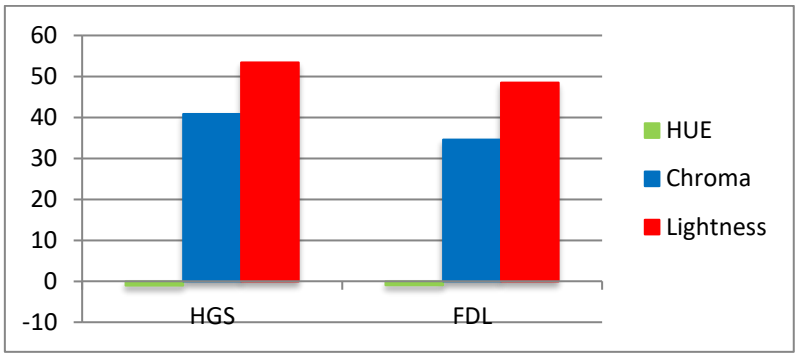


Abbildung 1: **Farbwinkel (HUE), Farbsättigung (Chroma) und Helligkeit (Lightness) von "Hohes Günes Superbo" und "Foglia di Lattuga"**

Innerhalb des gesamten Bestandes kam es zu einem Fusarium-Befall (*Fusarium oxysporum*). Der Pilz fand in den feucht gehaltenen Multitopfplatten und der warmen Umgebungsluft ideale Bedingungen.Trotz identischer Multitopfplatten, Substrate und Klimafaktoren betrug die Ausfallrate bei der Sorte "Hohes Günes Superbo" lediglich 20%, bei "Foglia di Lattuga" jedoch 70%.

Zusammenfassung

Ein sortentypischer Unterschied zwischen den Basilikumjungpflanzen war schon sehr früh anhand der Farbunterschiede der Blätter zu erkennen. Die Sorte "Hohes Grünes Superbo" zeichnete sich durch ein dunkleres, kräftigeres Grün aus. Auch war "Hohes Grünes Superbo" im Vergleich zu "Foglia di Lattuga" mit einer durchschnittlichen Höhendifferenz von 1,0 cm nach 3 Wochen etwas wüchsiger. Positiv hervorzuheben ist die in diesem Versuch bestätigte höhere Resistenz gegen Fusarium-Welke von "Hohes Grünes Superbo". Auf der Grundlage dieses Ergebnisses bei der Jungpflanzenanzucht kann "Hohes Grünes Superbo" gegenüber "Foglia di Lattuga" für die Mischkultur empfohlen werden, da bei der Anzucht (und auch auf dem Feld?) mit weniger Ausfall durch Fusarium-Befall zu rechnen ist.

Abstract

A cultivar difference between the young basil plants could be recognized very early on from the colour differences of the leaves. The cltivar "Hohes Grünes Superbo" was characterized by a darker, stronger green leaf colour. "Hohes Grünes Superbo" was also a little more vigorous compared to "Foglia di Lattuga" with an average height difference of 1.0 cm after 3 weeks. The higher resistance to Fusarium wilt of "Hohes Grünes Superbo", which was confirmed in this experiment, is emphasized. On the basis of this result for young plant cultivation, "Hohes Grünes Superbo" can be recommended as opposed to "Foglia di Lattuga" for mixed cultivation, since fewer losses due to Fusarium infestation can be expected during cultivation in the greenhouse (and possibly also in the field).

Adressen der Autoren

BOKU - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna, Österreich

*Ansprechpartnerin: Univ.-Prof. Dipl.-Ing.sc.agr. Dr.sc.agr. Dr. hab. Anna Jadwiga KEUTGEN, anna.keutgen@boku.ac.at

Charakterisierung von drei Bärlauchpopulationen mittels Blattmorphologie und Chlorophyllfluoreszenz

Characterization of three bear's garlic populations by leaf morphology and chlorophyll fluorescence

Phillip Unterpirker, Norbert Keutgen* & Anna Jadwiga Keutgen

Einleitung

Mit Ausnahme des Mittelmeerraumes und Ungarns kommt Bärlauch in fast ganz Europa vor und steigt in Höhen bis auf ca. 1500 m auf. Mit Ausnahme der Unterart *Allium ursinum* subsp. *ucrainicum* OKSNER & KLEOPOW, die sich durch glatte Blütenstiele auszeichnet und von den Belegen aus der Ukraine, Russland, Bulgarien, Rumänien, Tschechien, Slowakei, Italien, Österreich (Carnuntum) und Griechenland bekannt sind (https://www.gbif.org/species/2857606), wird die Mehrzahl der europäischen Formen der Nominalform *Allium ursinum* subsp. *ursinum* L. zugerechnet mit Fundorten vor allem in Deutschland, aber auch Österreich, Schweiz, Tschechien, Slowakei, Georgien, Dänemark, Frankreich, Groß Britannien, Spanien und Italien (https://www.gbif.org/occurrence/map?q= allium%20ursinum%20ursinum&taxon_key=7456336). Aus dem Wienerwald wurden in der Umgebung von Lacy's Grab, der Marswiese und auf der Sophienalpe lokale Populationen von Bärlauch untersucht und morphologisch und mit Hilfe der Chlorophyllfluoreszenz charakterisiert.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: *Allium ursinum* subsp. beprobt 2016.
Standorte: Umgebung von Wien, Lacy's Grab (48°14'36.2"N 16°16'47.8"E), der Marswiese (48°14'42.8"N 16°15'56.7"E) und auf der Sophienalpe (48°14'47.2"N 16°13'39.3"E).
Versuchsanlage: Charakterisierung des Blattwachstums und Messung der Chlorophyllfluoreszenz mit dem Mini-PAM der Firma Walz GmbH. Die Datenauswertung der Chlorophyllfluoreszenz erfolgte mit SPSS (IBM® SPSS® Statistics Version 24). Die Daten wurden mittels Kolmogorov-Smirnov- und Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung geprüft. Da diese nicht gegeben war, wurde mittels Kruskal-Wallis- und Mann-Whitney-U-Tests auf signifikante Unterschiede getestet. Das 5%-Signifikanzniveau wurde nach Bonferroni korrigiert.

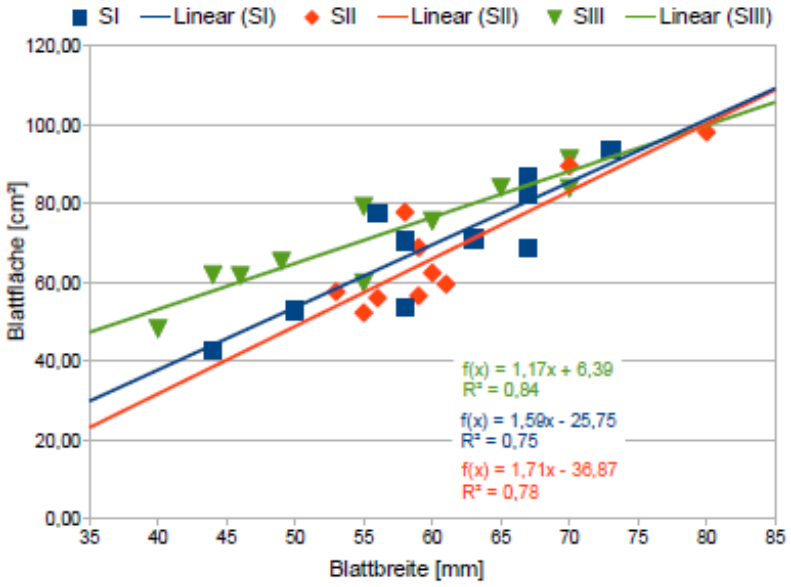


Abbildung 1: **Vergleich des Verhältnisses Blattfläche zu Blattbreite bei Individuen aus den ausgewählten Bärlauch-Populationen (SI – Lacy's Grab; SII – Marswiese; SIII – Sophienalpe)**

Ergebnisse und Diskussion

Die Wachstumsstudie zeigte deutliche Unterschiede zwischen den Blättern der Pflanzen von der Sophienhöhe auf der einen und denen von der Marswiese und Lacy's Grab auf der anderen Seite. Die Blätter von der Sophienhöhe bildeten zum Teil deutlich schlankere Blätter aus (Abbildung 1).

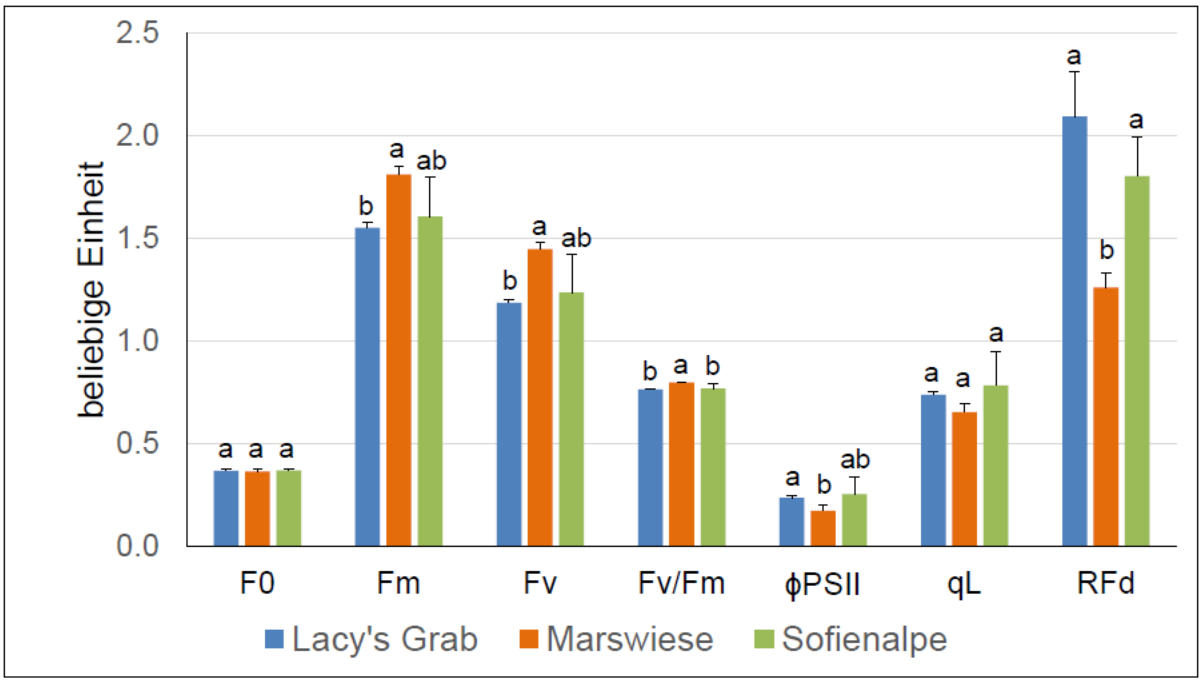


Abbildung 2: **Chlorophyllfluoreszenzparameter gemessen an Blättern ausgewählter Bärlauch-Populationen (SI – Lacy's Grab; SII – Marswiese; SIII – Sophienalpe)**

Vor Durchführung der Chlorophyllfluoreszenzmessungen wurde die Lichtintensität in den Beständen gemessen. Bei Lacy's Grab schwankte sie zwischen 220 und 300 µmol Photonen m^{-2} s^{-1}, im Mittel betrug sie 290 µmol m^{-2} s^{-1}. Die mit Abstand niedrigste Lichtintensität von c. 50 µmol Photonen m^{-2} s^{-1} wurde im Bestand Marswiese gemessen. Auf der Sophienhöhe variierte sie von 135 bis 190 µmol Photonen m^{-2} s^{-1}, und lag im Mittel bei 160 µmol Photonen m^{-2} s^{-1}. Zuerst wurde die Chlorophyllfluoreszenz dunkeladaptierter Blätter erfasst, dann wurden die Blätter an eine Lichtintensität von 120 µmol Photonen m^{-2} s^{-1} adaptiert und die lichtadaptierten Fluoreszenzparameter erfasst.
Die minimale Fluoreszenz (F_0) war bei allen Bärlauch-Populationen gleich (Abbildung 2), dagegen war die maximale Fluoreszenz (F_m) der Marswiese-Population signifikant größer als F_m von Lacy's Grab. Dies mag mit der Anpassung dieser Population an die geringe Lichtverfügbarkeit zusammenhängen. Auch die optimale Quantenausbeute (F_v/F_m) war bei der Marswiese-Population am größten (Abbildung 2), was auf die effektive Lichtausnutzung von PSII bei dieser Population hinweist. Dagegen waren die effektive Quantenausbeute (φ_{PSII}) und das Fluoreszenzabnahme-Verhältnis (R_{Fd}) bei der Marswiese-Population am kleinsten. Beide Parameter werden als potentielles Maß für die Photosyntheseleistung bewertet und deuten an, dass diese bei der an sehr niedrigen Lichtintensität angepasste Bärlauchpopulation am geringsten war. Der Anteil offener PSII-Reaktionszentren (q_L) unterschied sich bei den drei Populationen nicht signifikant (Abbildung 2).

Zusammenfassung

Die Bärlauch-Population von der Sophienhöhe unterschied sich in ihrem äußeren Erscheinungsbild von denen der Marswiese und Lacy's Grab. Die Blätter der Population von der Sophienhöhe waren z.T. deutlich schlanker als diejenigen der anderen beiden Populationen. Dieser Unterschied fand sich jedoch nicht bei den Chlorophyllfluoreszenzwerten wieder. Die Chlorophyllfluoreszenz der drei Bärlauchpo-

pulationen wurde durch die Lichtbedingungen am Fundort bestimmt. Hier ergab der Vergleich der morphologisch identischen Populationen von der Marswiese und Lacy's Grab eine offensichtliche Anpassung der zuerst genannten Population an sehr niedrige Lichtbedingungen.

Abstract

Populations of *Allium ursinum* L. subsp. were sampled in 2016 in the environment of Vienna, at Lacy's tomb (48°14'36.2"N 16°16'47.8"E), Marswiese (48°14'42.8"N 16°15'56.7"E) and at Sophienalpe (48°14'47.2"N 16°13'39.3"E). Leaf growth was characterised and chlorophyll fluorescence was measured with the Mini-PAM of the company Walz GmbH. The appearance of the bear's garlic population from Sophienhöhe differed from that of Marswiese and from Lacy's tomb. The leaves of the population from Sophienhöhe were in part significantly slimmer than those of the other two populations. However, this difference was not reflect by chlorophyll fluorescence parameters. Instead, the chlorophyll fluorescence of the three bear's garlic populations was determined by the light conditions at the sites. Here, the comparison of the morphologically identical populations from Marswiese and Lacy's tomb resulted in an obvious adaptation of the former population to very low light intensities.

Literatur

GBIF - Global Biodiversity Information Facility. Free and open access to biodiversity data. https://www.gbif.org/. Last visited 11.02.2020.

Adresse der Autoren

BOKU - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna, Österreich

* Ansprechpartner: Dr. hab. Norbert KEUTGEN, norbert.keutgen@boku.ac.at

Wirksamkeit von Saatgutbeizen mit und ohne Neonicotinoide

Efficacy of seed treatments with and without Neonicotinoids

Friedrich Kempl[1] & Katharina Wechselberger[2]

Einleitung

Das Verbot von Neonicotinoiden in der Beize von Zuckerrübensaatgut veränderte die Möglichkeiten der Schädlingsbekämpfung durch insektiziden Saatgutschutz enorm. Zurück blieb nur der Wirkstoff Tefluthrin, der jedoch keine systemische Wirkung aufweist.
In Österreich wurde ab 2019 für einen Teil der Rübenfläche eine Notfallzulassung für die Verwendung von Neonicotinoiden als Saatgutbehandlung erteilt. Da eine Notfallzulassung auf maximal 120 Tage zeitlich begrenzt ist, muss die Zuckerrübe in Zukunft wahrscheinlich ohne diese Wirkstoffe vor Schädlingen geschützt werden. Ziel ist es, Leitlinien zur Schädlingsbekämpfung für Rübenanbauer im Rahmen eines integrierten Schädlingsmanagements zu entwickeln.
Diese Experimente wurden im Rahmen eines Projekts der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ durchgeführt.

Material und Methoden

Auf jeweils vier Standorten 2019 und 2020 wurden Feldversuche mit unterschiedlich behandeltem Saatgut angelegt und der Befall durch Schädlinge sowie daraus resultierende Pflanzenverluste erfasst. Es wurde keine zusätzlichen Spritzungen mit Insektiziden durchgeführt.
Folgende Behandlungen wurden getestet:

- Bio: Unbehandelt
- Force: 12 g Tefluthrin / U
- Cruiser/Force (nur 2019): 60 g Thiamethoxam + 8 g Tefluthrin / U
- Poncho beta (nur 2020): 60 g Clothianidin + 8 g beta-Cyfluthrin / U

Ergebnisse und Diskussion

Im Jahr 2019 musste nach starkem Befall durch den Rübenderbrüssler (*Asproparthenis punctiventris*) der Versuch in Trübensee umgebrochen und neu ausgesät werden. Der Pflanzenbestand dieses zweiten Aufwuchses wurde in der Folge nicht mehr durch den Rübenderbrüssler dezimiert. Auf den Standorten Franzensdorf, Fuchsenbigl und Stronsdorf blieben die Pflanzenbestände in unterschiedlichem Ausmaß erhalten. In Franzensdorf und in Stronsdorf wurden durch Schädlingsbefall signifikante Unterschiede in der Bestandesdichte verursacht. Diese sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Verluste im Pflanzenbestand wirken sich auch deutlich auf die Zuckerträge aus, diese sind in Abbildung 1 dargestellt.

Im Jahr 2020 gab es wiederum auf allen Standorten Schädlingsbefall, der Befall durch Rübenderbrüssler war dominierend, es trat aber auch Rübenerdfloh (*Chaetocnema tibialis*) auf. In Franzensdorf, Stronsdorf und vor allem in Trübensee kam es auf den Parzellen auf denen unbehandeltes Saatgut ausgesät wurde aber auch auf der Variante mit der Neonicotinoid-freien Saatgutbeize Force zu deutlichen Pflanzenverlusten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt. Es wurden trotz teilweiser sehr starker Pflanzenausfälle die Bestände nicht umgebrochen. In Abbildung 2 wird als Beispiel für einen Rübenbestand nach starkem Rübenderbrüsslerbefall der Standort Trübensee gezeigt.

Tabelle 1: **Mittlere Anzahl von Rübe pro Parzelle auf vier Standorten mit unterschiedlicher Saatgutbehandlung 2019**

Variante	n	Franzensdorf 11.09.2019	Fuchsenbigl 24.09.2019	Stronsdorf 24.09.2019	Trübensee * 12.09.2019
1 Unbehandelt	4	71 B	149 A	27 C	143 A
2 Force: 12 g Tefluthrin	4	129 A	161 A	65 B	143 A
3 Cruiser/Force: 60 g Thiamethoxam + 8 g Tefluthrin	4	149 A	160 A	98 A	142 A
GD 5%		37,95	12,65	16,34	16,73
Signifikanz		**	n.s.	***	n.s.

* zweiter Anbau nach Umbruch verursacht durch Rübenderbrüsslerbefall

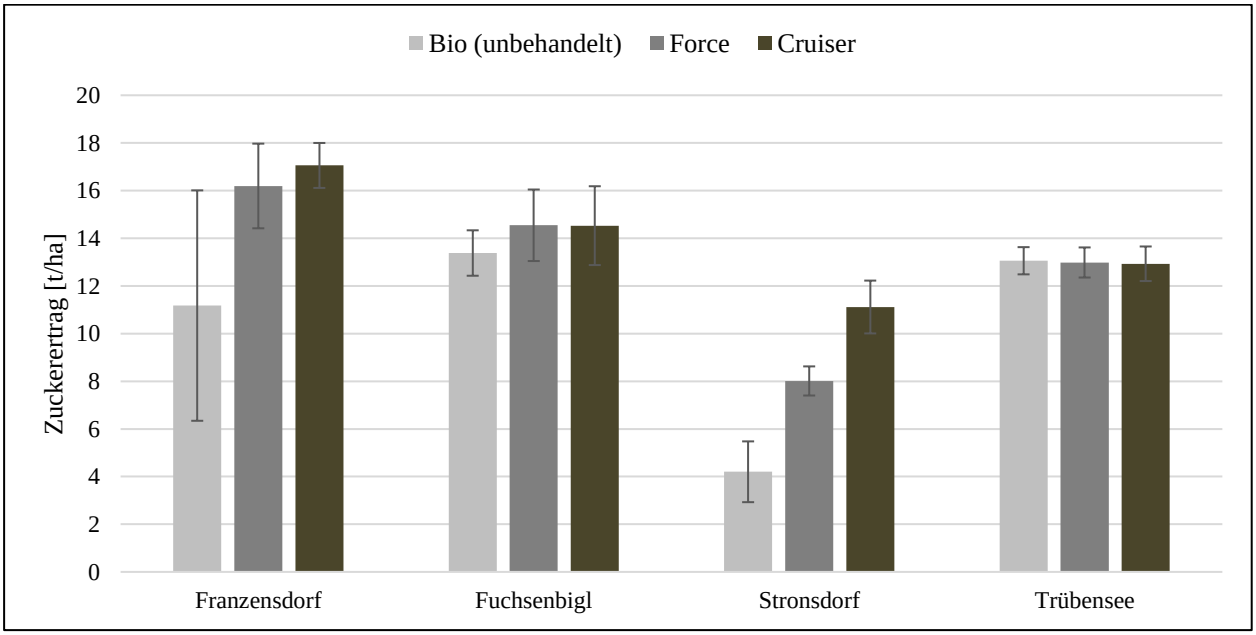


Abbildung 1: **Zuckerertrag auf vier Standorten 2019 nach unterschiedlicher Saatgutbehandlung, mit Standardabweichung.**

Tabelle 2: **Mittlere Anzahl von Rübe pro Parzelle auf vier Standorten mit unterschiedlicher Saatgutbehandlung 2020**

Variante	n	Engelhartstetten 07.05.2020	Franzensdorf 07.05.2020	Stronsdorf 02.06.2020	Trübensee 05.05.2020
1 Unbehhandelt	4	109	84	99	45
2 Force: 12 g Tefluthrin	4	140	99	123	50
3 Poncho beta: 60 g Clothianidin + 8 g beta-Cyfluthrin	4	161	128	113	131

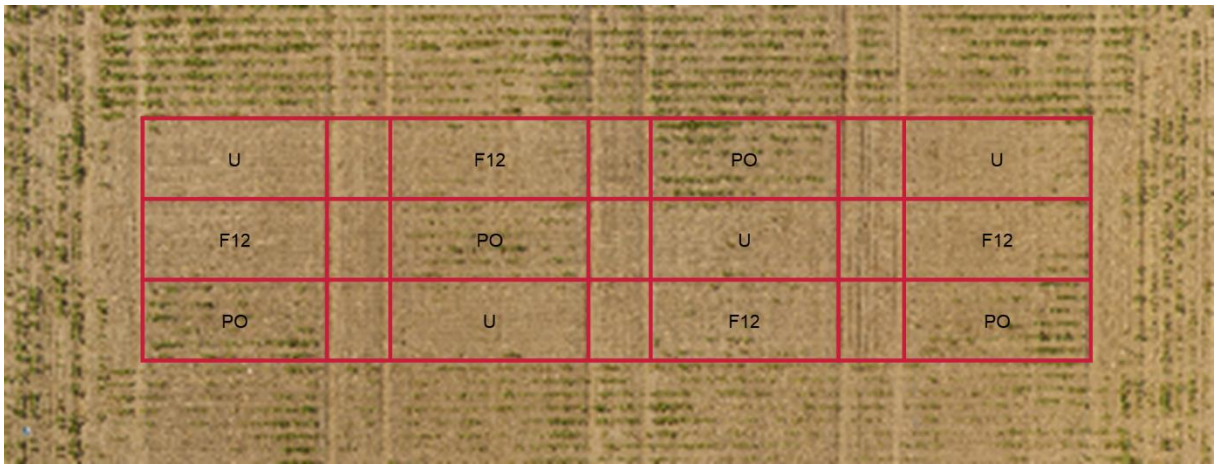


Abbildung 2: **Rübenbestand am Standort Trübensee am 20. Mai 2020.**
U: Unbehandelt, F12: Force, PO: Poncho beta

Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede: Diese wurden hauptsächlich durch *Asproparthenis punctiventris* und *Chaetocnema tibialis* verursacht. Die Ergebnisse zeigen, dass mit Neonicotinoiden behandeltes Saatgut, insbesondere bei Befallsdruck durch Rübenderbrüssler, bessere Ergebnisse liefern.
Der Befall mit Blattläusen war 2019 und 2020 auf den Prüfstandorten nur von untergeordneter Bedeutung.

Abstract

The ban of Neonicotinoids in the dressing of sugar beet seeds eliminated a considerable part of the insecticidal plant protection. Only the active ingredient Tefluthrin, which, however, has no systemic effect, remained. In Austria, a derogation for the use of Neonicotinoids as seed treatment was achieved beginning in 2019 for a part of the beet growing area. Nevertheless, it will be necessary in future to protect sugar beet against pests even without these active ingredients. The aim is to develop guidelines for beet growers to control pests within the framework of integrated pest management.
The results show clear differences which were mainly caused by *Asproparthenis punctiventris* and *Chaetocnema tibialis*. Achieved results underline that seeds treated with Neonicotinoids perform better, especially under heavy insect pest infestation and adverse weather conditions in early stages of plant development. In 2019 and 2020 infestation by aphids was only of minor importance.
These experiments were carried out as part of an EIP project.

Adressen der Autoren

[1] AGRANA Sales & Marketing GmbH, Josef-Reither-Straße 21-23, A-3430 Tulln

[2] Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Friedrich KEMPL, friedrich.kempl@agrana.com

PARTICIPATING IN
eip-agri
funded by European Commission

Ökologische Pflanzenschutzkonzepte im Zierpflanzen- und Kräuteranbau

Ecological plant protection concepts for ornamental and herb production

Anna Pollak*, Dominik Linhard & Thomas Durstberger

Einleitung

Um die vom Handel und Konsument:innen gewünschte Qualität zu gewährleisten, werden bei der Produktion von Zierpflanzen verschiedene Pestizide eingesetzt und auf einer Mehrzahl der Zierpflanzen im österreichischen Handel können multiple Pestizidrückstände nachgewiesen werden. Der Pestizideinsatz sowie auch die Rückstände haben negative Auswirkungen auf die Umwelt und stellen außerdem ein Risiko für die Gesundheit von Produzent:innen und Florist:innen dar. Ein spezieller Aspekt ist dabei auch der hohe Pestizideinsatz in den Herkunftsländern der Jungware sowie die daraus resultierenden Rückstände von häufig in der EU nicht mehr zugelassenen Pestiziden, wie etwa hoch bienengiftigen Neonicotinoiden, die mit der Jungware importiert werden.
Seit dem Frühjahr 2021 beschäftigt sich das GLOBAL 2000-Umweltforschungsinstitut in einem von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) geförderten Projekt (Laufzeit 3 Jahre) mit der Minimierung des Pestizideinsatzes in der Zierpflanzen- und Kräuterproduktion sowie einer ökotoxikologischen Klassifizierung der in der Branche zugelassenen Pestizidprodukte.

Projektziele:

1. Ökotoxikologische Bewertung aller im österreichischen Zierpflanzenbau und in der Kräuterproduktion zugelassenen Pestizide (Wirkstoffe)
2. Erstellung eines Kataloges, in dem alle im Zierpflanzenbau und in der Kräuterproduktion zugelassen Pflanzenschutzmittel (Produkte) und ihre ökotoxikologische Bewertung gelistet sind
3. Sammlung neuer Kenntnisse über Pestizidrückstände auf importierter Jungware
4. Durchführung von Feldversuchen, um praxistaugliche, ökologische Pflanzenschutzkonzepte und neue Strategien zur Substitution besonders umweltschädigender Pestizide zu entwickeln

Material und Methoden

Zur ökotoxikologischen Bewertung wird ein bestehendes Ökotox-Bewertungssystem weiterentwickelt, mit internationalen Bewertungssystemen abgeglichen und für die Anwendung in der Branche optimiert. Kernstück der Bewertung ist der Ökotox-Index (ÖI), der die Auswirkungen auf die Umwelt beschreibt und einen Vergleich der Umweltgiftigkeit verschiedener Pestizide ermöglicht. Zur Bewertung der einzelnen Pestizide werden Daten der Pesticide Properties DataBase (PPDB) der University of Hertfordshire (UK) herangezogen. Basierend auf dem ÖI, wird ein Katalog erstellt, der als Grundlage für kommende Qualitätsrichtlinien und Normen herangezogen werden kann.

Seit dem Frühjahr 2020 wurden Feldversuche zu alternativen Pflanzenschutzkonzepten bei mehreren Gartenbaubetrieben durchgeführt. Dabei wurden Strategien und Produkte der Firmen biohelp, Agrosolution und Multikraft mit unbehandelten Kontrollvarianten verglichen. Außerdem wird gemeinsam mit der Fima ProAqua das Potential von Elektrolysewasser, welches mittels Bor-dotierter Diamantelektroden hergestellt wird, zur Anwendung im Pflanzenschutz ermittelt. Für das Jahr 2021 und 2022 sind weitere Versuche geplant.

Bei den Partnerbetrieben werden laufend Pflanzenproben gezogen und durch ein akkreditiertes Labor per Multimethode auf Pestizidrückstände untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Der Ökotox-Katalog in seiner ersten Version (Abb. 1) liegt für 2021 vor und wurde an Partnerbetriebe für Feedback übergeben. Die Rückmeldungen werden in weiterer Folge für eine Optimierung hinsichtlich Benutzungsfreundlichkeit genutzt.

Handelsbezeichnung	Register-nummer	Wirkstoff	Resistenzklasse	Schadfaktor Zierpflanzen	Schadfaktor Kräuter	Öl-Summe	CfS	Bestäuber-gefährlich	WHO, CMR, EDC, h330
Lizetan Orchideen-Spray AF	3148-912	Pyrethrine, Rapsöl	3A, nicht gelistet	Mottenschildläuse, Saugende Insekten, Schildlaus-Arten, Spinnmilben, Woll- oder Schmierläuse	--	0,79		Bestäuber	EDC
Lizetan Zierpflanzen- und Rosen-Spray	3148-908	Pyrethrine, Rapsöl	3A, nicht gelistet	Mottenschildläuse, Saugende Insekten, Schildlaus-Arten, Spinnmilben, Woll- oder Schmierläuse	--	0,79		Bestäuber	EDC
Micula	2568-902	Rapsöl	nicht gelistet	Blattläuse, Schildlaus-Arten, Spinnmilben, Weiße Fliege (Mottenschildlaus)	--	0,17			
Milbeknock	2875-0	Milbemectin	6	Minierfliegen, Spinnmilben	--	0,69		Bestäuber	
Milbeknock Top	2875-902	Milbemectin	6	Minierfliegen, Spinnmilben	--	0,69		Bestäuber	
Neem Plus Schädlingsfrei	3602-0	Azadirachtin, Rapsöl	UN, nicht gelistet	Blattläuse, Schildlaus-Arten, Spinnmilben, Thripse, Weiße Fliege (Mottenschildlaus)	--	0,64			

Abbildung 30: **Ausschnitt aus der ersten Version des Katalogs „Pflanzenschutzmittel im Zierpflanzen- und Kräuteranbau – Bewertung der Umweltauswirkungen“ (Arbeitstitel).**

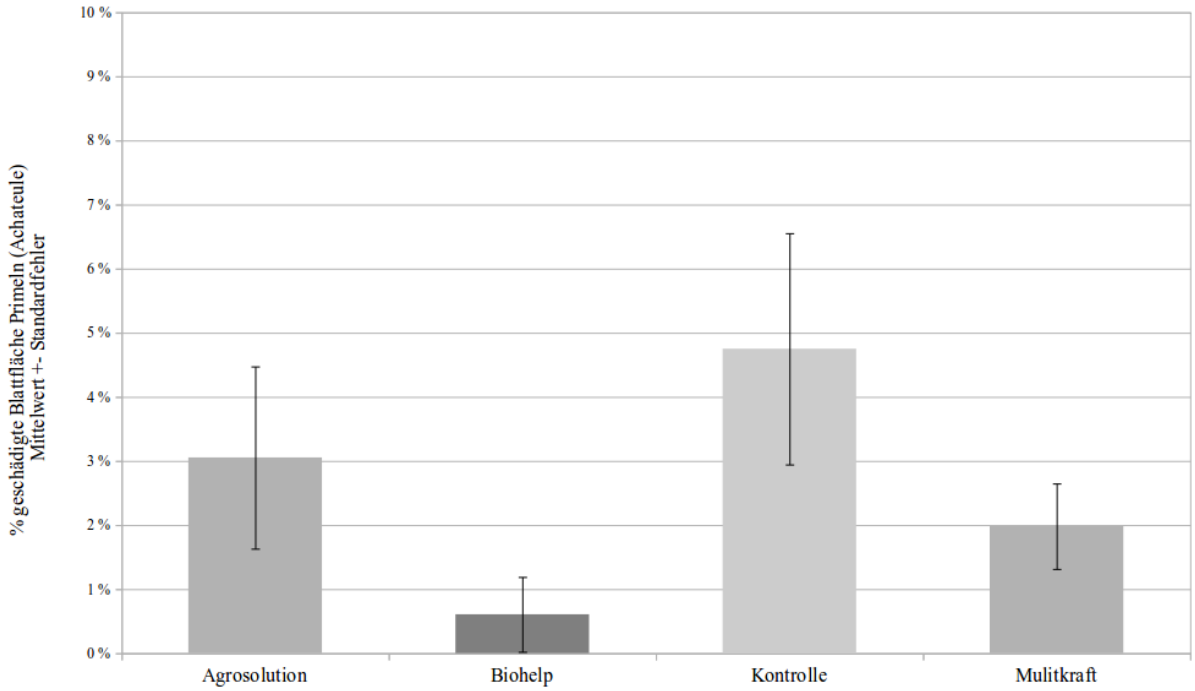


Abbildung 31: **Versuch mit Primeln, Glashaus, September 2020 bis Jänner 2021. Prozentsatz an durch Raupenfraß (Achateule - Phlogophora miculosa) Blattfläche (MW +/- SE). Der Effekt verschiedener biologischer Pflanzenschutzmittel wurde getestet.**

Ausgewählte Boniturergebnisse der Feldversuche:

- Primeln, Glashaus, Oberösterreich, September 2020 bis Jänner 2021
  Der größte Unterschied zwischen den Behandlungsvarianten war bei der Untersuchung auf Schäden durch die Raupen der Achateule (*Phlogophora meticulosa*) zu sehen (Abb. 2). Hier schnitt die Kombination von Florbac® mit dem Netzmittel Helioterpen® (Biohelp) am besten ab (durchschnittlich waren in dieser Variante auf 0,61 % der Blattfläche Fraßschäden zu sehen). Unbehandelt zeigte durchschnittlich 4,75 % der Blattfläche Schäden durch Raupen. Die Blattfläche von Pflanzen, die mit Effektiven Mikroorganismen (Multikraft) behandelt wurden, war zu 1,98 %, jener mit NovaFerm®Orion (Agrosolution) zu 3,05 % geschädigt.

- Violen, Freiland, Burgenland, August bis Oktober 2020
  Unbehandelt zeigten durchschnittlich 9,01 % der Blattfläche Symptome von *Botrytis cinerea* . Die Kombination von Vitisan® mit dem Netzmittel Wetcit® (Biohelp) schnitt am besten ab (durchschnittlich zeigten hier 1,96 % der Blattfläche Botrytis-Symptome), gefolgt von NovaFerm®Sirius (Agroso-

lution, 5,04 %), Effektiven Mikroorganismen (Multikraft-Mischung, 6,40 %). Außerdem war zu beobachten, dass Pflanzen, die mit Effektiven Mikroorganismen behandelt wurden, ein kompakteres Erscheinungsbild (geringere Höhe und Durchmesser) hatten.

Bisher wurden im Rahmen des Projektes 59 Pflanzenproben untersucht, wobei die Schwerpunkte auf importierter Jungware und bestäuberfreundlichen Pflanzen lagen. 90 % der Proben wiesen Pestizidrückstände auf und 81 % Mehrfachrückstände. Die Proben enthielten durchschnittlich 6 Pestizide und es wurden bis zu 18 Wirkstoffe auf einer Probe nachgewiesen. Außerdem wurden auf 73% der Proben Pestizide gefunden, die in der EU nicht zugelassen sind. Die Analysen zeigen, dass bereits den zugekauften Jungpflanzen viele Pestizide anhaften und dass auch Bienenweiden, wie z.B. Lavendel, in vielen Fällen stark mit Pestiziden belastet sind.

Zusammenfassung

Um die Anforderungen der Konsument:innen zu erfüllen, wird im Zierpflanzen- und Kräuteranbau eine Vielzahl an chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln verwendet, die sich nicht nur negativ auf die Umwelt auswirken können, sondern auch zum Gesundheitsrisiko für Produzent:innen und Florist:innen werden können. Im Rahmen eines Forschungsprojektes werden diese Pflanzenschutzmittel anhand ihrer Umweltauswirkung bewertet und ökologische Alternativen getestet. Ein Ökotox-Katalog mit allen für den Zierpflanzen- und Kräuteranbau in Österreich zugelassenen Pestizidprodukten wird erstellt und der Branche zur Verfügung gestellt. Die Zwischenergebnisse mehrerer Feldversuche zeigten, dass biologische Pflanzenschutzmittel einen hohen Wirkungsgrad gegenüber bestimmten phytopathogenen Krankheiten und Schädlingen haben. Ebenso konnten Effektive Mikroorganismen und Pflanzenstärkungsmittel den Befallsdruck reduzieren. Bis zum Projektende 2023 ist die Durchführung weiterer Feldversuche geplant, auch mit der zusätzlichen Variante Elektrolysewasser. Analysen der Pestizidrückstände zeigen, dass Zierpflanzen in der Regel Mehrfachrückstände aufweisen. Dies gilt auch für Pflanzen, die als „bienenfreundlich“ ausgelobt werden. In vielen Fällen ist importierte Jungware mit mehreren Pestiziden belastet, darunter auch regelmäßig mit Pestiziden, die in der EU nicht mehr zugelassen sind.

Abstract

In order to meet the requirements of consumers, a large number of synthetic-chemical pesticides are used in the cultivation of ornamental plants and herbs, which not only have a negative impact on the environment, but can also be a health risk for producers and florists. As part of a research project, these pesticides are evaluated for their environmental impact and ecological alternatives are tested. An ecotox-catalogue with all pesticide products authorised in Austria for the cultivation of herbs and ornamentals is being developed and will be made available to the horticultural sector. The interim results of several field trials showed that biological plant protection products have the highest efficacy against phytopathogenic diseases and pests. Similarly, treatments with Effective Microorganisms and plant strengthening agents were able to reduce infestation pressure. Further field trials are planned to be carried out by the end of the project in 2023 including water produced by electrolysis as an additional treatment method. Analyses of pesticide residues show that ornamental plants are regularly contaminated with multiple pesticides, even plants labelled as “bee-friendly. Imported seedlings and young plants are often contaminated with multiple pesticides, including pesticides that are not approved in the EU.

Adressen der Autoren

GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut, Neustiftgasse 36, A-1070 Wien

* Ansprechpartnerin: DI Anna POLLAK, anna.pollak@global2000.at

Anthraknose an Lupinen – Wie anfällig sind unterschiedliche Lupinenarten?

Anthracnose on lupins – how susceptible are the different types of lupins?

Anna Mayrhofer[1*] & Waltraud Hein[2]

Einleitung

Die Andenlupine (*lupinus mutabilis*) ist eine aus Südamerika stammende einjährige Leguminose. Sie wurde im Rahmen des EU-Projekts LIBBIO in der Abteilung Biologischer Ackerbau am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein an den Standorten Trautenfels und Lambach angebaut. Im Jahr 2020 trat im gesamten Bestand ein Befall mit der Lupinenkrankheit Anthraknose auf. Diese Mykose wird vom Pilz *Colletotrichum lupini*, welcher zu den Deuteromyceten zählt, hervorgerufen. Der Anthraknosebefall wird sichtbar durch verdrehte Stängel sowie Brennflecken an Stängeln und Hülsen. Anthraknose ist eine samenbürtige Krankheit, die Infektion erfolgt in erster Linie durch infiziertes Saatgut, es kommt jedoch auch zu einer Ausbreitung (Sekundärbefall) auf gesunde Nachbarpflanzen. Feuchte und warme Witterungsbedingungen begünstigen die Ausbreitung. Im ökologischen Landbau gibt es keine effektiven Maßnahmen, um eine Anthraknoseinfektion zu unterbinden, da die Krankheit oft erst im Spätstadium erkannt wird und ein Entfernen der befallenen Pflanzen dann die großflächige Ausbreitung nicht mehr verhindern kann.

Material und Methoden

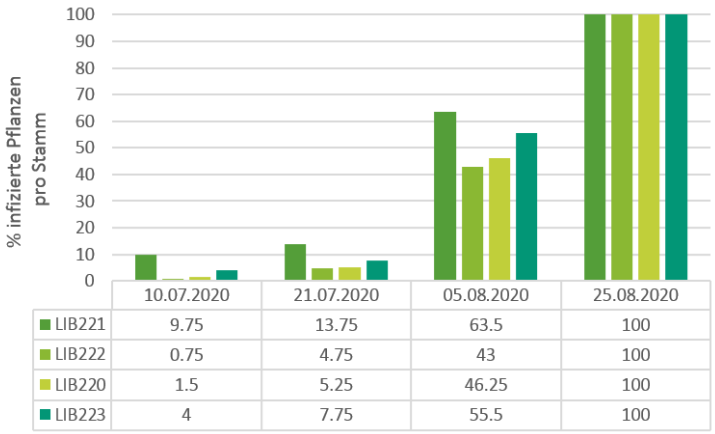
Jahre, Pflanzenarten: Die Daten stammen aus dem Jahr 2020 von der Sorte Branco (LIB223) und drei weiteren Zuchtstämmen (LIB221, LIB222 und LIB220) der Andenlupine, sowie je einer Sorte von Weißer und Blauer Lupine.
Standort: Der Standort liegt in der Steiermark, in Trautenfels, im alpinen Klimagebiet.
Versuchsanlage: Die Fläche der Parzellen betrug je 7m^2, alle Varianten wurden in 4-facher Wiederholung angelegt.
Sorten: Es gibt nur eine Sorte, nämlich die Sorte Branco (LIB223), bei den anderen Herkünften (LIB221, LIB222 und LIB220) handelt es sich um Zuchtstämme. Bei der Weißen Lupine handelt es sich um die Sorte Nelly und bei der Blauen Lupine um Tango.

Ergebnisse und Diskussion

Andenlupine
Die ersten von Anthraknose befallenen Pflanzen fielen bei einer Feldbegehung am 10.07.2020 auf. Zu diesem Zeitpunkt waren bei keinem Zuchtstamm mehr als 10% der Pflanzen betroffen, bei den Stämmen LIB222 und LIB220 waren lediglich drei bzw. sechs Pflanzen befallen. Diese Pflanzen befanden sich in unterschiedlichen Parzellen und es waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht in allen Parzellen infizierte Pflanzen zu finden. Deutlich war jedoch schon bei der ersten Zählung, dass die Stämme LIB221 mit bereits 9.75% befallenen Pflanzen und LIB223 mit 4% stärker betroffen waren und somit anfälliger sind.

Am 21.07.2020 erfolgte die zweite Zählung. Bei allen vier Stämmen war eine weitere Ausbreitung festzustellen, wobei der Stamm LIB221 mit nun 13.75% die meisten befallenen Pflanzen aufwies. In den folgenden zwei Wochen verfünf- bis verachtfachte sich der Prozentsatz der befallenen Pflanzen, wobei LIB221 mit 63.5% Befall weiterhin an erster Stelle stand. Jedoch auch bei dem am wenigsten betroffenen Stamm LIB222 war bei mittlerweile 43% der Pflanzen ein Anthraknosebefall festzustellen.

Bei einer neuerlichen Zählung am 25.08.2020 war nicht nur auffällig, dass die Infektion an den bereits Anfang August befallenen Pflanzen weiter vorangeschritten war (mehr Brennflecken und eine stärkere Kräuselung und Braunfärbung der Blätter und Hülsen), sondern auch, dass sich mittlerweile keine gesunden und normal entwickelten Pflanzen mehr auf dem Versuchsfeld befanden. Ausnahmslos alle Pflanzen aller vier Zuchtstämme wiesen Anthraknosesymptome auf.



	10.07.2020	21.07.2020	05.08.2020	25.08.2020
LIB221	9.75	13.75	63.5	100
LIB222	0.75	4.75	43	100
LIB220	1.5	5.25	46.25	100
LIB223	4	7.75	55.5	100

Abbildung 1: **Verlauf des Anthraknosebefalls in Trautenfels im Jahr 2020**

Abbildung 2: **Befallene Pflanzen am 08.09.2020**

Abbildung 3: **Befallene Pflanzen am 30.09.2020**

Die Verbreitung der durch die Samen übertragenen Krankheit wurde auch durch das Wetter begünstigt: Die verglichen mit den Vorjahren deutlich höheren Niederschlagsmengen und die warmen Temperaturen ermöglichten eine rasche Ausbreitung der Mykose.

Blaue und Weiße Lupine

Auf dem gleichen Versuchsfeld wurden auch eine Blaue (Tango) und eine Weiße Lupine (Nelly) angebaut. Auch bei diesen Lupinenarten waren Anthraknosesymptome sichtbar, wenn auch nicht so ausgeprägt wie bei der Andenlupine. Die Feldbegehungen erfolgten an den selben Tagen wie bei der Andenlupine. Bei den ersten beiden Zählungen Anfang bzw. Ende Juli handelte es sich um einige wenige befallene Pflanzen. Bei der dritten Zählung Anfang August waren ca. 10% der Blauen und ca. 17% der Weißen Lupine befallen. Am 25.08.2020 wiesen ca. 40% der Blauen Lupine und rund drei Viertel der Weißen Lupine Anthraknosesymptome auf.
Diese Ergebnisse decken sich auch mit jenen von FEILER und NIRENBERG (2004): *Lupinus mutabilis* wird als die anfälligste Lupinenart beschrieben, während *Lupinus angustifolius* (Blaue Lupine) als am wenigsten anfällig gilt.

Zusammenfassung

Die Andenlupine, eine aus Südamerika stammende Eiweißpflanze, wurde in Österreich im Rahmen des EU-Projekts LIBBIO angebaut, zum Vergleich auch Weiße und Blaue Lupinen. Im Jahr 2020 war der gesamte in Trautenfels angebaute Bestand von Anthraknose befallen. Anthraknose ist eine samenbürtige Lupinenkrankheit, die durch den Pilz *Colletotrichum lupini* verursacht wird und gegen die es im ökologischen Landbau keine wirksamen Maßnahmen gibt. Alle drei Lupinenarten waren von Anthraknose befallen, wenn auch nicht mit gleicher Häufigkeit. Die Krankheit wurde erstmals Mitte Juli im Bestand sichtbar. Zu diesem Zeitpunkt waren bei keinem der vier Zuchtstämme der Andenlupine mehr als 10% der Pflanzen betroffen. Anschließend verbreitete sich die Krankheit bei den verschiedenen Stämmen unterschiedlich schnell, wobei LIB221 von Beginn an am anfälligsten war. Ende August waren im gesamten Bestand keine gesunden Pflanzen mehr vorhanden, unabhängig vom Zuchtstamm waren alle von Anthraknose befallen. Verglichen mit den anderen beiden Lupinenarten war die Andenlupine am anfälligsten und die Blaue Lupine am resistentesten, da nur weniger als die Hälfte der Pflanzen Anthraknosesymptome aufwies.

Abstract

The Andean lupin is a legume originally from South America which was cultivated in Austria within the EU-project LIBBIO. Blue and White lupins were also cultivated in order to compare them to the Andean lupin. In 2020, all the lupins at Trautenfels were infected by anthracnose, a seedborne disease caused by the fungus *Colletotrichum lupini*. In organic farming, there is no effective measure against this disease. All three types of lupins were infected by anthracnose but the disease did not appear equally frequent. The disease was noticed in July for the first time. At that time, none of the four accessions of the Andean lupin showed more than 10% infected plants. Subsequently, the disease spread among the different accessions at different speed and LIB221 was the most vulnerable one. Regardless the accession, each plant was infected by anthracnose at the end of August. Compared to the other two types of lupins, the Andean lupin was the most vulnerable one whereas the Blue lupin was the most resistant type as only half of these plants showed symptoms.

Literatur

FEILER U und NIRENBERG H, 2004: Anthraknose an Lupine Teil 1: Colletotrichum-Befallsbilder bei den drei landwirtschaftlich wichtigen Lupinearten Lupinus albus, L. angustifolius und L. luteus. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst, 56(1), S. 1-8.

MAYRHOFER A, 2021: Die Andenlupine. Pflanzenbauliche Versuche im Rahmen des EU-Projekts LIBBIO im steirischen Trautenfels. Wien. Bachelorarbeit. Universität für Bodenkultur Wien. Unveröffentlicht.

Adressen der Autorinnen

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenbau, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln

[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

[*]Ansprechpartnerin: Anna Mayrhofer BSc, anna.mayrhofer@students.boku.ac.at

Vergleich von thermalen Kennwerten von Freiland- und Labortieren des Schwammspinners, *Lymantria dispar*

Comparison of thermal traits of field collected and laboratory strains of the gypsy moth, Lymantria dispar

Selina Stattler*, Matthias Grünfelder* & Christa Schafellner

Einleitung

Der Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) ist ein wärmeliebender, heimischer Falter (Lepidoptera, Erebidae) mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Südosteuropa (NIERHAUS-WUNDERWALD und WERMELINGER 2001). Er zählt zu den sogenannten Forstschädlingen; in Abständen von acht bis zehn Jahren kommt es zu Massenvermehrungen (Gradationen), bei denen die polyphagen Raupen die Kronen einzelner Bäume, Baumgruppen oder sogar größere Waldflächen entlauben. Als Wirtsbäume werden vor allem Eichenarten bevorzugt, aber auch Hainbuche, Rotbuche, Weide und alle Obstbaumarten werden befressen. Als Auslöser für Gradationen gelten günstige Witterungsverhältnisse im Frühjahr (u.a. warme Temperaturen, wenig Niederschlag, kein Kälteeinbruch/Spätfrost) beim Raupenschlupf und während der Fraßperiode der Raupen. Die Temperatur spielt dabei eine maßgebliche Rolle. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss der Temperatur auf das Wachstum und die Entwicklung des Schwammspinners untersucht, wobei Tiere aus einer Laborzucht mit jenen aus einer Freilandpopulation verglichen wurden. Die Daten wurden zur Bestimmung des unteren Entwicklungsnullpunkts (ENP) sowie der Berechnung der thermalen Konstante (Gradtage, GT) herangezogen. ENP und GT wurden mit Temperaturdaten aus den letzten 30 Jahren verglichen, um den Einfluss klimabedingter Änderungen in der Phänologie des Schwammspinners zu verdeutlichen.

Material und Methoden

Schwammspinner (*Lymantria dispar)*: Die Labortiere stammten aus Eigelegen einer Zucht des USDA-APHIS Otis Development Center (Massachusetts, USA), die Freilandtiere aus einem Waldgebiet (Kalvarienberg) in Eggenburg (NÖ), die im März 2019 als Eigelege (n=70) gesammelt wurden. Die Eigelege wurden bei Raumtemperatur zum Schlüpfen gebracht, alle Raupen wurden bis zur Verpuppung mit einer Weizenkeimdiät (BELL et al. 1981) gefüttert, die eine für den Schwammspinner optimale Nährstoffzusammensetzung aufweist. Die Tiere wurden über die gesamte Versuchsdauer in Klimaschränken mit konstanter Temperatur (15, 20, 25°C) unter Langtagbedingungen (16 Stunden Licht, 8 Stunden Dunkelheit) gehalten.
Versuchsaufbau: Je 50 Raupen beider Herkünfte wurden einzeln ab der Häutung ins dritte Larvenstadium bis zum Falterschlupf bei den drei Temperaturstufen gehalten und die Entwicklung der Tiere (Häutungen, Verpuppung, Puppengewicht, Falterschlupf, Geschlecht, Mortalität) dokumentiert.
Lineares Temperatur-Entwicklungsrate-Modell (CAMPBELL et al. 1974): Durch Regression des linearen Bereiches wurde nach der Geradengleichung (y=a+bT; T=Temperatur, b=Steigung) der untere Entwicklungsnullpunkt (Schnittpunkt der Geraden mit der y-Achse) aus dem Reziprok der Entwicklungsdauer (1/Tage) für die Larvenstadien, das Puppenstadium sowie die Gesamtentwicklung berechnet. Die thermalen Konstanten (angegeben in Gradtagen, GT) einzelner Entwicklungsphasen (Larven, Puppe, Falterschlupf) wurden durch Aufsummieren der effektiven, d.h. physiologisch wirksamen Temperaturen (oberhalb des ENP) getrennt nach Geschlecht und Herkunft der Tiere ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Entwicklungsnullpunkt (ENP): Der ENP für die Larval- (drittes Larvenstadium bis Verpuppung) und Gesamtentwicklung (drittes Larvenstadium bis Falterschlupf) der Laborpopulation wurde mit 9,00°C berechnet, der ENP der Freilandpopulation mit 10,06°C (Abbildung 1). Auch der ENP der Puppenentwicklung lag bei der Laborpopulation (7,70°C) unter jenem der Freilandpopulation (8,61°C).
Thermalkonstante (GT): Labortiere hatten bei allen getesteten Temperaturstufen eine niedrigere Thermalkonstante als Freilandtiere, Weibchen hatten generell eine höhere Thermalkonstante als Männchen (Tabelle 1). Für die Gesamtentwicklung benötigten die männlichen Individuen der Laborpopulation etwa 480 GT, die Männchen der Freilandpopulation 550 GT und somit 70 GT mehr (Tabelle 1). Bei den

Weibchen waren die Unterschiede zwischen Labor- und Freilandpopulation ähnlich wie bei den Männchen; die Weibchen der Laborpopulation wiesen für die Gesamtentwicklung eine Thermalkonstante von 520 GT auf, die Weibchen der Freilandpopulation benötigten 590 GT, d.h. um 70 GT mehr. Da die Laborpopulation über Generationen hinweg bei konstanten, günstigen Bedingungen (Temperaturen, Futter) aufgezogen wurde, sind die Tiere optimal angepasst, was sich in einer rascheren Entwicklung widerspiegelt (GRAYSON et al. 2015).

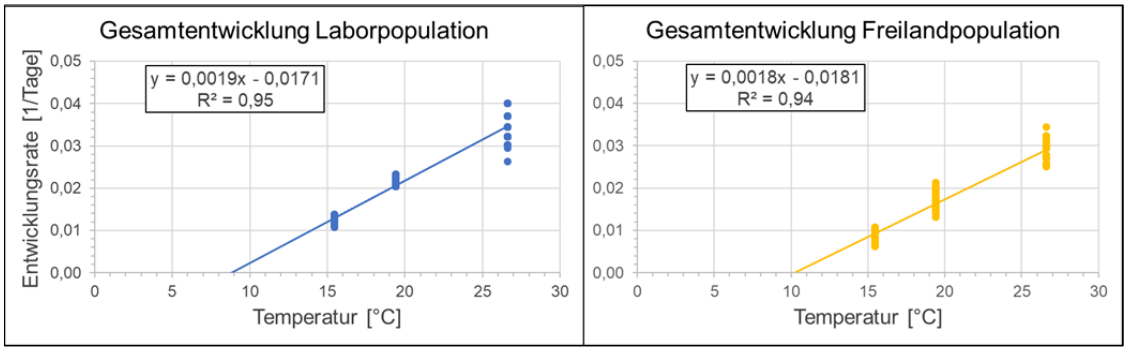


Abbildung 1: **Lineare Regression zur Berechnung des unteren ENP für Tiere einer Labor- und Freilandpopulation des Schwammspinners.**

Tabelle 1: **ENP (°C) und Thermalkonstanten (GT) für Weibchen und Männchen des Schwammspinners für die Entwicklung vom 3. Larvenstadium bis zum Falterschlupf**

Population	Temperatur	Weibchen		Männchen	
		ENP	GT±SE	ENP	GT±SE
Labor	15°C	8,06	528±4	8,90	493±8
	20°C		486±2		467±5
	25°C		549±7		481±8
Gesamt			**519±4**		**478±5**
Freiland	15°C	10,18	611±17	9,84	594±13
	20°C		578±11		505±22
	25°C		589±8		547±5
Gesamt			**590±7**		**555±8**

ENP=Entwicklungsnullpunkt, GT=Gradtage, SE=Standardfehler

Klimawandel: Die Tagesmittelwerte der Lufttemperaturen der ZAMG Messstation St. Pölten (nächstgelegene Station zu Eggenburg) während der Entwicklungsperiode der Schwammspinner (März bis Juni) für die (willkürlich gewählten) Jahre 1990, 2000, 2010 und 2020 wurden verwendet, um anhand der benötigten GT das Datum für die Verpuppung (Ende der Larvalentwicklung) bzw. den Schlupf der adulten Falter retrospektiv zu berechnen (Tabelle 2). Im Vergleich zum Jahr 1990, wo Verpuppung und Falterschlupf der Weibchen am 27. Juni bzw. 16. Juli stattfanden, geschah dies in den Jahren 2010 und 2020 um einige Tage bis eine Woche früher, im Jahr 2000 sogar zwei Wochen früher. Bei den Männchen sind die Verschiebungen zu früheren Terminen in den Modelljahren ebenfalls erkennbar.

Tabelle 2: **Errechnetes Datum für Verpuppung bzw. Schlupf der adulten Falter anhand von ENP und Thermalkonstante der Freilandpopulation des Schwammspinners aus Eggenburg sowie den Tagesmittelwerten der Temperatur (Station St. Pölten) von März bis Juni für 1990, 2000, 2010 und 2020.**

Jahr	Verpuppung		Falterschlupf	
	Weibchen	Männchen	Weibchen	Männchen
1990	27.6.	18.6.	16.7.	10.7.
2000	10.6.	2.6.	26.6.	21.6.
2010	25.6.	12.6.	10.7.	5.7.
2020	24.6.	14.6.	9.7.	13.7.

Zusammenfassung

Für Fragestellungen zur Biologie, Ökologie, Physiologie oder Genetik von Insekten werden häufig Labortiere eingesetzt. In dieser Arbeit sollte geklärt werden, ob sich Schwammspinnerpopulationen aus dem Labor in ihrer Entwicklung von Freilandtieren unterscheiden. Im Frühjahr 2019 wurden 70 Eigelege aus einem Waldgebiet in Eggenburg gesammelt und die Entwicklung der Raupen bis zum Schlupf der Falter mit Tieren aus dem Labor verglichen. Je 150 Raupen beider Herkünfte wurden einzeln bei konstanter Temperatur (15, 20, 25°C) unter Langtagbedingungen vom dritten Larvenstadium bis zum Falterschlupf gehalten. Alle Raupen erhielten eine optimale Weizenkeimdiät. Aus dem Reziprok der Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien bei den verschiedenen Temperaturen wurde der Entwicklungsnullpunkt (ENP) über eine lineare Regression berechnet. Dieser lag bei den Labortieren (9,0°C) tiefer als bei den Freilandtieren (10,1°C). Die Thermalkonstante (angegeben in Gradtagen, GT) der Männchen aus dem Labor ergab für die Gesamtentwicklung 480 GT, für Männchen aus dem Freiland 550 GT. Weibchen aus dem Labor benötigten bis zum Falterschlupf 520 GT, Weibchen aus dem Freiland 590 GT. Das Puppengewicht der Labortiere war höher als jenes der Freilandtiere, was für die bessere Ausnutzung der Nährstoffe im Futter durch die Labortiere spricht, die sich über Generationen an die Diät anpassen konnten. Die Unterschiede zwischen den Tieren beider Herkünfte waren insgesamt gering, womit Ergebnisse aus Versuchen mit Labortieren auch für Freilandtiere aussagekräftig sind.

Abstract

Laboratory colonies of insects are often used to answer questions about the biology, ecology, physiology or genetics. In this work we tested whether gypsy moth populations from the laboratory differ in their development from field insects. In spring 2019, 70 egg masses were collected from a forest in Eggenburg (Lower Austria) and the development of the caterpillars up to the eclosion of the moths was compared with insects from the laboratory. In total, 150 caterpillars of both origins were kept individually at constant temperatures (15, 20, 25°C) under long-day conditions from the third instar to moth eclosion. All caterpillars received an optimal wheat germ diet. From the reciprocal of the development time of the individual stages at the different temperatures, the lower development threshold (LDT) was calculated using a linear regression. This was lower for laboratory colony (9.0°C) than for field insects (10.1°C). The thermal constant (given in degree days, DD) of the males from the lab colony resulted in 480 DD for the total development and 550 DD for males from the field. Females from the laboratory needed 520 DD until the moths emerged, and females from the field required 590 DD. The pupal weights of the lab colony insects were higher than those of the field insects, which speaks for the better utilization of the nutrients in the food by the lab insects, which were able to adapt to the diet over multiple generations. The differences between the insects of both origins were, however, small overall, thus, results from experiments with laboratory insects are also meaningful for wild populations.

Literatur

BELL RA, OWENS CD, SHAPIRO M, TARDI VJR, 1981: Mass rearing and virus production. In: DOANE CC, McMANUS ML (eds), The Gypsy Moth: Research toward Integrated Pest Management. USDA Washington. U.S. Dept. Agric. For. Serv. Tech. Bull. 1584, 599-633.

CAMPBELL A, FRAZER BD, GILBERT N, GUTIERREZ AP, MACKAUER M, 1974: Temperature requirements of some aphids and their parasites. Journal of Applied Ecology 11, 431-438.

GRAYSON K, PARRY D, FASKE T, HAMILTON A, TOBIN P, AGOSTA S, JOHNSON D (2015): Performance of Wild and Loboratory-Reared Gypsy Moth (Lepidoptera: Erebidae): A Comparison between Foliage and Artificial Diet. Oxford: Physicological Ecology, 44 (3), 864-873.

NIERHAUS-WUNDERWALD D, WERMELINGER B, 2001: Der Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) – Merkblatt für die Praxis 34. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL. 8 S.

Adresse der Autoren

Universität für Bodenkultur, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Forst-entomologie, Forstpathologie und Forstschutz, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien

*Ansprechpartner: Selina STATTLER BSc, selina.stattler@students.boku.ac.at
Matthias GRÜNFELDER BSc, matthias.gruenfelder@students.boku.ac.at

Bioassay zum Nachweis des entomopathogenen Pilzes *Entomophaga maimaiga*

Bioassay for the detection of the entomopathogenic fungus Entomophaga maimaiga

Simon Gunz*, Jakob Pendl & Christa Schafellner

Einleitung

Entomophaga maimaiga (Entomophtorales: Entomophtoraceae) ist ein aus Japan stammender, insektenpathogener Pilz mit einer hohen Wirtsspezifität für Raupen des Schwammspinners, *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) (REILLY et al. 2014), einem Forstschädling in Eichenwäldern, der bei Massenvermehrungen Waldbestände großflächig entlauben kann (NIERHAUS-WUNDERWALD und WERMELINGER 2001). Im Jahr 1999 wurde der Pilz in Bulgarien ausgebracht (HAJEK 1999), von wo er sich rasch über Osteuropa auf den Balkan und Richtung Mitteleuropa ausbreitete. In Österreich wurden 2019 erstmals Pilzsporen in Schwammspinner-Populationen in Niederösterreich (Ebergassing, Eggenburg) gefunden (HOCH et al. 2019).
Der Pilz bildet zwei unterschiedliche Sporenformen aus, infektiöse Konidiosporen und Umweltsporen (Azygosporen) zur Überdauerung klimatisch ungünstiger Perioden (Winter), die im Boden sechs bis zehn Jahre überleben können (HAJEK 1999). Bei ausreichender Feuchtigkeit im Frühjahr keimen diese Dauersporen und bilden infektiöse Konidiosporen, die ausgeschleudert und durch den Wind verbreitet werden. Bei Kontakt mit einem Wirtstier dringen die Konidosporen durch die Kutikula ein und durchwachsen und töten das Insekt. Am Ende des Vermehrungszyklus bildet der Pilz wieder Dauersporen. In der vorliegenden Arbeit wurde ein Bioassay mit Schwammspinner-Raupen (HAJEK et al. 1998) zum Nachweis für *E. maimaiga* Dauersporen aus dem Bodensubstrat getestet.

Material und Methoden

Mitte April 2020 wurde in einem Eichenmischwald bei Ebergassing, NÖ (N 48,045856; O 16,503945) Bodenmaterial (die obersten 1-3 cm) rund um den Stammfuß von zehn Eichen entnommen, ins Labor gebracht und für vier Wochen in einem Klimaschrank bei 10°C dunkel gelagert und regelmäßig befeuchtet. Zur Keimung und Ausbildung von infektiösen Konidiosporen wurden die Proben eine Woche vor Versuchsbeginn (Bioassay) bei 20°C inkubiert. Für den Infektionsversuch wurden 400 Schwammspinner-Raupen im 4. Larvenstadium für vier Tage mit den Bodenproben bei 20°C inkubiert. Dazu wurden etwa 50 g Boden getrennt nach Versuchsbäumen in mit Agarosegel-gefüllte Kunststoffdosen (250 ml) geleert und jeweils 10 Raupen pro Becher auf das Bodenmaterial gesetzt. Die Raupen erhielten 24 Stunden vor Versuchsbeginn kein Futter, um ihre Suchaktivität nach Nahrung zu erhöhen. Dadurch sollten sie in engen Kontakt mit dem Bodenmaterial kommen und sich mit vorhandenen Pilzsporen infizieren. Nach Ende der 4-tägigen Inkubation wurden die Raupen einzeln in kleine Becher mit Weizenkeimdiät gesetzt und ihre Vitalität über einen Zeitraum von 10 Tagen regelmäßig kontrolliert. Die Tiere wurden im Klimaschrank bei 23°C und einer Photoperiode von 16 Stunden Licht und 8 Stunden Dunkelheit gehalten. Tote Tiere wurden entfernt, in eine feuchte Kammer (Petrischale mit Agarosegel, feuchtes Filterpapier) bei 20°C gelegt, um das Pilzwachstum bzw. die Ausbildung von Sporen zu fördern. Nach sieben Tagen wurde die Inkubation beendet, die Petrischalen mit den toten Raupen wurden mit Parafilm versiegelt und bei 4°C im Kühlschrank bis zur weiteren Analyse gelagert. Für die mikroskopischen Präparate wurde den Kadavern mit einer Spatel oberflächlich und aus dem Körperinneren Gewebe entnommen, auf Objektträger aufgebracht und mit Pufferlösung verdünnt. Oberflächlich wurden die Kadaver unter einem Binokular (Wild, M3B) inspiziert, die Analyse der Präparate erfolgte im Durchlichtmikroskop (Nikon, Eclipse E 800) mit Phasenkontrast-Objektiven bzw. unter Verwendung diverser Farbfilter. Die einzelnen Präparate wurden sowohl makroskopisch (Handy) als auch mikroskopisch (Nikon Imaging Software) fotografiert und eine Kategorisierung der möglichen Todesursache vorgenommen.
Ende Juni 2020 wurden auf der Waldfläche bei Ebergassing insgesamt zehn Schwammspinner-Raupen von Baumstämmen gesammelt. Die bereits toten oder moribunden Raupen wurden im Labor mikroskopisch auf das Vorhandensein von *E. maimaiga*-Sporen untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Die im Frühjahr 2020 auf der Versuchsfläche in Ebergassing parallel zur Bodenentnahme durchgeführte Zählung von Schwammspinner-Eigelegen an 100 Bäumen ergab eine Dichte von 0,29 (n=29) für 2019 und nur 0,02 (n=2) für 2020. Das Frühjahr 2020 war bis zur Entnahme der Bodenproben extrem trocken, der Wassergehalt im Boden lag bei durchschnittlich 5,2%, die relative Bodenfeuchte bei ca. 82%.
Bioassay-Mortalität der Raupen: Von den insgesamt 400 mit Bodenmaterial inkubierten Raupen lebten nach vier Tagen noch 398. Die Kontrolle während der anschließenden 10-tägigen Einzelhaltung der Raupen ergab eine kumulierte Mortalität von 6%, 24%, 34% und 42% nach jeweils 3, 6, 8 und 10 Tagen. Die meisten Tiere starben zwischen dem 3. und dem 6. Tag nach Ende der Inkubation. Danach stieg die Mortalität deutlich langsamer. Von den 398 Raupen in Einzelhaltung waren nach 10 Versuchstagen 167 Raupen tot.
Mikroskopische Analyse der Raupenkadaver: Im Zuge der mikroskopischen Analyse der 167 Raupen wurden keine Konidiosporen oder Azygosporen von *E. maimaiga* gefunden. Kein einziges Individuum aus dem Bioassay zeigte die für *E. maimaiga*-Infektionen typische Körperhaltung bzw. das typische äußere Erscheinungsbild infizierter Raupen. Im Gegensatz dazu waren in allen Raupenkadavern aus den im Freiland gesammelten Tieren sowohl Konidiosporen als auch Azygosporen von *E. maimaiga* vorhanden.

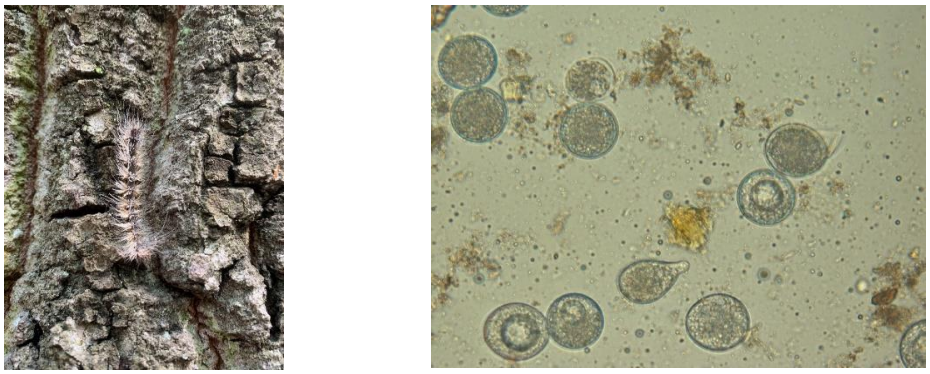


Abbildung 1: **Typische „kopfüber"-Haltung einer von *E. maimaiga* infizierten Raupe (links), mikroskopisches Bild von Konidio- und Azygosporen aus dem Raupenkadaver (rechts).**

Die Raupenkadaver aus dem Bioassay zeigten Infektionen durch diverse Pathogene (Pilze, Bakterien, Mikrosporidien). Viele Individuen waren oberflächlich mit weißem oder rosa Pilzmycel überwachsen, etliche Kadaver wiesen eine schleimige bis flüssige Konsistenz auf, was auf Bakterien- bzw. Virusinfektionen als Todesursache hinweist. In einzelnen Kadavern wurden Nematoden (Fadenwürmer) gefunden, andere enthielten Pilzsporen von nicht näher bestimmten Pilzen.
Mit Hilfe des Bioassays konnte bei Schwammspinner-Raupen im Labor keine Infektion durch *E. maimaiga* verursacht werden, obwohl die Raupen am Waldstandort nachweislich infiziert waren. Damit gelang auch kein Nachweis von Dauersporen im Boden, die zur Infektion von Raupen hätten führen sollen, was in der Natur geschah, im Labor aber nicht verifiziert werden konnte. Eine mögliche Ursache für das Ausbleiben der Infektion könnte darin liegen, dass die Sporendichte im Boden zu gering war, um eine Infektion der inkubierten Raupen auszulösen. Zusätzlich waren die Witterungsbedingungen im Frühjahr 2020 für die Keimung der Pilzsporen im Boden sehr ungünstig (Trockenheit).
Bisher wurde *E. maimaiga* an zwei Standorten in Österreich nachgewiesen. Es ist anzunehmen, dass sich der Pilz in wenigen Jahren in allen Populationen des Schwammspinners in Niederösterreich, im Burgenland und der Steiermark ausbreiten wird. Das Auftreten des pathogenen Pilzes kann einen entscheidenden Einfluss auf die Populationsdichte und damit auf Massenvermehrungen des Schwammspinners haben, da bei günstigen Witterungsbedingungen die durch den Pilz verursachten Infektionsraten der Raupen sehr hoch sind (über 40%). Unklar bleibt der Einfluss des Klimawandels in der Ostregion Österreichs mit künftig geringeren Niederschlagsmengen und häufigeren Trockenperioden im Frühsommer auf die Verbreitung und Effektivität der Pilzinfektionen.

Zusammenfassung

Entomopahaga maimaiga ist ein aus Japan stammender, insektenpathogener Pilz mit einer hohen Wirtsspezifität für Raupen des Schwammspinners, *Lymantria dispar*. Der Pilz wurde 1999 in Bulgarien ausgebracht, von wo er sich Richtung Ost- und Mitteleuropa ausbreitete. In Österreich wurde er 2019 erstmals an zwei Standorten in Niederösterreich nachgewiesen. Der Pilz bildet infektiöse Konidiosporen und Umweltsporen zur Überdauerung klimatisch ungünstiger Perioden. Bei Feuchtigkeit keimen diese Dauersporen im Boden und bilden Konidiosporen, die durch den Wind verbreitet werden. Bei Kontakt mit dem Wirt dringen die Sporen durch die Kutikula ein und durchwachsen und töten das Insekt. Am Ende des Vermehrungszyklus bildet der Pilz wieder Dauersporen. In der Arbeit sollte ein Bioassay als Nachweis für *E. maimaiga* Dauersporen im Boden getestet werden. Im Frühjahr 2020 wurde Bodenmaterial von einem Eichenstandort in Ebergassing für Infektionsversuche mit 400 Raupen im Labor verwendet. Tote Tiere wurden feucht gehalten, um das Pilzwachstum zu fördern. Aus den Kadavern wurden mikroskopische Präparate gefertigt und analysiert. Obwohl etwa die Hälfte der Tiere starb, konnten in keinem Fall *E. maimaiga* Sporen nachgewiesen werden. Alle am Eichenstandort Ebergassing gesammelten Raupen waren dagegen mit *E. maimaiga* infiziert. Mögliche Ursachen für den gescheiterten Bioassay könnten eine zu geringe Sporendichte im Boden oder ungünstige Bedingungen zur Keimung der Sporen im Frühjahr gewesen sein.

Abstract

Entomopahaga maimaiga is an entomopathogenic fungus from Japan with a high host specificity for larvae of the gypsy moth, *Lymantria dispar*. The fungus was introduced in Bulgaria in 1999, from where it spread to Eastern and Central Europe. In Austria, it was detected for the first time in 2019 at two locations in Lower Austria. The fungus forms infectious conidiospores and environmental spores to survive climatically unfavorable periods. With sufficient moisture, these germinate in the soil and form conidiospores that are spread by the wind. Upon contact with a suitable host, the spores penetrate through the cuticle and grow through and kill the insect. At the end of the reproduction cycle, the fungus forms environmental spores again. In the thesis a bioassay should be tested as evidence for *E. maimaiga* environmental spores in the soil. In spring 2020, soil material from an oak site in Ebergassing was used for infection tests with 400 caterpillars in the laboratory. Dead insects were kept moist to encourage fungal growth. Microscopic specimens were made from the carcasses and analysed. Although about half of the larvae died, *E. maimaiga* spores could not be detected in any of the them. By contrast, all of the caterpillars collected at the Ebergassing forests site were infected with *E. maimaiga*. Possible causes for the failed bioassay could have been (i) insufficient spore density in the soil and/or (ii) unfavourable conditions for the spores to germinate in spring.

Literatur

HAJEK A, BAUER L, McMANUS M, WHEELER M, 1998: Distribution of resting spores of the *Lymantria dispar* pathogen *Entomophaga maimaiga* in soil and on bark. Biocontrol 43, 189-200.
HAJEK A, 1999: Pathology and epizootiology of *Entomophaga maimaiga* infections in forest Lepidoptera. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 63, 814-835.
HOCH G, PILARSKA D, GEORGIEVA M, GEORGIEV G, MIRCHEV P, SCHAFELLNER C, 2019: Erstnachweis des insektenpathogenen Pilzes *Entomophaga maimaiga* in Populationen des Schwammspinners in Österreich. Forstsch.-Aktuell 66, 1-5.
NIERHAUS-WUNDERWALD D, WERMELINGER B, 2001: Der Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.). - Merkbl. Prax. 34: 8 S. ISSN 1424-2876
REILLY J, HAJEK A, LIEBHOLD A, PLYMALE R, 2014: Impact of *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) on outbreak gypsy moth populations (Lepidoptera: Erebidae): the role of weather. Environ. Entomol. 43, 632-641.

Adresse der Autoren

Universität für Bodenkultur, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien.

*Ansprechpartner: BSc Simon GUNZ, simon.gunz@students.boku.ac.at

Vergleiche zur Nahrungseignung verschiedener Wirtspflanzen für den Rübenderbrüssler *Asproparthenis punctiventris*

Comparisons on the suitability of different host plant species as a food source for the sugar beet weevil Asproparthenis punctiventris

Lena Dittmann* & Elisabeth Helene Koschier

Einleitung

Das massenhafte Auftreten des Rübenderbrüsslers *Asproparthenis (Bothynoderes) punctiventris* Germar führte seit 2017 in Ostösterreich zu großflächigen Schäden in Zuckerrübenanbaugebieten. Gehäuft auftretende warme und trockene Witterungsperioden im Frühjahr führen zu einem Populationsanstieg von *A. punctiventris*, wohingegen der Mangel an wirksamen Insektiziden die Bekämpfung des Schädlings erschwert. Vergleichende Untersuchungen zum Wirtspflanzenspektrum des Rübenderbrüsslers und zur Nahrungseignung verschiedener Nebenwirtspflanzen sollen aufzeigen, ob und welche Beikräuter und andere Pflanzen neben der Zuckerrübe (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*) zum Erhalt der Population beitragen können. Verschiedene Literaturangaben zum Wirtspflanzenspektrum des Käfers (TIELECKE 1952, MÜLLER 1957, AUERSCH 1961, BINDREITER 2005) wurden in Laborversuchen überprüft und ergänzt. Hierbei wurde die Fraßleistung beider Geschlechter des Rübenderbrüsslers während des Reifungsfraßes, der zumeist kurz nach dem Feldaufgang und im Jugendstadium der Zuckerrübe stattfindet, mit verschiedenen Pflanzenarten systematisch getestet. Auch die Fraßleistungen gepaarter Rübenderbrüssler-Weibchen in der Eiablagephase wurden mit denen ungepaarter Weibchen verglichen.

Material und Methoden

Testinsekten: Die Käfer für den Biotest wurden im Frühjahr 2020 und 2021 aus Fallen von unterschiedlichen Standorten im Tullnerfeld abgesammelt und im Kühlschrank bei 5 °C ± 1 °C aufbewahrt. Vierundzwanzig bis 72 Stunden vor dem Versuch wurden die Testinsekten nach Geschlechtern getrennt in Zuchtgefäße gesetzt, bei 15 °C ± 2 °C im Klimaschrank gehalten und mit Zuckerrübenblättern gefüttert. Für die Versuche mit gepaarten Weibchen wurden beide Geschlechter gemeinsam auf Torfsubstrat in einem Klimaschrank bei 28 °C ± 2 °C gehalten und ebenfalls mit Zuckerrübenblättern gefüttert. Nach ca. 5 Wochen wurden die gepaarten Weibchen für den Biotest herangezogen.
Pflanzenarten: Die Zuckerrüben für die Fütterung der Käfer und die Testpflanzen für den Biotest wurden bei verschiedenen Temperaturen in einem Klimaraumund im Glashaus angebaut.
Versuchsdurchführung: Für den Biotest wurden abgewogene Blätter der zu testenden Pflanzenarten in eine Petrischale auf ein angefeuchtetes Filterpapier gelegt. Als Referenz dienten einzelne Zuckerrüben-Laubblätter (BBCH-Stadien 12 und 14), die Blätter der Testpflanzen waren ähnlich groß bzw. schwer.Je nach Variante wurde kein Käfer (Kontrolle), ein Weibchen oder ein Männchen in die Petrischale hinzugesetzt. Nach 24 Stunden bei 20 °C ± 1 °C wurde das Blatt wieder gewogen und die Fraßleistung des Käfers nach folgender Formel (NAGASAWA und MATSUDA 2005) berechnet: E=T-T´C/C´ (E= Fraßleistung, T= Blattgewicht zu Beginn, T´= Blattgewicht nach 24 Stunden, C= Durchschnittliches Blattgewicht der Kontrolle zu Beginn, C´= Durchschnittliches Blattgewicht der Kontrolle nach 24 Stunden). Der gleiche Vorgang wurde mit ausgewählten Pflanzenarten auch mit gepaarten Weibchen durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Die dargestellten ausgewählten Ergebnisse der Biotests zeigen, dass Pflanzenarten aus der Familie der Amaranthaceae von *A. punctiventris* gefressen werden, wohingegen Beikräuter aus der Familie der Polygonaceae und Spinat (Amaranthaceae) fast nicht gefressen werden. Bevorzugt werden Zuckerrübe und Mangold (*Beta*-Arten) sowie Melde-Arten (*Atriplex* spp.). Gänsefuß-Arten *(Chenopodium* spp.) und Amarant *(Amaranthus* spp.) werden in etwa halb so viel gefressen wie Zuckerrübe und ihre nahen Verwandten. Weibchen fressen von den bevorzugten Nahrungspflanzen mehr als männliche Käfer. Hiermit konnte widerlegt werden, dass Polygonaceae und Spinat (Amaranthaceae) zum Wirtspflanzenspektrum des Rübenderbrüsslers gehören. Die Annahme ist, dass TIELECKE (1952) und MÜLLER (1957) *A. punctiventris* mit anderen vergesellschafteten Käferarten verwechselt haben könnten (AUERSCH

1961). Die Ergebnisse zeigen, dass auch Beikräuter wie Weißer Gänsefuß und Amarant, nicht aber Knöterichgewächse zum Erhalt der Art beitragen könnten.

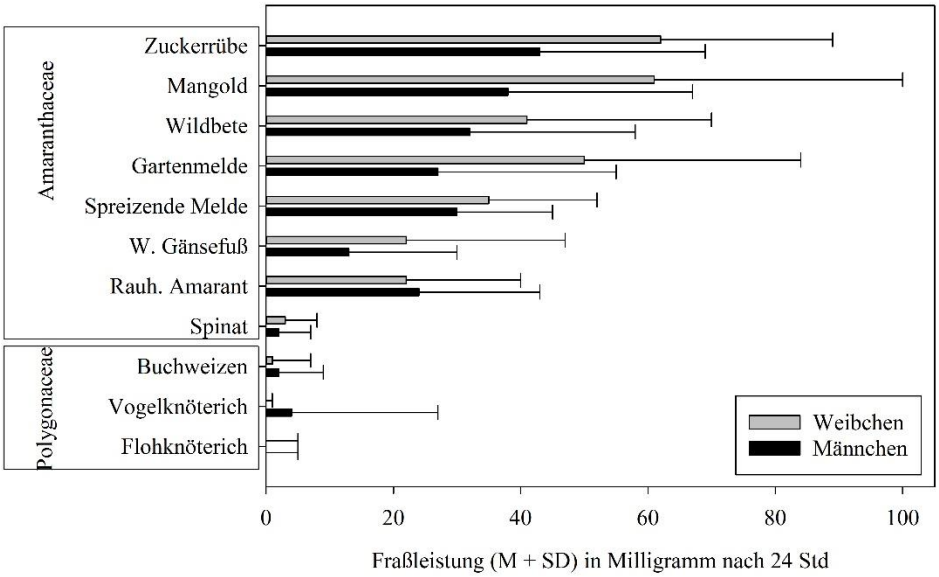
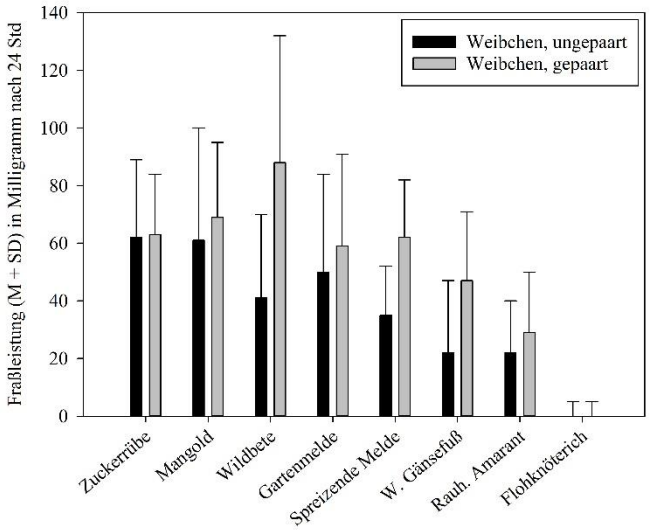


Abbildung 1: **Fraßleistung ungepaarter Rübenderbrüssler über 24 Stunden (Mittelwert in Milligramm + SD**

Gepaarte Weibchen haben in etwa den gleichen Nahrungsbedarf wie ungepaarte Weibchen. Sie fressen etwa gleich viel von den bevorzugten Nahrungspflanzen (Zuckerrübe, Mangold) und bis zu 53 % mehr (z.B. Wildbete, Weißer Gänsefuß) von den weniger bevorzugten Pflanzen als ungepaarte Weibchen während des Reifungsfraßes. DRMIĆ (2016) beschreibt, dass eine Ernährung mit Zuckerrübe und *Chenopodium* spp. zu einer höheren Eiablage führt, was die erhöhte Fraßleistung erklären könnte.



Abbildug 2: **Fraßleistung gepaarter Rübenderbrüssler-Weibchen über 24 Stunden (Mittelwert in Milligramm + SD)**

Zusammenfassung

In der Literatur sind unterschiedliche Angaben zum Wirtspflanzenspektrum des Rübenderbrüsslers zu finden. Fraßversuche im Labor konnten einige Angaben aus der Literatur bestätigen und andere widerlegen. Pflanzen aus der Familie der Amaranthaceae gehören zu den Wirtspflanzen des Rübenderbrüsslers *A. punctiventris*, wohingegen Spinat (Amaranthaceae) und Pflanzen aus der Familie der Polygonaceae nicht oder nur sehr wenig gefressen werden. Neben Zuckerrübe und ihren nahen Verwandten werden auch Melde-Arten (*Atriplex* spp.) gefressen. Gänsefuß-Arten und *Amaranthus* spp. gehören ebenfalls zu den Nahrungspflanzen, die aufgenommene Blattmasse ist jedoch geringer als bei den vorher genannten Arten. Weibliche Rübenderbrüssler nehmen mehr Blattmasse zu sich als männliche. Gepaarte Weibchen in der Eiablage fressen von den bevorzugten Wirtspflanzen in etwa gleich viel und von den weniger bevorzugten Pflanzen mehr als ungepaarte Weibchen im Reifungsfraß.

Abstract

Different references about the host plant spectrum of the sugar beet weevil can be found in the literature. Some data from the literature on their feeding behaviour were confirmed in our laboratory experiments while others were refuted. Plant species from the Amaranthaceae family belong to the host plant spectrum of the sugar beet weevil *A. punctiventris*, whereas beetles do feed very little or not at all on spinach (Amaranthaceae) and plants from the Polygonaceae family. In addition to sugar beet and its close relatives beetles feed also on *Atriplex* spp. In addition, *Chenopodium* spp, and *Amaranthus* spp. belong to their host plants, but the consumed leaf mass is less than in the previously mentioned species. Female sugar beet weevils do consume more leaf mass than males. Mated females during their oviposition period feed about the same amount of their preferred host plants and more of the less preferred plants than unmated females during their maturation feeding period.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Frau DI Martina Mayrhofer und Mitarbeitern des AGRANA Research & Innovation Center (ARIC) für die große Anzahl an Käfern, die sie uns aus ihren Fallen zur Verfügung gestellt haben, sowie bei Frau DI Katharina Neubacher für die tatkräftige Unterstützung bei der Versuchsdurchführung.

Literatur

AUERSCH O, 1961: Zur Kenntnis des Rübenderbrüsslers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). Teil I. Journal of Applied Entomology 49, 242-264.

BINDREITER B. 2005: Untersuchungen zur Rüsselkäferproblematik bei Zuckerrübe in Österreich. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

DRMIĆ Z, 2016: The sugar-beet weevil (*Bothyoderes punctiventris* Germar 1824., Col.: Curculionidae): Life cycle, ecology and area wide control by mass trapping. Doctoral thesis, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Croatia.

MÜLLER K R, 1957: Der Rübenderbrüssler *Bothynoderes punctiventris* Germ. Flugblatt der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin Nr. 23. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin, Deutschland.

NAGASAWA A, MATSUDA K, 2005: Effects of feeding experience on feeding responses to spinach in *Cassidia nebulosa* L. (Coleoptera: Chrysomelidae). Applied Entomology and Zoology 40, 1, 83-89.

TIELECKE H, 1952: Biologie, Epidemiologie und Bekämpfung des Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). Beiträge zur Entomologie 2, 256-315.

Adressen der Autoren

Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenschutz, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

* Ansprechpartnerin: DI Lena DITTMANN, lena.dittmann@boku.ac.at

Bewertung von Entschädigungsmöglichkeiten für Betriebe beim Auftreten von Quarantäneschadorganismen

Evaluation of compensation possibilities for farmers in the case of the occurrence of quarantine pests

Jens Ehlers[1], Anna Filiptseva[2], Sarah Kretzschmer[2], Günther Filler[2], Martin Odening[2], Martina Bandte[1] & Carmen Büttner[1]

Einleitung

Die in den letzten Jahrzehnten stark wachsenden weltweiten Verflechtungen in Handel und Personenverkehr können die Einschleppung von invasiven Schadorganismen in das Gebiet der EU erleichtern (MEURISSE et al. 2019). Zusätzlich kann der voranschreitende Klimawandel dazu führen, dass die Etablierung von diversen Quarantäneschadorganismen zukünftig begünstigt wird (BEBBER et al. 2013). Aus diesen Entwicklungen ergeben sich erhebliche Auswirkungen für die Pflanzengesundheit auf der einen Seite als auch potenziell existenzbedrohende wirtschaftliche Konsequenzen für landwirtschaftliche Betriebe auf der anderen Seite.
Gleichzeitig stehen weder in der EU noch in Deutschland allgemeingültige Entschädigungssysteme für Betriebe im Quarantäneschadfall zur Verfügung. Es ist davon auszugehen, dass eine Entschädigung der Betriebe zu einer größeren Akzeptanz der Meldepflichten und amtlich angeordneten Bekämpfungsmaßnahmen führen. Die frühzeitige Meldung eines Verdachtsfalls -insbesondere durch landwirtschaftliche Betriebe- ist für den raschen Nachweis und Erfolg in Bezug auf die Tilgung und Vermeidung der Ausbreitung von Quarantäneschadorganismen entscheidend (EPANCHIM-NIELL et al. 2021). Mit den Ergebnissen aus diesem Projekt soll dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) eine Entscheidungshilfe zu Entschädigungsmöglichkeiten bei einem Befall mit Quarantäneorganismen im Agrarsektor zur Verfügung gestellt werden.

Material und Methoden

Quarantäneschadorganismen: Es wurden für den Zierpflanzenbau, Gemüsebau, Weinbau, Obstbau, Kartoffelbau und für die Baumschulen bedeutende Quarantäneschadorganismen ausgewählt und deren biologische Determinanten bestimmt, u.a. für *Xylella fastidiosa*, *Tomato brown rugose fruit virus* und *Synchytrium endobioticum.*
Schadensausmaßanalyse: Aufbauend auf den biologischen Determinanten und sektorspezifischen Besonderheiten wurden Schadensausmaßanalysen nach dem *Partial Budgeting* Schema durchgeführt.
Entschädigungsoptionen: Es wurde eine Bestandaufnahme von weltweit etablierten Entschädigungsoptionen für den Quarantäneschadfall vorgenommen und deren Vor- und Nachteile herausgearbeitet. Außerdem wurde mithilfe von Betriebsbefragungen die Präferenz von Betriebsleitern für ausgewählte Entschädigungsoptionen erfragt. Diese ersten Einschätzungen sollen nun mithilfe eines online Choice-Experiments validiert werden.

Ergebnisse und Diskussion

Die unternommenen Schadensausmaßanalysen sollen am Beispiel von *Xylella fastidiosa* im Baumschulsektor dargestellt werden.
Das Bakterium *Xylella fastidiosa* befällt ein sehr breites Wirtspflanzenspektrum, welches neben dem Zierpflanzenbau hauptsächlich im Bereich der Baumschulen vorzufinden ist. Aus diesem Grund und durch den niedrigen Grad an Kulturspezialisierung bei Baumschulbetrieben, wird der durch das Bakterium verursachte Schaden als Mittelwert über Freiland- und Containerkulturen zusammen berechnet. Angenommen, *Xylella fastidiosa* tritt in einem durchschnittlichen Betrieb auf, so kann den amtlich angeordneten Tilgungsmaßnahmen zufolge ein Verbringungsverbot sowie die Vernichtung aller Wirtspflanzen in einem definierten Radius um befallene Pflanzen vorgeschrieben werden (JKI 2019). Die zu vernichtenden Pflanzen dürfen nur in Ausnahmefällen außerhalb des Betriebes weiter transportiert werden, in der Regel werden sie vor Ort bzw. in dem abgegrenzten Gebiet verbrannt.

Da es sich in der beispielhaften Berechnung um einen durchschnittlichen Betrieb handelt ist anzunehmen, dass die Kulturen sowohl im Freiland als auch in Gewächshäusern angebaut werden. Dementsprechend wurde in der Kostenrechnung die Nutzung von Insektiziden zur Vektorkontrolle sowie der Einsatz von Desinfektionsmitteln im Gewächshausbereich berücksichtigt. Basierend auf dem *Partial Budgeting* Schema und den bereits angeführten Annahmen ergeben sich folgende Schadenshöhen (Tabelle 1).

Tabelle 9: **Schadensausmaßanalyse im Fall des Auftretens von *Xylella fastidiosa* im deutschen Baumschulsektor nach dem *Partial Budgeting* Schema**

Schadensausmaßanalyse für *Xylella fastidiosa* in Baumschule	
Bereich	Schaden in €*
Pro ha	32.633 € (Fixe und variable Kosten)
Pro Betrieb	447.232 € Durchschnittliche Betriebsgröße 16,28 ha (2017)
Pro Cluster	99.349.090 € Annahme: Auftritt in Weser-Ems
Pro Sektor	523.083.571 € 19.276 ha – gesamte Baumschulfläche D. (2016)

* Mittelwert über alle Betriebe

In Bezug auf die Gestaltung möglicher finanzieller Entschädigungsleistungen, soll die Meinung aktiver Unternehmen aus Landwirtschaft und Gartenbau einbezogen werden, um die Akzeptanz und Kooperationsbereitschaft für die Umsetzung solcher Maßnahmen zu gewinnen. Im Folgenden werden die Präferenzen von Betrieben aus verschiedenen Sektoren (Wein-, Obst-, Gemüse-, Zierpflanzenbau & Baumschulen) hinsichtlich ausgewählter Entschädigungsoptionen dargestellt (Abbildung 1).

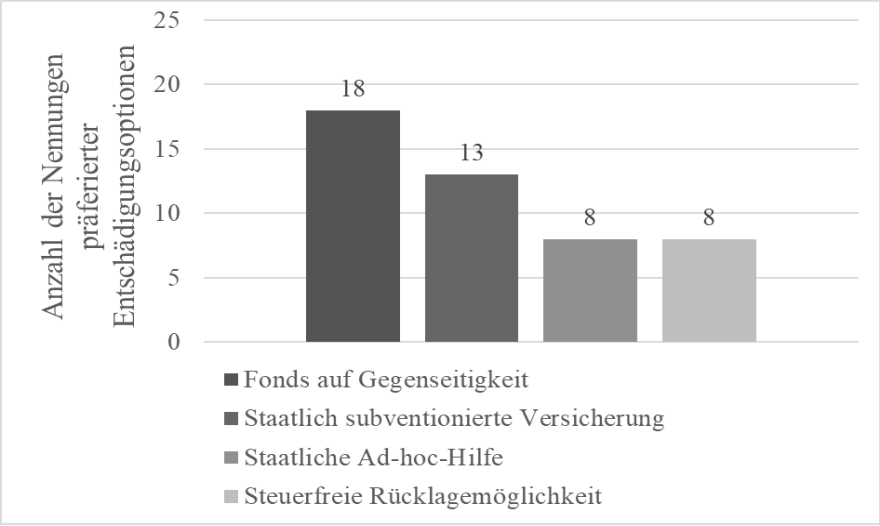


Abbildung 32: **Präferenzen von Betrieben aus dem Agrarsektor hinsichtlich möglicher Entschädigungsoptionen für den Quarantäneschadfall**

(N=27, Mehrfachnennungen möglich)

Die Mehrheit der Befragten hat sich positiv zu einer Fondslösung geäußert. Ebenfalls wurde die staatlich subventionierte Versicherung häufig präferiert, insbesondere von Gemüse- und Zierpflanzenbaubetrieben. Grundsätzlich sind sich alle Betriebe darin einig, dass der Staat sich in irgendeiner Form an den Entschädigungen beteiligen muss, wenn dem Betrieb Tilgungsmaßnahmen amtlich vorgeschrieben werden.

Zusammenfassung

Untersuchungen zu potenziellen wirtschaftlichen Schäden von Quarantäneschadorganismen wurden mithilfe des *Partial Budgeting* Schemas und darauf aufbauenden Aggregationsansätzen vorgenommen. Durch Quarantäneschadorganismen verursachte Schäden variieren zwischen den verschiedenen betrachteten Sektoren in Abhängigkeit vom jeweiligen Organismus, der betrieblichen Produktionsstruktur als auch der regionalen Produktionsdichte stark.
Die Bestandsaufnahme zu Entschädigungsoptionen zeigt, dass die Realität der EU-Länder zahlreiche Varianten von Entschädigungsformen aufweist. Daraus lässt sich ableiten, dass es kaum eine einzige, stets vorzügliche Entschädigungsform gibt. Auf der Grundlage allgemeiner Überlegungen und der vorliegenden nationalen und internationalen Erfahrungen zu Entschädigungsoptionen werden erste, vorläufige Schlussfolgerungen über die Ausgestaltung von Entschädigungen im Fall von Quarantäneschadorganismen in Deutschland gezogen. Die Entschädigungsoptionen a) Optimierung des gegenwärtigen Systems staatlicher Entschädigungszahlungen, b) Ausbau von Versicherungslösungen (Erweiterung bestehender Deckungen um bestimmte Quarantänekosten) und c) Etablierung von Fondslösungen (in Einzelsektoren) erscheinen realistisch. Ob und inwieweit diese Optionen zu den Präferenzen von Landwirten passen, wird Gegenstand weiterer Untersuchungen (Choice-Experimenten) sein.

Abstract

Studies on the potential economic damage caused by quarantine pests were carried out using the partial budgeting scheme and aggregation approaches. Damage caused by quarantine pests differs widely between the different sectors, depending on the organism, the farm production structure as well as the regional production density. The survey of compensation options shows that the EU countries have numerous variants of compensation forms. Therefore, it can be concluded that there is hardly a single, always superior form of compensation. Based on general considerations and the available national and international experience on compensation options, first preliminary conclusions are drawn on the design of compensation in the case of quarantine pests in Germany. The compensation options a) optimization of the current system of state compensation payments, b) expansion of insurance solutions (extension of existing coverage to include certain quarantine costs) and c) establishment of fund solutions (in individual sectors) appear realistic. Whether and to what extent these options fit farmers' preferences will be the subject of further research (choice experiments).

Die Förderung des Projekts „Bewertung von Entschädigungsmöglichkeiten für Betriebe beim Auftreten von Quarantäneschadorganismen“ erfolgt aus Mitteln der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Förderkennzeichen: 2818HS007).

Literatur

BEBBER, DP, RAMOTOWSKI, MAT, GURR, SJ, 2013: Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. Nature Climate Change 3, 985-988.
EPANCHIN-NIELL, R, THOMPSON, AL, TREAKLE, T, 2021: Public contributions to early detection of new invasive pests. Conservation Science and Practice 3:e422.
JKI, 2019: Bekanntmachung des Notfallplans zur Bekämpfung von *Xylella fastidiosa* in Deutschland vom 11. Januar 2019. Banz AT 05.04.2019 B8.
MEURISSE, N, RASSATI. D, HURLEY, BP, BROCKERHOFF, EG, HAACK, RA, 2019: Common pathways by which non-native forest insects move internationally and domestically. Journal of Pest Science 92, 13-27.

Adressen der Autoren

[1] Lebenswissenschaftliche Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

[2] Lebenswissenschaftliche Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Allgemeine Betriebslehre des Landbaus, Philippstr. 13, D-10115 Berlin

* Ansprechpartner: Jens Ehlers, M.Sc., ehlerjen@hu-berlin.de

European mountain ash ringspot-associated virus (EMARaV) in *Sorbus aucuparia*: Studien über räumliche Verteilung, genetische Vielfalt und virusinduzierten Symptome in zwei Modellbäumen

European mountain ash ringspot-associated virus (EMARaV) in Sorbus aucuparia: studies on spatial distribution, genetic diversity and virus-induced symptoms in two model trees

Hector Fernandez[1,2], Susanne von Bargen[1] & Carmen Büttner[1]

Abstract

Since the 1960s, severe disease symptoms, mainly consisting of chlorotic ringspots, have been observed in S. aucuparia trees all around Europe, including Germany. The putative causative agent for the observed symptoms was found to be a new virus, which was named European mountain ash ringspot-associated emaravirus (EMARaV) (Mielke and Mühlbach, 2007). This virus has a segmented ssRNA genome, from which six fragments have been identified so far, each encoding 1 open reading frame in negative sense orientation (von Bargen et al., 2019). We present results obtained from the experimental study of two EMARaV-infected Sorbus aucuparia model trees cultivated in the Research Garden at the Humboldt Universität zu Berlin, Phytomedicine division. Studied trees were planted and intentionally inoculated with EMARaV in 1996 through grafting, a positive infection being confirmed in 2016 in a pooled sample of symptomatic leaves. Once fully flushed in the spring, both trees were sampled and leaves showing little to no symptoms, where the presence of the virus would happen to be unclear, were selected for screening. The presence or absence of EMARaV-infection, its spatial distribution and specific genome segments present were studied by fragment specific RT-PCR targeting RNA2, RNA3, RNA4 and RNA6 of the virus. A systemic infection was assumed after viral presence and detectability in asymptomatic leaves was confirmed all over the tree, with a later sampling in July 2019 additionally proving the occasional variation of genome segment presence within sampling spots. RNA 3, closely followed by RNA 6, was found to be present and detectable in almost the totality of the samples. Testing for only these two segments was confirmed to provide satisfactory results for EMARaV detection in S. aucuparia. Sequencing and alignment of selected amplified virus samples showed little genomic variability both within and in between trees.

Literatur

MIELKE-EHRET N, MÜHLBACH H-P, 2007: A novel, multipartite, negative-strand RNA virus is associated with the ringspot disease of European mountain ash (Sorbus aucuparia L.). Journal of General Virology, 88:1337–1346.

VON BARGEN H, DIECKMANN H-L, CANDRESSE TK, MÜHLBACH H-P, ROSSBACH J, BÜTTNER C, 2019: Determination of the complete genome sequence of European mountain ash ringspot-associated emaravirus from Sorbus intermedia reveals two additional genome segments. Archives of Virology, 164:1937–1941.

Adressen der Autoren

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

[2] Polytechnical University of Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas; Bachelor in Biotechnology, Avenida Puerta de Hierro 2, 28040 Madrid, Spain.

Out of the Dark: Einfluss von sichtbarem Licht auf Wachstum, Sporenproduktion und Virulenz von Metarhizium brunneum

Out of the Dark: Influence of visible light on growth, spore production and virulence of Metarhizium brunneum

Maria Zottele, Mathias Larcher, Pamela Vrabl & Hermann Strasser*

Einleitung

Metarhizium brunneum (BIPESCO 5) ist ein entomopathogener Pilz, der in Österreich im biologischen Pflanzenschutz zur Bekämpfung von *Phyllopertha horticola* (Gartenlaubkäfern) und *Amphimallon solstitiale* (Junikäfer) eingesetzt wird. Obwohl bekannt ist, dass Licht nicht nur im Reich der Pflanzen, sondern auch im Reich der Pilze eine wichtige Rollte spielt (Tisch und Schmoll 2009, Fuller et al. 2015), wurde dieser Faktor bei physiologischen Studien mit *M. brunneum* bisher vernachlässigt. Ziel dieser Studie ist es daher, die Auswirkung von sichtbarem Licht (im Wellenlängenbereich von 380-750nm) auf die Sporenproduktion, das Pilzwachstum, sowie die Virulenz des Pilzes *M. brunneum* BIPESCO 5 zu untersuchen.

Material und Methoden

Produktionsstamm: *M. brunneum* BIPESCO 5 wurde aus der hausinternen Stammkultursammlung bezogen und auf Sabouraud-4%-Glukose Nährmedium (S4G) bei 25°C für 14 Tage angezüchtet. Von der Oberflächenkultur wurden die Luftkonidien mit 0,1% (w/v) Tween 80 abgeschwemmt und Stammlösungen von 5 x 10^7 Sporen pro mL hergestellt. Diese wurden in Sarstedt Cryovials (2 mL) bis zur weiteren Verwendung auf -80°C gelagert.

Aufbau Lichtversuch: Für die Inkubation unter unterschiedlichen Beleuchtungsregimen wurden Kartonschachteln (133x133x50 mm) mit einer farbigen LED (Wellenlänge: 393, 464, 520, 593, 608, und 631 nm) oder einer weißen LED bestückt. Im Kontrollansatz "Dunkel" wurde auf die LED-Beleuchtung verzichtet.

Die Sporenproduktion wurde auf Oberflächenkulturen (S4G Nähragarplatten) sowie auf dem Trägerstoff Gerstenkorn untersucht. Die Gerstenkörner wurden in Autoklaviersäcken (neoLab PP) nach Zugabe von 30 % (v/w) deionisiertem Wasser 2-mal bei 121°C für 20 min autoklaviert. Anschließend wurde das sterile Ausgangsprodukt (1 kg Gerstenkörner) mit 120 mL einer sieben Tage alten Kulturbrühe, welche bei 25°C in absoluter Dunkelheit inkubiert wurde, beimpft und in leere Petrischalen überführt. Pro Platte wurden ca. 100 Körner für 14 Tage bei 25°C, 60 %rF und einer 24-stündigen Beleuchtung (bzw. Dunkelheit) inkubiert. Für den Versuch mit Oberflächenkulturen auf einem S4G Nährmedium wurden die Platten mit der aufgetauten Stammlösung mithilfe einer Impfnadel inokuliert und unter denselben Kulturbedingungen wie beim Gerstenkorn-Ansatz in den Lichtboxen inkubiert.

Auswertung Pilzwachstum: Das Pilzwachstum auf der Nähragarplatte wurde durch Vermessen des Koloniedurchmessers bestimmt sowie die Sporenproduktion pro cm^2 Myzelrasen ermittelt. Das Wachstum auf dem Trägerstoff Gerste wurde durch die Bestimmung der Sporendichte pro Gramm Korn beurteilt.

Auswertung PR1 Protease Aktivität: *Metarhizium* Sporen wurden mithilfe von 0,05 M Tris HCl + 0,1% (w/v) Tween 80 vom Trägerstoff gelöst und eine Suspension mit einer Konzentration von 1 x 10^7 Sporen mL^{-1} hergestellt. 350 µl dieser Sporensuspension wurden mit 350 µl einer 2 mM Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phe-p-Nitroanilide Lösung (in Tris-HCl + Tween) vermengt und für 90 min bei Raumtemperatur in einem Überkopfschüttler inkubiert. Um die Enzymreaktion zu stoppen, wurden 700 µl 0,5 M HCl zugegeben und die Lösung anschließend durch ein Nylonnetz (Maschenweite 40 µm) filtriert. Die Absorption des Filtrates wurde mithilfe eines TECAN-Photometers bei einer Wellenlänge von 405 nm gemessen und die Aktivität als Abbau des Succinyl-Nitroanilides in mM pro Zeiteinheit (min) berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Das Radialwachstum des Pilzes *M. brunneum* BIPESCO 5 konnte mit den Farbspektren violett (393 nm), blau (464 nm) und grün (520 nm) sowie mit dem Lichtspektrum einer weißen Leuchtdiode

im Vergleich zum Wachstum in vollständiger Dunkelheit signifikant gesteigert werden ($p < 0{,}002$). Während Kolonien ohne Beleuchtung einen Koloniedurchmesser von 61-62 mm aufwiesen, erreichten violett, blau, grün und weiß belichtete Kolonien einen Durchmesser von 68-69 mm. Auch die Sporendichte konnte unter Weißlicht, sowie unter Blau- und Grünlicht gesteigert werden; wohingegen eine Beleuchtung mit anderen Wellenlängen keinen signifikanten Unterschied in der Sporenproduktion zeigte. Während bei Dunkelheit 4 x 10^6 Sporen cm^{-2} und bei Beleuchtung im roten Bereich (631 nm) 2 x 10^6 Sporen cm^{-2} produziert wurden, führte Blaulicht zu einer mittleren Sporendichte von 9 x 10^7 Sporen cm^{-2} (Abb. 1). Den positiven Einfluss von blauem Licht auf die Sporenproduktion konnten auch Oliveira et al. (2018) bei *M. robertsii* feststellen.

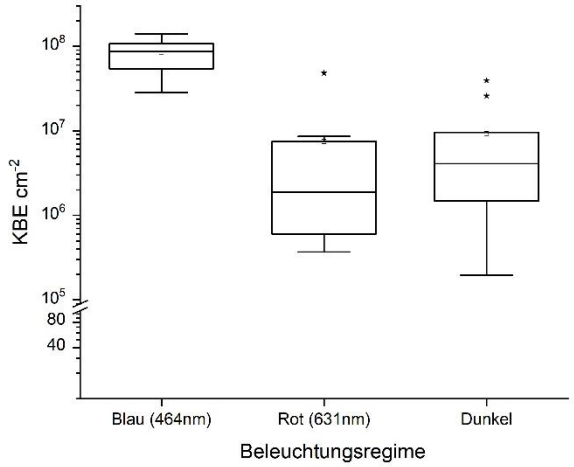


Abbildung 1: Sporendichte cm^{-2} nach 14-tägiger Inkubation bei 25°C unter Blau- und Rotlicht im Vergleich zu dunkel inkubierter Myzelbiomasse. Sternmarkierungen zeigen Ausreißerwerte.

Auch auf dem Trägerstoff Gerste konnte die höchste Pilz-Sporendichte unter mit Blaulicht nachgewiesen werden (Abb.2).

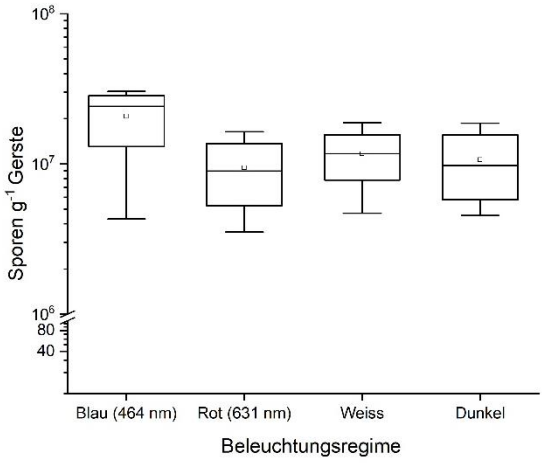


Abbildung 2: Sporenproduktion von *M. brunneum* auf Gerste nach 14-tägiger Inkubation bei 25°C. Die beimpften Körner wurden ohne Licht bzw. mit blauer, roter und weißer Belichtung inkubiert.

Unter Blaulicht wurden 2 x 10^7 Sporen g^{-1} Gerste und somit die doppelte Sporenmenge im Vergleich zur dunkel-inkubierten Pilzcharge produziert. Mit weißem Licht konnte ebenfalls nur eine geringfügige Steigerung der Sporenproduktion gegenüber der Dunkel-Inkubation erzielt werden. Bei länger-welligem Lichtspektrum (d.h. roter LED) wurde kein Unterschied zu dunkel inkubierten Kulturen festgestellt.
In Voruntersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Pilz-Protease Aktivität ebenfalls durch die Belichtung deutlich beeinflusst wurde. Unter Verwendung der blauen bzw. grünen Licht konnte eine er-

höhte Aktivität der geernteten Pilzsporen nachgewiesen werden. Weitere Untersuchungen sind in Planung. Auch soll der Einfluss des Beleuchtungsregimes auf die Produktion toxisch relevanter Sekundärmetabolite (v.a. Destruxine) untersucht werden.

Zusammenfassung

Seit wenigen Jahren wird vermehrt die Bedeutung des sichtbaren Lichtes auf das physiologische Verhalten von Pilzen diskutiert. So gut wie keine Studien wurden bisher zum Thema Lichteinfluss auf das Wachstum und die Virulenz von insektentötenden Pilzen durchgeführt. Daher war unser Ziel, die Auswirkung von sichtbarem Licht bzw. ausgewählter Farbspektren auf den Produktionsstamm *Metarhizium brunneum* BIPESCO 5, auf Nähragar als auch auf Pilzgerste, zu prüfen. Es konnte gezeigt werden, dass sowohl das Radialwachstum vergrößert als auch die Sporenproduktion von *M. brunneum* durch das sichtbare Lichtspektrum, besonders im kurzwelligeren Bereich des sichtbaren Lichtes (u.a. Blaulicht), gesteigert wird.

Abstract

Since a few years, the importance of visible light on the physiological behaviour of fungi has been increasingly discussed. Basically, so far only a minority of studies focused on the influence of light on the growth and virulence of entomopathogenic fungi. Therefore, our aim was to test the effect of visible light or selected colour spectra on the production strain *Metarhizium brunneum* BIPESCO 5, both on nutrient agar and on barley kernels. It was shown that radial growth and spore production of *M. brunneum* was enhanced by the visible light spectrum, especially in the shorter wavelength range of visible light (i.e. blue light).

Literatur

FULLER, K.K., LOROS, J.J., DUNLAP, J.C. (2015): Fungal photobiology: visible light as a signal for stress, space and time. In: Current Genetics 61(3), 275-288.

OLIVERIA, A.S., BRAGA, G.U.L., RANGEL, D.E.N. (2018): *Metarhizium robertsii* illuminated during mycelial growth produces conidia with increased germination speed and virulence. In: Fungal Biology 122, 555-562.

TISCH, D., SCHMOLL, M. (2009): Light regulation of metabolic pathways in fungi. In: Applied Microbiology and Biotechnology 85, 1259-1277.

Adresse der Autoren

Leopold-Franzens Universität Innsbruck, BIPESCO Team Innsbruck, Institut für Mikrobiologie, Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck,

*Ansprechpartner: Dr. Hermann Strasser, hermann.strasser@uibk.ac.at

Bekämpfung des Maikäfers im Steilgelände durch Injektion von MelocontTM-Flüssigformulierungen mit der MMexit Applikationstechnik

Control of cockchafer in steep slopes by injecting Melocont™ liquid formulations with the MMexit application technique

Hannah Embleton, Maria Zottele & Hermann Strasser*

Einleitung

Der Maikäfer-Engerling *(Melolontha melolontha)* verursacht große Schäden im heimischen Grünland, unter anderem auch in Salzburg, Tirol und Vorarlberg. Besonders in Steilhanglagen ist eine erfolgreiche Bekämpfung mit dem empfohlenen insektenpathogenen Wirkstoff Melocont™-Pilzgerste beträchtlich erschwert, da die Vredo-Säschlitztechnik nur bedingt eingesetzt werden kann. Aus diesem Grund wurde vor zwei Jahren eine intensive Suche nach Applikations-Alternativen gestartet. Im Versuchszeitraum 2019 und 2020 wurden Melocont™-Flüssigprodukte, basierend auf dem *Beauveria brongniartii* Produktionsstamm BIPESCO 2, mittels der neuen MMexit Technik ausgebracht, um zeitgleich die Applikationstechnik und die Produkte auf ihre Wirksamkeit zu prüfen. Folgende Parameter wurden dafür in den großangelegten Versuchsflächen untersucht: (i) Bestimmung der Maikäfer-Befallsdichte (alle Stadien); (ii) Beurteilung der *Beauveria*-Dichte im Boden (1 cm bis 20 cm); (iii) Beurteilung der Wirkung von *Beauveria* durch Bestimmung der Infektionsrate der Maikäfer und Engerlinge in den pilzbehandelten Versuchsflächen. Als Kontrollflächen wurden unbehandelte Grünlandflächen in unmittelbarer Nähe der Versuchsflächen ausgewählt. Zurzeit werden die Prototyp-Flüssigformulierungen im Topfversuch unter Beigabe von Maikäfer-Engerlingen über eine Zeitspanne von 16 Wochen geprüft.

Material und Methoden

Melocont™-Dipersionsformulierungen wurden sowohl in Gortipohl (Montafon, Vorarlberg), als auch in Unken (Heutal, Salzburg) mit Hilfe der MMexit Prototypmaschine appliziert. Die Produkte Melocont™-Liquid und Melocont™-WP Sporenpulver wurden von der Firma Agrifutur s.r.l (Alfianello/Italien) zur Verfügung gestellt. Bodenproben wurden an den Versuchsstandorten aus einer Bodentiefe von 1 cm bis 10 cm und von 10,5 cm bis 20 cm mit Hilfe eines Rillenbohrers (ø 2 cm) gezogen. Anschließend wurde die Dichte des Pilzes mit Hilfe einer Standard-Methode nach Anzucht auf einem Selektivnährmedium nachgewiesen (Längle et al., 2005).

Melocont™ Liquid:

Beauveria Pilzbiomasse (Blastosporen) wurden mit einer Sporendichte von 1×10^{12} Sporen ha^{-1} direkt mit dem MMexit Motor-Injektor gleichmäßig in den Boden injiziert (Gesamtvolumen der Lösung: 200 L).

Melocont™ WP Sporenpulver:

Melocont™-Sporenpulver, mit einer Sporendichte von 5×10^{9} Sporen g^{-1}, wurde direkt im MMexit Tank angerührt und in den Boden mit einer Konzentration von 1×10^{12} Sporen ha^{-1} appliziert.

Melocont™ gewaschene Pilzgerste:

Die „gewaschene Pilzgerste“ wurde unter Verwendung der Melocont™-Pilzgerste (Pfl. Reg. Nr. 3717) hergestellt. Die Sporen-Biomasse-Suspension wurde vom Gerstenkorn-Produkt getrennt und auf ihr tatsächliches Endvolumen mit Wasser verdünnt. 50 kg Melocont™-Pilzgerste wurden zur Herstellung des Sporenkonzentrates verwendet. Mit dieser Suspension konnte ein Hektar landwirtschaftliche Fläche behandelt werden.

Ergebnisse und Diskussion

Die Dispersionslösungen des Wirkstoffes Melocont™ konnten mit Hilfe der MMexit Applikations-maschine (Stachelwalzen-Injektor von der Firma TerraTec, Bings/Bludenz; Bild 1), in eine Bodenschichttiefe von 4 bis 7 cm appliziert werden (d.h. 80 Injektionen pro Quadratmeter). Im selben Arbeitsgang konnte zusätzlich die geschädigte Wiese mit Saatgut nachgesät werden. Durch das geringe Eigengewicht

der Maschine konnten sowohl stark geschädigte Steilhänge als auch staunasse Böden befahren werden - dies wurde eindrucksvoll bei einer Steilhangapplikation in Unken im Juli 2020 demonstriert.
Unter Verwendung der MMexit (Anbaugerät an den Ibex Motormäher), konnte nach einer einmaligen Melocont^{TM}-Liquid Applikation eine signifikante Erhöhung der Pilzdichte im Boden erzielt werden. Die gewünschte *Beauveria*-Abundanz von > 1.000 Koloniebildende Einheit pro Gramm Boden Trockengewicht (KBE g^{-1} Boden TG) konnte in Unken in beiden untersuchten Bodenschichttiefen (1 cm bis 10 cm und 10,5 cm bis 20 cm) nahezu um das 4-fache übertroffen werden. Auch die Anwendung von Melocont^{TM}-WP als Flüssigformulierung kann für Steilhangapplikationen empfohlen werden. Die MMexit Applikation in Gortipohl führte zu einer guten und gleichmäßigen Anreicherung des Pilzwirkstoffs im Boden. So konnte noch am Ende der Pflanzsaison 2020 eine Pilzdichte von über 2.000 KBE g^{-1} Boden TG nachgewiesen werden. Auch das Sporenprodukt „Melocont^{TM} gewaschene Pilzgerste“ wurde in Unken getestet, und führte zu einer Pilzdichte von > 6.000 KBE g^{-1} TG. Auch die Applikation der „gewaschenen Pilzgerstekörner“ selbst führte immer noch zu einer Pilzabundanz > 5.000 KBE g^{-1} TG. Somit wurde erstmals auch eine erfolgreiche Mehrfachanwendung des Melocont^{TM}-Pilzgersteproduktes gezeigt bzw. kann schon jetzt den Landwirten eine praxisrelevante Anwendung für Steilhangapplikationen empfohlen werden.
Die erfolgreiche Anwendung von Melocont^{TM}-Sporensuspensionen zur Maikäferbekämpfung wurde in einer ersten Pilot-Feldstudie schon im Jahr 2005 in San Michele (Trentino/Italien) aufgezeigt. Die Entwicklung dieser heute vielversprechenden Dispersionsformulierungen wurde jedoch damals wegen der zu hohen Produktionskosten und wegen einer zu geringen Nachfrage von Anwendungen nicht mehr weiterverfolgt. Durch die Injektion einer 1 x 10^{13} sporenhaltigen Suspension, verteilt auf einen Hektar Grünland, konnte eine *Beauveria* Abundanz von über 6.500 KBE g^{-1} Boden TG erreicht werden (Strasser et al. 2010).
Die parallel zur Feldstudie durchgeführten und noch laufenden Topfversuche bestätigen die gute Persistenz von *B. brongniartii*. Sowohl die Melocont^{TM}-Sporenpulver-Formulierung, das gewaschene Pilzgerste-Suspensionsprodukt, als auch die *Beauveria*-Kulturbrühe gewährleisten eine ausreichend hohe Pilzdichte im Boden.

Bild 1: Applikation von Melocont^{TM}-Dispesionsformulierungen mit der MMexit. Die MMexit ist ein Anbaugerät an den Ibex Motormäher von der Firma TerraTec, welcher zur Bekämpfung von Engerlingen im Steilhang eingesetzt wird (© BIPESCO).

Zusammenfassung

Eine maschinentaugliche Lösung zur nachhaltigen Bekämpfung von Engerlingen im Steilhanggelände ist in Sicht. Die Stachelinjektoren der MMexit-Maschine ermöglichen nicht nur das problemlose Manövrieren im Steilhang, sondern auch die gleichmäßige Injektion von Dispersionsformulierungen. Es konnte gezeigt werden, dass der insektenpathogene Pilz *Beauveria brongniartii* nach Applikation der

Prototyp-Formulierungen erfolgreich im Boden etablieren werden kann. Die Feldexperimente in Westösterreich bestätigten, dass durch den Behandlungen eine signifikante Erhöhung der Pilzdichte im Boden erzielt werden konnte. Eine Wiederholung der Topfversuche soll die Etablierung von *B. brongniartii* im Boden und die Wirkung der Dispersionsformulierung gegen Maikäfer-Engerlinge bestätigen.

Abstract

The cockchafer (*Melolontha melolontha*) causes great damage in grassland. In valleys, the damaged grassland can be treated with the Melocont™ fungal barley by means of the existing Vredo sowing slit technology. However, this is not possible in steep alpine slopes, as is the case in regions of Salzburg, Tyrol and Vorarlberg. Consequently, an intensive search for application alternatives has been launched. In the trial period of 2019 and 2020, Melocont™ liquid products based on *Beauveria brongniartii*, production strain BIPESCO 2, were applied using the new MMexit technique, in order to simultaneously test the application technique and the products for their effectiveness.
It was shown that the insect pathogenic fungus *Beauveria brongniartii* can be successfully established in the soil after application of the prototype formulations. The field experiments in Western Austria confirmed that a significant increase in fungal density in the soil could be achieved after the treatments. A repeat of the pot experiments should confirm the establishment of *B. brongniartii* in the soil and the effect of the dispersal formulation against cockchafer grubs.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei den Landwirten in Salzburg, Tirol und Vorarlberg für die Bereitstellung der Versuchs- und Kontrollflächen. Ein besonderer Dank gilt der Firma Agrifutur s.r.l (Alfianello/Italien) und der Firma Samen Schwarzenberger GmbH (Völs/Tirol), welche uns für Testzwecke Melocont™ Pilzgerste und die Flüssigwirkstoffe zur Verfügung gestellt haben, sowie all jenen Studenten*innen des Institutes für Mikrobiologie (Leopold-Franzens Universität Innsbruck) und Helfern, die mit viel Engagement und Können die zum Teil schweißtreibende Feldarbeit durchgeführt haben. Auch möchten wir uns beim Amt der Salzburger Landesregierung, dem Amt der Tiroler Landesregierung und dem Amt der Vorarlberger Landesregierung für die finanzielle Unterstützung bedanken.

Literatur

LAENGLE T, PERNFUSS B, SEGER C, STRASSER H 2005: Field efficacy evaluation of *Beauveria brongniartii* against *Melolontha melolontha* in potato cultures. Sydowia 57(1), 54-93.

STRASSER H, NEUHAUSER S, KIRCHMAIR M 2010: Nachhaltige Bekämpfung von Maikäferengerlingen in exponierten Steilhangflächen. https://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come_from=&&project_id=2808 (Zugriff, 15. April 2021).

Adresse der Autoren

Leopold-Franzens Universität Innsbruck, BIPESCO Team Innsbruck, Institut für Mikrobiologie, Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck,

*Ansprechpartner: Dr. Hermann Strasser, hermann.strasser@uibk.ac.at

Untersuchungen zur Verteilung des ash shoestring-associated virus (ASaV) in Blumeneschen (*Fraxinus ornus*)

Study on spatial distribution of ash shoestring-associated virus (ASaV) in manna ash (Fraxinus ornus)

Ines Günther[1], Susanne von Bargen[1*], Malgorzata Rybak[2],
Martina Bandte[1] & Carmen Büttner[1]

Zusammenfassung

Im Jahr 2017 wurde ein neuartiges Virus beschrieben, das in *Fraxinus excelsior* (Gemeine Esche) mit dem Auftreten von Blattdeformationen teilweise in Form von Fadenblättrigkeit (shoestring) sowie chlorotischen Flecken und Linienmustern assoziiert ist (Tischendorf et al. 2018, Gaskin et al. 2018). Somit wurde der Name ash shoestring-associated virus (ASaV) für das Virus vorgeschlagen. Sequenzvergleiche und Genomorganisation des neuen Virus weisen auf die Zugehörigkeit zur Gattung *Emaravirus* hin. Seit dem ersten Befund einer ASaV-Infektion von erkrankten Gemeinen Eschen aus dem Jahr 2018, konnte das Virus auch in Blumeneschen (*F. ornus*) nachgewiesen werden, die Fadenblättrigkeit, Blattdeformationen, und chlorotische Ringflecken aufwiesen (Gaskin et al. 2019).
Pflanzenviren können in ihren Wirten ungleichmäßig verteilt sein. Für ASaV ist bisher nicht bekannt, ob Eschen durch das Virus systemisch infiziert werden können und ob das Virus auch in Kronenbereichen ohne virusverdächtige Blattsymptome in infizierten Bäumen nachweisbar ist. Mit dieser Studie werden daher erste Ergebnisse zum Verteilungsmuster von ASaV in infizierten Blumeneschen vorgestellt. Aus den präsentierten Ergebnissen lassen sich Konsequenzen für die zuverlässige Detektion dieses neuen viralen Erregers in erkrankten Eschen ableiten.

Abstract

In 2017, a novel virus was described that is associated with the occurrence of leaf deformations partly in the form of filamentous leafiness (shoestring) and chlorotic spots and line patterns in *Fraxinus excelsior* (common ash) (Tischendorf et al. 2018, Gaskin et al. 2018). Thus, the name ash shoestring-associated virus (ASaV) was proposed for the virus. Sequence comparisons and genome organization of the new virus indicate that it belongs to the genus *Emaravirus*. Since the first finding of ASaV infection in diseased common ash trees in 2018, the virus has also been detected in flowering ash trees (*F. ornus*), which exhibited filamentous leafiness, leaf deformities, and chlorotic ring spots (Gaskin et al. 2019).
Plant viruses can be unevenly distributed in their hosts. For ASaV, it is not yet known whether ash trees can be systemically infected by the virus and whether the virus can be detected in canopy areas without leaf symptoms suspicious for the virus in infected trees. This study therefore presents preliminary results on the distribution pattern of ASaV in infected flowering ash trees. Consequences for the reliable detection of this new viral pathogen in diseased ash trees can be derived from the presented results.

Literatur

GASKIN T, VON BARGEN S, BANDTE M, REYNARD JS, MÜHLBACH H-P, ROßBACH J, BÜTTNER C, 2018: Untersuchungen zum Auftreten eines neuartigen Virus der Esche (Fraxinus excelsior) und Vervollständigung der RNA1-Sequenz. Julius-Kühn Archiv 461, 528-529.
GASKIN T, VON BARGEN S, BANDTE M, REYNARD J S, ROßBACH J, BÜTTNER C, 2019: Detektion und phylogenetische Analyse eines putativen Emaravirus in der Blumenesche (Fraxinus ornus L.). Tagungsprogramm des 51. Jahrestreffen des DPG-Arbeitskreises "Viruskrankheiten der Pflanzen", 23.
TISCHENDORF M, VON BARGEN S, BANDTE M, REYNARD JS, BÜTTNER C, 2018: Ein neuartiges Virus ist mit der Bildung von schmalen, gekräuselten Blättern bei Fadenblättrigkeit und Blattdeformation von Eschen (Fraxinus excelsior) assoziiert. 73. ALVA-Jahrestagung, 28.-29.5.2018 in Gmunden, Österreich. Tagungsbericht 2018, 254-255.

Adressen der Autoren

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

[2] Pflanzenschutzdienst Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, Brennerhof 123, D-22113 Hamburg

[*] Ansprechpartner: DR Susanne VON BARGEN, susanne.von.bargen@agrar.hu-berlin.de

Investigations of maple mottle-associated virus (MaMaV) a novel emaravirus affecting sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*)

Untersuchungen zum Maple Mottle-Associated Virus (MaMaV), einem neuartigen Emara-Virus, anBergahorn (Acer pseudoplatanus)

Doina Cerescu, Susanne von Bargen & Carmen Büttner

Abstract

Plant virology has primarily focused on horticultural and field crops, as well as fruit trees, but there is little knowledge about viruses that infect forest trees. Virus symptoms on maple trees have been seen on a regular basis in woods surrounding Berlin and other parts of Germany over the last 40 years. However, traditional techniques have not sufficiently defined the viral agents impacting maples. The full-length genome of a novel emaravirus maple mottle-associated virus (MaMaV) was just recently determined and characterized in maple *(Acer pseudoplatanus)* - a tree species of great value in urban and forest regions (Rumbou et al., 2021). The virus has a segmented negative-sense genome of six single-stranded RNAs.

The current study aimed to investigate the distribution of MaMaV in diseased maple trees, showing a variability of symptoms and mechanical transmission to herbaceous biotest plants. The most common symptom observed in collected leaves from affected maple trees was mottle although other -weaker or stronger symptoms were also present such as chlorotic ringspots, blotching, and mosaic symptoms. 32 maple samples were collected from Grunewald in May 2020, four samples from experimental - garden graft experiment and one sample from Eberswalde collected in August 2017. MaMaV-specific RT-PCR assays were performed on symptomatic and non-symptomatic leaves of *Acer pseudoplatanus*. The presence or absence of MaMaV- infection, its spatial distribution, and the presence of particular genome segments were investigated using genome segment-specific RT-PCR targeting all six RNAs of the virus. MaMaV was found in almost all symptomatic trees and assays targeting RNA 1, RNA 3, RNA4 and RNA 6 showed highest sensitivity to detect the virus in nearly all of the samples with virus-suspected symptoms. After verifying viral presence and detectability in symptomatic leaves with a later sampling in August 2020, a systemic infection was suggested.

In parallel, mechanical transmission of the MaMaV was conducted from naturally infected maples to *Phaseolus vulgaris*, *Cucumis sativus, Nicotiana benthamiana, and Nicotiana tabacum „samsun"*. Two weeks after transmission, virus presence was confirmed by MaMaV specific RT-PCR in pooled leaf material from *P. vulgaris* and *C. sativus* although neither of the biotest plants developed clear virus-like symptoms. The RNA3 and RNA4 was detectable while other RNA segments could not be confirmed by RT-PCR suggesting the virus could not replicate very good in the biotest plants. A stable infection of biotest plants failed as propagation by serial inoculation of MaMaV from positive tested biotest plants to young *P. vulgaris* and *C. sativus* seedling was not successful.

Reference

Rumbou A, Candresse T, von Bargen S and Büttner C (2021). Next-Generation Sequencing Reveals a Novel Emaravirus in Diseased Maple Trees From a German Urban Forest. Front. Microbiol. 11:621179. doi: 10.3389/fmicb.2020.621179

Address of the authors

Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

Incidence of viral infection in a Betula pendula var. carelica plantation in Siperia, Finland

Inzidenz einer Virusinfektion in einer Betula pendula var. Carelica-Plantage in Siperia, Finnland

Serghei Iancev, Maria Landgraf, Susanne von Bargen, Martina Bandte & Carmen Büttner

Abstract

It is becoming evident that virus-related birch diseases are causing a major threat to the health of birch forest and urban stands across Europe. The first observations of obvious viral symptoms in declining birches were made in Fennoscandia, where a growing number of birch trees among all sizes and ages have been identified with foliar diseases of unknown origin since the summer of 2002. Jalkanen in 2007, characterized the disease as "*birch leaf-roll disease*" (BLRD) when it was first identified as a phytopathological issue in Finland (Rumbou, 2018). The birch is a pioneer deciduous tree with significant ecological value. Because many species feed on or coexist with birch, it is crucial to the biodiversity of coniferous forests. Production of birch wood for paper or furniture industry in birch plantation is very common in Eastern Europe and Scandinavia. Among the available birch cultivars, the curly birch is of great economic interest due to their extraordinary marvel-like stem pattern. The virologic condition in the plantations should be a prime issue. Due to the fact that pruning is vital for curly birch production, mechanically transmitted pathogenic viruses may play a major role in birch plantations (Landgraf, 2018). The introduction of HTS into viral diagnosis in 2009 unravelled many unknown viruses in birch. Since 2009, our group has been interested in a curly birch plantation in Hyypiökivalo, Siperia. In 2016 *reverse transcription polymerase chain reaction (*RT-PCR) was applied for screening of viruses in Siperia curly birch plantation including 24 trees with notable symptoms. The study was complemented by High-throughput sequencing (HTS) data generation in a curly birch plantation (2019). During a visual inspection in the summer of 2019, 56% of trees indicated signs of viral infection. In the plantation, 46 trees have clear viral symptomatology, while 34 trees have no visible symptoms. The HTS data of those 56% of symptom-developing trees was reviewed as part of this study. RT-PCR was used to confirm and extend the evidence for *Cherry leaf roll virus* (CLRV) and *Birch leaf roll associated virus (BLRaV)* in both symptomatic and asymptomatic leaves. The study gives the opportunity to correlate the symptoms with a specific virus as it identifies single infection in the trees. Asymptomatic leaves were tested for the presence of those viruses. Infected trees might not always show symptoms because symptom development is a complex process. Additionally, BLRaV belongs to the pararetroviruses that are able to integrate into the genome, and might exist latent until they are triggered by environment to replicate.

References

JALKANEN R., BÜTTNER C., von BARGEN S. (2007). Cherry leaf roll virus abundant on Betula pubescens in Finland. Silva Fennica. 41. 755-762. 10.14214/sf.927.

LANDGRAF, M., GEHLSEN, J., RUMBOU, A., BANDTE, M., von BARGEN, S., SCHREINER, M., JÄCKEL, B. & BÜTTNER, C.. (2016). Declining urban birch trees in Berlin-a case study of viral infection.

RUMBOU A, CANDRESSE T, MARAIS A, THEIL S, LANGER J, JALKANEN R, et al. (2018) A novel *badnavirus* discovered from *Betula sp*. affected by *birch leaf-roll disease*. PLoS ONE 13(3): e0193888.

Address of the authors

Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

Ansprechpartner: Serghei IANCEV, iancevserghei@yahoo.com

Bekannte und neue Krankheiten an Johanniskraut in Österreich

Known and new diseases of St. John's wort in Austria

Astrid Plenk

Einleitung

Das Echte Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) findet in der Heilkunde vor allem bei nervösen und depressiven Erkrankungen, Schnitt- und Schürfwunden, Verbrennungen sowie Verletzungen nervenreicher Körperteile Verwendung. Professionell angebaut wird das Johanniskraut in Österreich vor allem im Waldviertel auf etwa 100 Hektar.

Wirtspflanze

Das Echte Johanniskraut (Das heutige Hauptanwendungsgebiet ist die Behandlung leichter depressiver Verstimmungen bzw. Depressionen. Zahlreiche klinische Studien konnten bereits einen Nachweis erbringen, dass die Einnahme von Johanniskrautpräparaten eine deutliche Verbesserung der Betroffenen nach sich zog.), auch Echt-Johanniskraut, Gewöhnliches Johanniskraut, Durchlöchertes Johanniskraut, Tüpfel-Johanniskraut oder Tüpfel-Hartheu, genannt, ist eine Pflanzenart aus der Gattung der Johanniskräuter (Hypericum) innerhalb der Familie der Hypericaceae (früher Hartheugewächse). Meist wir es jedoch nur kurz als Johanniskraut oder Johanneskraut bezeichnet. Anwendung findet es als Heilpflanze, vor allem als mildes Antidepressivum.
Das Johanniskraut ist eine ausdauernde krautige Pflanze, Ihre Wuchshöhe betragt zwischen 50 und 100 Zentimeter. Der aufrechte Stängel ist zweikantig und innen markig ausgefüllt. Dies ist ein gutes Unterscheidungsmerkmal gegenüber anderen Johanniskrautarten. Im oberen Bereich ist es buschig verzweigt. Die Laubblätter sind oval-eiförmig bis länglich-linealisch, etwa 3 cm lang und gegenständig angeordnet. Die Blattspreite ist dicht mit durchscheinenden Öldrüsen besetzt. Die Blütezeit reicht von Juni bis August. Die goldgelben Blüten werden an der Spitze der oberen Zweige gebildet und stehen in ausgebreiteten Trugdolden. Auch die Blüten des Johanniskrautes enthalten wie die Blätter eine Vielzahl an Öldrüsen, die hier allerdings eher rötlich aussehen. Markant sind die Staubblätter, die weit über den Blütenkelch als Strahlen herausragen.
Geerntet wird das Johanniskraut während der Blüte, also zwischen Ende Juni und Ende Juli. Das heutige Hauptanwendungsgebiet ist die Behandlung leichter depressiver Verstimmungen bzw. Depressionen. Zahlreiche klinische Studien konnten bereits einen Nachweis erbringen, dass die Einnahme von Johanniskrautpräparaten zu einer deutlichen Verbesserung führt.

Pathogene

Rotwelke – *Colletortichum gloeosporioides*, syn. *Glomerella cingulata*

Die häufigste Krankheit an Johanniskraut ist die Rotwelke, die durch den Pilz *Colletortichum gloeosporioides* verursacht wird und die meist im zweiten Standjahr auftritt. Erste Anzeichen sind ein welken der Triebspitze und im weiteren Krankheitsverlauf kommt es zur typischen die Rotfärbung der befallenen Triebe. Umfassen die entstehenden Läsionen den Stängel vollständig, knicken der Triebe an der Stängelbasis um. Die Stängelläsionen sinken ein und werden rissig. Dort findet man auch die zahlreichen Fruchtkörper (Acervuli). Der Pilz überdauert mittels Myzel, Fruchtkörpern oder Sporen im Saatgut, in überwinternden Pflanzen oder im abgestorbenen Pflanzenmaterial. Werden im Frühjahr die Sporen durch Wind, Regen oder bei der Bodenbearbeitung verbreitet, kann der Neuaustrieb infiziert werden. Die Sporen keimen bei ausreichender Feuchtigkeit aus und dringen in die Pflanzenzellen ein. Der Pilz verbreitet sich in der Pflanze über die Leitungsbahnen. Die Entwicklung des Pilzes wird durch feuchte und warme Witterungsperioden begünstigt.

Septoria- Blattfleckenkrankheit – *Septoria hyperici*

Pilze der Gattung *Septoria* verursachen häufig Blattflecken und Stängelinfektionen. Auch an Früchten bzw. Samen können sie nachgewiesen werden. An den Blättern des Johanniskrauts findet man sowohl an den Blattober- als auch an den Blattunterseiten kleine, rundliche bis ovale, bräunlich bis schwarzbraun gefärbte Blattflecken, die von einem gelblichen oder rötlichvioletten Rand umgeben sind. In diesen Flecken kann man mit einer Lupe die Fruchtköpfer (Pyknidien) erkennen. Diese treten meist nur auf den Blattunterseiten auf. Der Pilz überdauert an überwinternden Pflanzen oder im abgestorbenen Pflanzenmaterial mit seinen Fruchtkörpern. Auch hier wird die Entwicklung des Pilzes durch feuchte und warme Witterungsperioden gefördert.

Coniothyrium-Stängelfleckenkrankheit – *Coniothyrium hyperici*

Neben den typischen Fruchtkörpern von *Colletortichum gloeosporioides* konnten an einigen Stängeln auch die Pyknidien von *Coniothyrium hyperici* festgestellt werden. Ähnlich wie *Colletortichum gloeosporioides* verursacht auch *Coniothyrium hyperici* Läsionen an den Stängeln. Diese breiten sich unter günstigen Witterungsbedingungen rasch aus. Sobald sie den ganzen Stängel umfassen, stirbt der Trieb darüber ab. Innerhalb dieser Läsionen werden dann die kleinen Fruchtköper gebildet. Die Pyknidien messen etwa 100 bis 150 µm. Die Konidien werden zahlreich gebildet. Diese sind rundlich bis eiförmig, bräunlich gefärbt und messen 3 - 3,5 x 2 - 2,5 µm.

Seimatosporium hyperici

Ebenfalls an den Stängeln des Johanniskrautes konnte eine weitere Krankheit gefunden werden. Der Pilz *Seimatosporium hyperici*, ursprünglich als Pestalotia hypericina beschrieben, verursacht ebenfalls Läsionen an den Stängeln aber auch die Blätter können befallen werden. Charakteristisch ist, dass auch hier eine Rotfärbung der befallenen Pflanzen erfolgt. Die Flecken können oft den ganzen Stängel umfassen und treten meist in der Gabelung des Hauptstiels und der Seitentriebe auf. Die Blattflecken werden 2 bis 5 mm groß, sind leuchtend rot gefärbt und weisen einen deutlich helleren Rand auf, In diesen Flecken werden dann die Fruchtköper, die Acervuli, gebildet. Aus diesen werden dann zahlreiche Konidien entlassen. Die Konidien messen etwa 15 – 19 x 4,5 – 5,5 µm, sind dreifach septiert und haben an beiden Enden zwei peitschenartige Anhängsel. Die apikalen Anhängsel sind zwischen 12 – 17 µm, die basalen zwischen 7 – 13 µm lang.

Zusammenfassung

Das Johanniskraut, *Hypericum perforatum*, ist eine alte Heilpflanze, die in Österreich auf etwa 100 Hektar vor allem im Waldviertel angebaut wird Neben den häufig beschriebenen Krankheiten wie beispielsweise dem Echte Mehltau, dem Rost oder auch verschiedenen Blattfleckenerregern treten in den letzten Jahren verschiedenste Krankheiten auf. Die häufigste und wirtschaftlich bedeutendste ist die Rotwelke, die durch den Pilz *Colletotrichum gloeosporioides* verursacht wird. Doch können auch Pilze wie Coniothyrium hyperici oder auch *Seimatosporium hyperici* ähnlichen Schäden verursachen. Auch Blattfleckenkranheiten wie *Septoria hyperici* oder *Phyllosticta hypericicola* können zu vorzeitigen Blattfall und somit zu einer Schwächung der Pflanzen und daraus resultierenden Ernteverlusten führen.

Abstract

St. John's wort, *Hypericum perforatum*, is an old medicinal plant, which is grown in Austria on around 100 hectares, especially in the north of Lower Austria, in the Waldviertel. In addition to the diseases that are often described, such as powdery mildew, rust or various leaf spot pathogens, various diseases have occurred in recent years. The most common and economically most important is the red wilt, which is caused by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*. However, fungi such as *Coniothyrium hyperici* or *Seimatosporium hyperici* can also cause similar damage. Leaf spot diseases such as *Septoria hyperici* or *Phyllosticta hypericicola* can also lead to premature leaf fall and thus to a weakening of the plants and the resulting harvest losses.

Literatur

GÄUMANN, E., 1959: Die Rostpilze Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz, Band XII, Buchdruckerei Büchler &Co., Bern
MEYER, U., BLUM, H., GÄRBER, U., HOMMES, M., PUDE, R. & GABLER, J. 2010: Praxisleitfaden Krankheiten und Schädlinge im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, DPG Spectrum Phytomedizin
SCHENK, R. UND U. GARBER, 2002: *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* an Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.), 4. Teil: Resistenzprüfung von Johanniskrautsorten und -stammen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 54 (4), 86–91.
SUTTON B.C., 1975: Diploceras, another synonym of Seimatosporium. Trans. Br. Mycol. Soc. 64, 3: 483-487.
ZIMOWSKA, B., 2004, Phytopathol. Pol. 34: 41-50

Adresse der Autorin

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

Mag. Astrid PLENK, astrid.plenk@ages.at

Nützlingsblühstreifen und Untersaaten regulieren Blattläuse in Leguminosen

Tailored flower strips and undersowing control aphids in leguminous plants

Christine Judt[1*], Thomas Durstberger[1], Sibylle Egger[1], Anna Pollak[1], Ingmar Prohaska[1], Thomas Drapela[2], Marion Gerstl[3], Simon Kriegner-Schramml[3], Anna Moyses[4], Sabine Grausgruber-Gröger[4] & Bernhard Krautzer[5]

Einleitung

Das von Blattläusen übertragene *Pea necrotic yellow dwarf virus* (PNYDV) verursacht an Leguminosen geringen Hülsenansatz, Zwergwuchs und führt in Folge zu teils gravierenden Ernteverlusten. Der bisherige Einsatz von Pflanzenschutzmitteln hat nicht die gewünschten Erfolge erzielt. Die ARGE Nützlingsblühstreifen verfolgt einen biodiversitätsfördernden Ansatz und testet speziell entwickelte Nützlingsblühstreifen und Untersaaten. Diese sollen als attraktive Lebensräume rechtzeitig, gezielt und in ausreichendem Ausmaß Blattlaus-Antagonisten anlocken, um den Blattlausdruck in der Kultur zu minimieren. Das Projekt legt zudem höchste Priorität auf Praxistauglichkeit und betrachtet auch den ökonomischen Aspekt. Projektlaufzeit: Mai 2019 – April 2022.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: Die Feldversuche laufen über zwei Vegetationsperioden (2020, 2021) und werden auf biologisch bewirtschafteten Ackerbohnenflächen durchgeführt.
Standorte: Die Versuchsstandorte befinden sich im Raum Pasching bei Linz.
Versuchsanlage: Pro Versuchsjahr werden auf vier Ackerbohnenfläche jeweils zwei Varianten (Nützlingsblühstreifen, Untersaat) plus Kontrolle untersucht. Die mehrjährigen Blühstreifen (4m) wurden bereits im jeweiligen Vorjahr (2019 bzw. 2020) angelegt.
Gelbschalen dienen u.a. zur qualitativen Erfassung der Blattlaus- und Nützlingsarten, die Blattläuse werden weiters zum Virusnachweis mittels PCR herangezogen. Die quantitative Erfassung der Blattlaus- und Nützlingspopulationen in den Ackerbohnen erfolgt mittels Linienbonitur in der jeweiligen Variante, wobei in der Blühstreifen-Variante ca. 10m entfernt vom Blühstreifen bonitiert wird. Um den Konnex zwischen dem Aufbau bzw. der Anlockung von Nützlingen in der Blühstreifen- und Untersaaten-Variante mit der Blattlausbefallsminderung in der Ackerbohne herzustellen, werden Korrelationsanalysen durchgeführt.
Pflanzenbauliche Bonituren dienen der Beurteilung des Aufgangs und der Entwicklung der Blühstreifen bzw. der Untersaat. Die Auswirkungen der Blühstreifen und Untersaat auf den Ertrag werden ebenfalls mittels pflanzenbaulichen Bonituren sowie anhand einer Erntebonitur beurteilt. Eine Deckungsbeitragsrechnung gibt Aufschluss über die ökonomische Vertretbarkeit der Varianten.
Sorten: Als Sommerackerbohne wurde die Sorte „Melodie“ verwendet. Bei der Auswahl der Arten für die Nützlingsblühmischung wurde u.a. auf die regionale Herkunft und damit genetische Integrität geachtet. Die Komponenten der Untersaat wurden von der Deutschen Saatveredelung AG zu Verfügung gestellt.

Ausgewählte Ergebnisse 2020 und Diskussion

Die Auswertung der Gelbschalen hat gezeigt, dass alle Blattlausarten, welche das PNYDV übertragen können, auf den Versuchsflächen vertreten waren. Besonders häufig konnte die Schwarze Bohnenlaus (*Aphis fabae*) und die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) in den Gelbschalen festgestellt werden, die Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrthosiphon pisum*) wurde nur vereinzelt nachgewiesen. Hinsichtlich der Nützlinge wurden in allen drei Varianten Parasitoide und Marienkäfer am häufigsten in den Gelbschalen gefangen. Die Nützlingsdiversität war in der Blühstreifen- und in der Untersaaten-Variante höher als in der Nullvariante. Dies könnte mit der angebotenen Diversität an Blühpflanzen zusammenhängen.
Feldbonituren: Sowohl die Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus als auch der Grünen Erbsenlaus hat zu keinem Boniturzeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten ergeben. Bei den Nützlingen war zwar die Gesamtsumme der Nützlinge bei der Blühstreifen-Variante höher als bei der

Null- und der Untersaaten-Variante, der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant. Allerdings war die Anzahl an Parasitoiden sowie an Laufkäfern in der Blühstreifen-Variante signifikant höher als in der Untersaaten- bzw. der Null-Variante.
Nanovirennachweis: Bei den aus den Gelbschalen selektierten Blattläusen konnten keine Nanoviren nachgewiesen werden. Bei der visuellen Bonitur hingegen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen der Null- und der Untersaaten- bzw. Blühstreifen-Variante (Abb. 1). Der größte Unterschied wurde auf Versuchsfläche 1 festgestellt. Hier waren in der Nullvariante 19 % der Ackerbohne infiziert, während die Infektionen in der Untersaaten- und Blühstreifen-Variante nur jeweils 3 % betrugen. Die Gründe für die geringeren Nanovireninfektionen in der Blühstreifen- und Untersaaten-Variante können vielseitig sein. Die Auswertung der Nützlinge aus den Gelbschalen zeigte einen Trend zu höheren Nützlingsaufkommen in diesen Variante. Da sich sowohl die Blühstreifen als auch die Untersaaten planmäßig entwickelten, könnte es sein, dass aufgrund des höheren Pflanzenartenspektrums dieser Varianten die Nützlinge früher in den Bestand gelockt wurden und rascher Populationen aufbauen konnten. Des Weiteren könnte der höhere Flächendeckungsgrad in der Untersaaten-Variante bewirkt haben, dass weniger Blattläuse in den Bestand flogen. Beides hätte eine Unterdrückung der Nanovireninfektionen zu Beginn der Pflanzenentwicklung bewirkt.

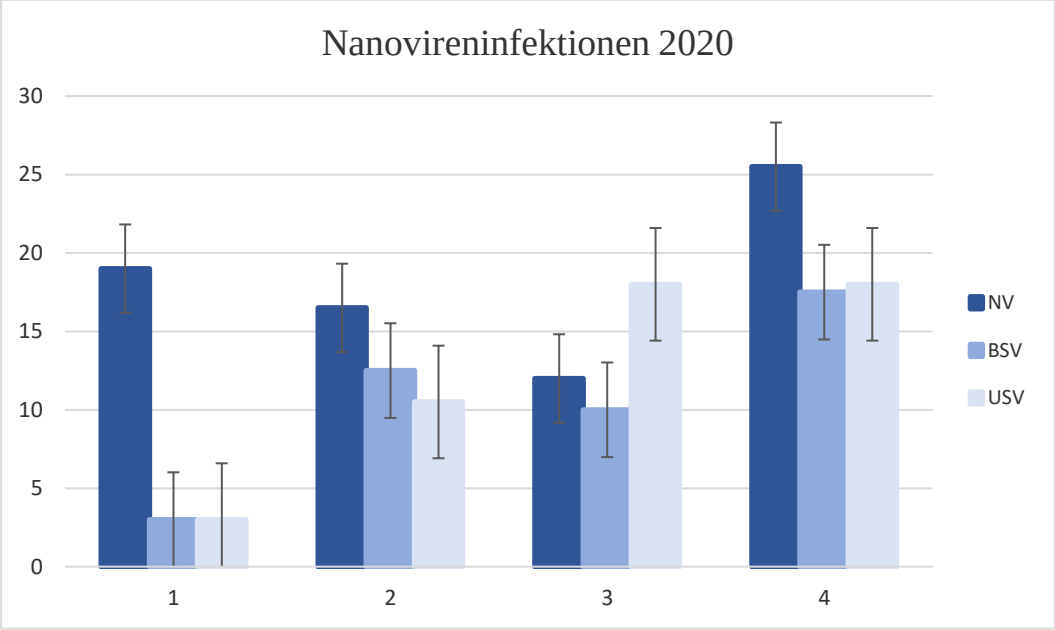


Abbildung 1: **Nanovireninfektionen [%] zum 3. Boniturtermin in der Null- (NV), Untersaaten- (USV) und Blühstreifen- (BSV) Variante auf den vier einzelnen Flächen, Versuchsjahr 2020**

Die Korrelationsanalysen haben hauptsächlich schwache bis mäßig positive Zusammenhänge ($0{,}2 < r \leq 0{,}5$) zwischen den jeweiligen Beobachtungspaaren ergeben. Etwas stärkere positive Zusammenhänge ($0{,}4 < r \leq 0{,}6$) ergaben sich in der Nullvariante zum zweiten Boniturtermin (n=40) zwischen der Anzahl der Kolonien Schwarzer Bohnenläuse und der Gesamtzahl an Marienkäferentwicklungsstadien sowie der Gesamtzahl an Nützlingen und der Nützlingsdiversität. Zu diesem Zeitpunkt konnten in der Nullvariante auch stärkere positive Zusammenhänge zwischen der Anzahl viröser Pflanzen mit der Anzahl der Schwarzen Bohnenlauskolonien ($r=0{,}45$, $p<0{,}01$) festgestellt werden. Dies lässt vermuten, dass die Hauptinfektionen zwischen dem ersten und zweiten Boniturzeitpunkt durch die Schwarze Bohnenlaus erfolgt sind. Um diese Vermutung zu untermauern, werden im Versuchsjahr 2021 die bonitierten Blattläuse pro Variante eingefangen, um eine Virenanalyse durchführen zu können.
Die Erntebonitur ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Die Erträge lagen bei 14 % Restfeuchte zwischen 2.900 kg/ha und 2.168 kg/ha und damit bei der Sorte Melodie erfahrungsgemäß auf einem mittleren Niveau. Die Deckungsbeiträge der Blühstreifen- sowie Untersaaten-Variante lagen jedoch deutlich unter denen der Nullvariante. Dabei sind die Mehrkosten v.a. der Anlage der Blühstreifen bzw. der Untersaat (Saatgut-, Maschinenkosten, Arbeitsaufwand) sowie dem Pflegeaufwand der Blühstreifen (Entsorgungskosten des Mahdguts, Mahd im Juni und September)

zuzuschreiben. Im Falle der Untersaat relativieren sich die Saatgutkosten, wenn nach der Ackerbohnenkultur eine Zwischenbegrünung geplant ist.

Zusammenfassung

Sowohl die PCR-Untersuchungen der Blattläuse aus den Gelbschalen als auch die Virenbonituren haben gezeigt, dass im ersten Versuchsjahr generell schwerwiegende Nanovireninfektionen bei der Ackerbohne ausgeblieben waren. Dennoch wurden signifikant geringere Infektionen in der Blühstreifen- und Untersaaten-Variante festgestellt. Die Gründe dafür dürften vielseitig sein. In der Blühstreifen- und Untersaaten-Variante wurde ein Trend zu höherem Nützlingsaufkommen festgestellt. Dies scheint auf das alternative Habitat und Nahrungsangebot zurück zuführen sein. Da die Korrelationsanalysen jedoch hauptsächlich schwache bis mäßige Zusammenhänge zeigten, scheinen auch andere, z. B. großräumigere Faktoren, einen Einfluss auszuüben. Aus diesen einjährigen Ergebnissen ist ebenso ersichtlich, dass alternative Möglichkeiten für die Pflege bzw. für die Nutzung der Mahd der Blühstreifen zu entwickeln sind und/oder es entsprechender Fördermaßnahmen bzw. Ausgleichszahlungen bedarf, um dieses biodiversitätsfördernde Konzept der natürlichen Schädlingskontrolle ökonomisch attraktiver zu gestalten.

Abstract

Both the PCR examinations of the aphids from the yellow traps and the virus ratings have shown that in the first year of the experiment there were generally no serious infections with the nanovirus in the field beans. Nevertheless, significantly fewer infections were observed in the flower strip and undersown variants. The reasons for this are likely to be varied. In the flower strip and undersown variants, a trend towards a higher number of beneficial insects was observed. This is likely to be due to the alternative habitat and food supply. However, since the correlation analyses mainly showed weak to moderate correlations, other, e. g. larger-scale factors, also seem to have an influence. From these one-year results it can also be seen that alternative options for the care or use of the mowing of the flower strips are to be developed and/or corresponding funding measures or compensatory payments are required in order to make this biodiversity-promoting concept of natural pest control more economically attractive.

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

Bundesministerium Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

LE 14-20 Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.

Adressen der Autoren

[1] GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut, Neustiftgasse 36, A-1070 Wien

[2] Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Doblhoffgasse 7/10, A-1010 Wien

[3] Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Referat Boden.Wasser.Schutz.Beratung, Auf der Gugl 3, A-4021 Linz

[4] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[5] Raumberg-Gumpenstein Research&Development, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

[*] Ansprechpartnerin: DI Christine JUDT, christine.judt@global2000.at

Siliereigenschaften von gemuster Körnerhirse in Laborsilos

Ensiling properties of ground grain millet in laboratory silos

Wolfgang Wetscherek[1*], Rudolf Schmied[2] & Gabriela Wetscherek-Seipelt[1]

Einleitung

In den letzten Jahren etablierte sich der Anbau von Körnerhirse als Alternative zum Maisanbau um die Fruchtfolge etwas aufzulockern. Daher stellt sich die Frage, ob die auf den Betrieben vorhandene Lagerungstechnik zur Muskornsilierung von Mais verwendet werden kann oder eine Trocknung zur Konservierung notwendig ist. Dabei ist auch der deutlich geringere Zuckergehalt der Hirse gegenüber dem Mais eine Herausforderung für die erfolgreiche Silierung. Im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics" wurde daher die Siliereignung von gemuster Körnerhirse untersucht.

Material und Methoden

Die Auswahl der Betriebe und die Probenziehung erfolgte durch Landwirtschaftskammer Steiermark. Die Probenziehung für die Muskornsilagen in den Laborgläsern erfolgte 2015 von 5 Betrieben, 2016 von 4 Betrieben und von 3 Betrieben im Jahr 2017. Bei der Ernte wurde von allen Betrieben 3 Laborsilos mit gemuster Hirse ohne Silierzusätze befüllt sowie eine frische Ernteprobe gezogen und für die Analyse eingefroren. Die Silagen wurden 6 bis 8 Monate in den Laborgläsern gelagert und danach analysiert. Dabei erfolgte eine Bestimmung von pH-Wert, Gärsäuren, Ethanol, Ammoniak, Trockenmasse und Zucker. Von den Ernteproben wurden eine Weenderanalyse sowie Bestimmung des Gehaltes an Stärke und Zucker durchgeführt. Daraus wurde auch der Gehalt an Umsetzbarer Energie berechnet.

Ergebnisse

In der Tabelle 1 werden die Nährstoffzusammensetzung und der errechnete Energiegehalt der Ernteproben dargestellt.

Die Nährstoffzusammensetzung in der Trockenmasse schwankte bezüglich Rohfett zwischen 3 und 4%, bei der Rohfaser zwischen 2,2 und 3,5%, bei der Rohasche zwischen 1,4 und 2,1%, bei der Stärke zwischen 71 und 78% bzw. beim Zucker zwischen 1,0 und 1,4% nur geringfügig. Der Rohproteingehalt schwankte zwischen 8,5 und 11%. Der Trockenmassegehalt variierte zwischen 69,5 und 83,3% sehr stark.

Von den befüllten 36 Versuchssilos wurden zwei wegen Schimmelbildung von der Analyse ausgeschlossen. Der Trockenmassegehalt der Muskornsilagen in den Laborsilos lag im Durchschnitt bei 77,6% und schwankte zwischen 69 und 86%. Für die Muskornsilagen in den Versuchsgläsern zeigt die Abbildung 1, eine Beziehung zwischen den Trockenmassegehalt und pH-Wert. Über einer Trockenmasse von 78% wird die pH-Absenkung reduziert (Abbildung 1).

Eine Beziehung zwischen den Trockenmassegehalt und den Zuckergehalt konnte aus den Datenmaterial nicht abgeleitet werden. Auffällig ist, dass einige Silageproben einen für Hirse hohen Zuckergehalt aufwiesen. Dies bestätigt die Beobachtungen von Resch et al. (2016), der dies auf einen Stärkeabbau zurückführte.

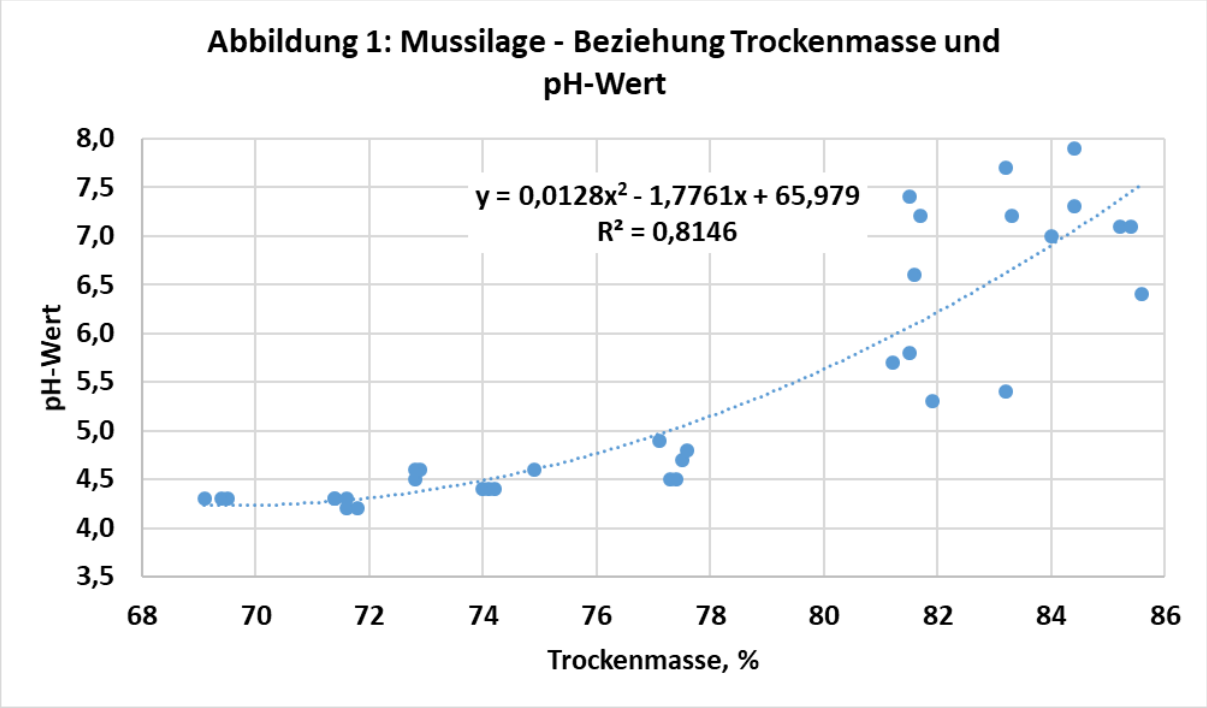
Der Ethanolgehalt reduzierte sich mit steigendem Trockenmassegehalt. Weiters zeigte sich, dass bei höheren Trockenmassegehalt mit einem abnehmenden Ammoniakgehalt zu rechnen ist. Wobei bei allen Silagen nur geringe Ammoniakgehalte auftraten.

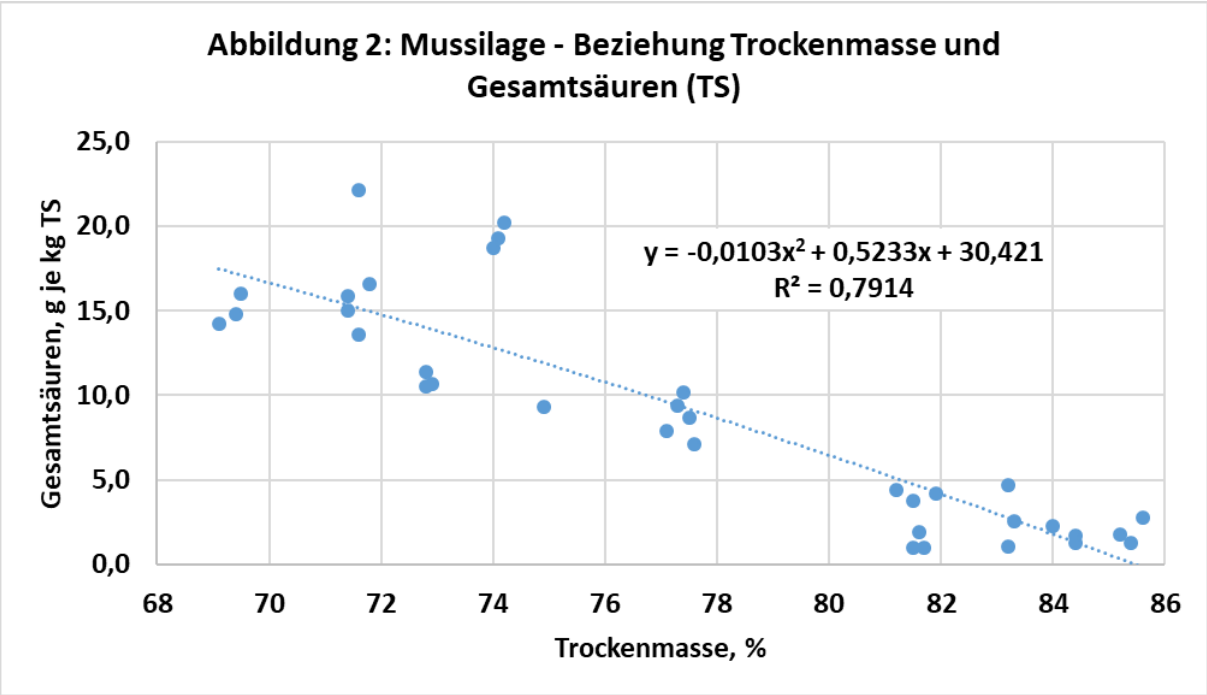
Der Gehalt der Summe an Gärsäuren in der Trockenmasse reduzierte sich mit steigenden Trockenmassegehalt in den Muskornsilagen (Abbildung 2). Dies erklärt auch den Zusammenhang zwischen Trockenmasse und pH-Wert.

Die Muskornsilageproben wiesen im Durchschnitt 8,8 g/kg Gesamtsäuren mit einer Variation von 1,0 bis 22,1 g/kg auf. Diese bestehen überwiegend aus Milchsäure und Essigsäure. Buttersäure wurde in den Silagen nur in unwesentlichen Mengen gebildet.

Tabelle 1: ***Nährstoffgehalt der Hirseproben bei der Ernte in der Trockenmasse***

Jahr	Betrieb	TM, g/kg	XP, g/kg	XL, g/kg	XF, g/kg	XA, g/kg	XS, g/kg	XZ, g/kg	ME, MJ/kg
2015	MKS 1	823	112	33	25	19	736	14	16,06
2016	MKS 1	732	83	40	23	14	778	10	16,20
2015	MKS 2	779	89	33	29	20	744	10	15,76
2016	MKS 2	817	93	39	25	15	750	10	16,12
2017	MKS 2	833	100	32	22	15	777	11	16,19
2015	MKS 3	803	103	32	29	20	747	11	15,84
2015	MKS 4	786	94	31	26	18	765	11	15,93
2015	MKS 5	712	92	32	27	19	758	12	15,87
2016	MKS 5	735	95	39	27	17	751	11	16,03
2017	MKS 5	809	100	30	29	18	744	12	15,81
2016	MKS 6	695	109	40	35	20	713	14	15,75
2017	MKS 6	802	111	30	28	21	744	10	15,88
	$\bar{x}$	777	98	34	27	18	751	11	16
	s	47	9	4	3	2	18	1	0
	Max.	695	83	30	22	14	713	10	15,75
	Min.	833	112	40	35	21	778	14	16,2





Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass eine Silierung von gemuster Körnerhirse auch ohne Silierhilfsmittel trotz des geringen Zuckergehaltes im Vergleich zu Körnermais möglich ist.
Die wichtigste Voraussetzung für die erfolgreiche Silierung ist der richtige Erntezeitpunkt. Es wird ein Trockenmassegehalt von unter 75% empfohlen.

Abstract

The results of the study showed that ensiling of mixed grain millet is also possible without ensiling aids despite the low sugar content compared to grain maize.
The most important prerequisite for successful ensiling is the right harvest time. A dry matter content of less than 75% is recommended.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien

[2] Landwirtschaftskammer Steiermark, Am Tieberhof 31, 8200 Gleisdorf

[*] Ansprechpartner: Ao Univ.-Prof. Dr. Wolfgang WETSCHEREK, wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Der Versuch wurde im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics“ durchgeführt, welches vom Bund, den Ländern und der Europäischer Union finanziert wurde.

Einfluss unterschiedlicher Futtersubstrate auf die Nährstoffzusammensetzung von Larven der Schwarzen Soldatenfliege *Hermetia illucens* (L.) sowie des Restsubstrates

Influence of different feeding substrates on the nutrient composition of larvae of the black soldier fly Hermetia illucens (L.) and the residual substrate

Marion Bonell, Eva Erhart, Manfred Sager, Dieter Haas, Sarah Scheiblmair, Stefan Wiesinger & Wilfried Hartl

Einleitung

Die Larven der Schwarzen Soldatenfliege *Hermetia illucens* sind in der der Lage, ein weites Spektrum an organischem Material als Substrat zu nutzen. Auch Rest- und Nebenstoffe aus der lokalen landwirtschaftlichen Produktionskette könnten so in hochwertiges Protein und Fett umgewandelt werden und könnten zum Teil Proteinfuttermittel für Geflügel, Fische und Schweine ersetzen.
In der Literatur wurde bereits mehrfach gezeigt, dass unterschiedliches Futtersubstrat Auswirkungen auf die Nährstoffzusammensetzung der Larven hat. Bevor die Larven zur Futtermittelherstellung verwendet werden können, ist es daher notwendig die genaue Zusammensetzung der Larven zu kennen. Das bei der Larvenzucht anfallende Restsubstrat enthält nennenswerte Gehalte an Nährstoffen, dieses könnte im Sinne der Kreislaufwirtschaft beispielsweise als Dünger weiterverwendet werden.

Material und Methoden

18 verschiedene Substratmischungen aus jeweils 2 Komponenten, welche aus Rest- und Nebenstoffen aus der lokalen landwirtschaftlichen Produktionskette stammten, wurden für die Larvenzucht getestet. Die Larven wurden mit den unterschiedlichen Substraten in 3 Wiederholungen in Kunststoffbehältern (40x60 cm) für 21 Tage gemästet und Proben von Ausgangssubstrat, Larven und Restsubstrat für die Analyse genommen. Larvenmast und Probenahme wurden von Ecofly GmbH, Laakirchen, OÖ, durchgeführt. Zur Bestimmung des Wassergehaltes wurden Ausgangs- und Restsubstrat im Trockenschrank bei 85 bzw. 105°C getrocknet, die Larven mittels Gefriertrocknung. Die Bestimmung von Gesamt-C und S erfolgte mittels Elementaranalysator (LECO, Truspec CNS) und der Gesamtstickstoff mittels Kjeldahl-Verfahren (Rohprotein = N x 6,25; Kjeltec System, Tecator). Die Haupt- und Spurenelemente wurden nach Aufschluss durch Trockenveraschung (Restsubstrat) sowie durch Mikrowellenaufschlussverfahren (Ausgangssubstrat und Larven) mittels ICP-OES (Perkin Elmer, OPTIMA 3000XL) in der Aufschlusslösung bestimmt. Die Analyse der futterrelevanten Nährstoffe im Ausgangssubstrat: Rohfaser, Rohfett, Rohasche, Stärke sowie N-freie Extraktstoffe erfolgte nasschemisch nach der Weender Methode entsprechend dem VDLUFA-Methodenbuch.

Ergebnisse und Diskussion

Die Inhaltsstoffanalyse zeigte, dass mit den 18 Substratmischungen ein sehr breites Spektrum an Futtersubstraten für die Larvenmast getestet wurde. Sechs Substratmischungen zeigten hohe Rohproteingehalte über 238 g/kg TM (M1, M2, M7, M8, M12 und M18). Wobei M1 und M7 ebenfalls mit einem hohen Rohfettgehalt (im Mittel 110 g/kg TM) gekennzeichnet waren. Die restlichen Hochproteinmischungen besaßen im Mittel nur halb so hohe Rohfettgehalte (im Mittel 50 g/kg TM). Die Mischung M 11 weist aufgrund der Komponente Apfeltrester einen sehr hohen Rohfasergehalt von 179 g/kg TM und niedrigen Rohaschegehalt auf. Rübenschnitzel in der Substratmischung M14 gehören ebenfalls zu den landwirtschaftlichen Nebenprodukten mit hohem Rohfasergehalt, haben aber einen sehr niedrigen Rohfettgehalt (26-27 g/kg TM). Weizenkleie besitzt im Durchschnitt Rohproteingehalte zwischen 160 und 182 g/kg TM, Rohfettgehalte zwischen 43-45 g/kg TM und Rohfasergehalte zwischen 91 und 134 g/kg TM (Grunert, 2019). Die Gehalte fast aller Substratmischungen (M3, M9, M10, M13, M15, M16) mit Weizenkleie als Hauptkomponente liegen im Mittel in diesem Größenbereich. So wie bei den chemischen Verbindungen ist die Bandbreite der Mineralstoffzusammensetzung der Ausgangssubstrate erwartungsgemäß ebenfalls sehr groß (Tabelle 2).

Tabelle 1: **Nährstoffzusammensetzung der untersuchten Ausgangssubstratmischungen und Larven (g/kg TM) sowie die Effizienz der Futterverwertung (ECI) und der Stickstoffverwertung (N-ECI) der Larven (% TM)**

Ausgangssubstrat-Mischung (Komponente 1/Komponente 2)	Substrat						Larven				
	TM	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	N-freie Extrakt-stoffe	Roh-asche	TM	Roh-protein	Roh-fett	ECI TM	N-ECI TM
[%]	[%]	[g/kg TM]					[%]	[g/kg TM]		[%]	
M1 Trockenschlempe/Mais (70/30)	43,7	238	113	62	544	42	33,9	405	348	15,7	29,0
M2 Rapsextraktionsschrot/Mais (65/35)	44,3	260	50	102	531	57	31,4	474	244	13,8	28,4
M3 Weizenkleie/Mais (65/35)	44,4	142	52	75	696	36	29,1	480	256	12,7	49,1
M4 Kartoffel/Weizenkleie (70/30)	31,7	116	24	59	723	76	28,5	386	180	9,4	34,9
M5 Malzkeime/Mais (60/40)	41,0	148	38	62	724	29	29,3	427	246	6,6	23,7
M6 Brotreste/Weizenkleie (70/30)	39,4	156	48	41	710	44	34,1	372	378	18,2	46,7
M7 Ausputz/Weizenkleie (60/40)	28,8	287	107	74	484	48	34,4	455	316	12,7	26,2
M8 Weizenkleie/Maisquellwasser (70/30)	31,3	281	47	81	505	88	32,1	500	254	5,9	16,8
M9 Weizenkleie/Mais (67/33)	30,7	172	55	81	646	45	33,8	477	300	6,9	28,6
M10 Weizenkleie/Nudeln (67/33)	24,8	156	51	89	654	49	34,4	465	299	11,4	46,1
M11 Apfeltrester/Nudeln (50/50)	27,3	108	46	179	641	25	29,6	463	285	8,3	48,3
M12 Trockenschlempe/ Nudeln (50/50)	29,7	287	61	67	556	28	36,0	419	368	16,6	28,8
M13 Biertreber/Nudeln (50/50)	29,8	201	76	98	595	28	32,8	486	299	14,0	42,4
M14 Rübenschnitzel/Nudeln (65/35)	24,9	126	26	117	658	72	28,4	496	221	3,3	26,3
M15 Weizenkleie/Nudeln (67/33)	31,9	175	48	93	630	55	27,5	450	318	18,2	47,3
M16 Weizenkleie/Ausputz (55/45)	32,1	177	45	91	635	53	27,3	486	289	15,9	44,5
M17 Malzkeime/Nudeln (60/40)	33,5	200	31	55	689	24	34,5	330	372	19,8	31,8
M18 Rapsextraktionsschrot/Nudeln (68/32)	35,7	325	40	100	472	62	30,6	520	243	18,5	30,1
MIN	**24,8**	**108**	**24**	**41**	**472**	**24**	**27,3**	**330**	**180**	**3,3**	**16,8**
MAX	**44,4**	**325**	**113**	**179**	**724**	**88**	**36,0**	**520**	**378**	**19,8**	**49,1**

Die erreichten Rohproteingehalte der Larven liegen in den unterschiedlichen Varianten zwischen 330 g/kg TM und 520 g/kg TM. Die Rohfettgehalte liegen zwischen 180 g/kg TM und 378 g/kg TM. Wie in der Literatur beschrieben, besteht auch in dieser Arbeit keine Korrelation zwischen den Rohprotein- bzw. Rohfettgehalten von Ausgangssubstrat und Larven (Liu et al., 2017, Spranghers et al., 2016, Ewald et al. 2020). Spranghers et al. (2016) und Ewald et al. (2020) berichten von starken Korrelationen des Rohfettgehaltes mit nicht faser-haltigen Kohlenhydraten. In der vorliegenden Arbeit korreliert der Rohfettgehalt der Larven jedoch nicht mit den N-freien Extraktionsstoffen (NfE). Grund hierfür ist wahrscheinlich die angewandte Methodik der Weender Analyse, bei der die Hemicellulosen den N-freien Extraktionsstoffen (NfE) zugerechnet werden. Die Larven können somit neben Cellulose und Lignin auch die Hemicellulosen nicht zum Aufbau von Fettreserven nutzen. Günstig für den Fettaufbau sind in dieser Arbeit die Mastsubstrate M6, M17, M12 und M1. Sie enthalten Brotreste, Malzkeime und Trockenschlempe als Hauptkomponente.

Aus den Substratmischungen (M3, M9, M10, M13, M15, M16), die Weizenkleie als Hauptkomponente enthielten und mittlere Rohprotein und Rohfettgehalt aufwiesen, entwickelten sich Larven mit ähnlichen Rohfett- und Rohprotein-Gehalten. Ob als zweite Komponente Mais, Nudeln oder Ausputz eingesetzt wurde, führte zu keiner Änderung in den Rohprotein- oder Rohfett-Gehalten der Larven. Mit Ausnahme von M12 wiesen die Larven, welche mit den Substratmischungen mit hohen Protein- und niedrigen Rohfettgehalten gemästet wurden, hohe Rohprotein- und niedrigere Rohfett-Gehalte auf.

Die Mineralstoffzusammensetzung der Larven der Schwarzen Soldatenfliege unterscheidet sich wie beim Rohfett und Rohprotein, mit der Fütterung von unterschiedlichen Substraten (Tabelle 2). Die Ca Gehalte der Larven liegen zwischen 3,41-29,13 g/kg TM und sind im Bereich von bereits beobachteten Gehalten (Spranghers et al., 2016). In der Literatur wurden aber auch noch deutlich höhere Ca Gehalte in den Larven gefunden (65 g/kg TM bei Spranghers et al. (2016). Zwischen den Ca und Cu Gehalten der Ausgangssubstrate und der Larven besteht ein starker linearer Zusammenhang (Ca: R^2=0,930; p<0,001, Cu: R^2=0,833; p<0,001), Ca wird dabei in den Larven angereichert. Somit müssen bei einer Anwendung der Larven als Futtermittel die möglichen Unterschiede der Ca Gehalte, bedingt durch das

Futtersubstrat, mitbedacht werden. Die Konzentration von Cu bleibt hingegen in den Larven im Vergleich zum Ausgangssubstrat gleich. Die für die Futtermittelproduktion ebenfalls wichtigen Mengenelemente P, K, Mg und S unterscheiden sich ebenfalls in den unterschiedlichen Varianten. Jedoch ist kein direkter Zusammenhang mit dem Mastsubstrat zu erkennen. Betrachtet man die Schwermetalle Cd und Pb, erkennt man eine Anreicherung von Cd in den Larven, sowie einen linearen Zusammenhang (R^2=0,940; p<0,001). Pb hingegen wird in dieser Untersuchung nicht bei allen Varianten in den Larven angereichert und es besteht kein direkter Zusammenhang. Die Konzentrationen sind aber in beiden Elementen sehr gering und liegen deutlich unter dem Grenzwert für Futtermittel.

Tabelle 2: **Mittlere Mineralstoffkonzentrationen im Ausgangssubstrat sowie in den Larven (n= 3) (g/kg TM bzw. mg/kg TM)**

	Substrat									Larven								
Ausgangssubstrat-Mischung	Ca	K	Mg	P	S	Cd	Cu	Fe	Pb	Ca	K	Mg	P	S	Cd	Cu	Fe	Pb
	[g/kg TM]					[mg/kg TM]				[g/kg TM]					[mg/kg TM]			
M1	0,7	7,9	2,3	5,9	3,3	0,05	5,3	96	0,18	3,9	9,7	3,3	8,0	3,8	0,10	5,7	108	0,44
M2	4,5	7,6	3,8	9,8	5,1	0,05	3,6	139	0,31	19,6	12,3	3,9	10,3	6,0	0,14	7,9	122	0,42
M3	0,5	6,4	2,5	7,2	1,8	<0,05	5,3	85	0,13	4,8	12,3	3,7	10,1	4,8	0,16	12,4	175	0,52
M4	0,7	6,4	1,8	3,4	1,7	0,11	7,7	559	0,56	4,8	12,1	3,1	8,3	4,1	0,54	11,2	475	0,50
M5	0,6	5,6	1,2	3,5	1,9	<0,05	4,3	65	0,23	5,2	11,4	3,0	7,8	4,6	0,13	10,7	179	0,44
M6	0,7	5,4	1,7	4,6	2,2	<0,05	6,0	78	0,74	3,9	9,0	3,2	7,6	3,2	0,19	7,1	114	0,66
M7	2,1	14,1	3,7	9,0	3,1	0,07	13,3	174	0,08	7,3	11,9	2,9	7,9	4,5	0,25	14,0	135	0,37
M8	1,2	27,5	9,3	16,7	7,4	<0,05	16,0	175	0,13	5,2	15,3	4,8	11,5	6,1	0,22	15,3	139	0,16
M9	0,9	10,3	4,3	10,1	2,1	<0,05	10,3	116	<0,05	5,4	12,0	3,6	9,5	4,3	0,30	12,1	157	0,21
M10	1,1	10,5	4,1	9,9	2,3	0,07	11,7	117	0,20	5,2	12,1	3,3	9,2	4,4	0,29	14,6	154	0,24
M11	1,3	5,6	0,7	1,7	1,5	<0,05	7,8	192	0,99	10,5	10,2	3,0	7,3	3,8	0,16	11,4	122	0,75
M12	0,7	4,1	1,4	3,9	3,7	0,07	6,4	93	0,44	3,4	9,0	2,4	6,9	3,6	0,16	8,5	98	0,09
M13	1,4	1,6	1,2	3,4	2,8	<0,05	27,9	174	1,19	7,1	10,0	2,6	8,0	4,4	0,19	24,7	246	0,64
M14	6,0	13,2	1,4	1,3	3,3	0,13	3,8	689	1,26	29,1	14,0	3,7	9,0	4,7	0,82	9,8	276	0,87
M15	1,0	12,4	4,6	12,0	2,1	<0,05	10,5	125	0,05	3,9	13,6	3,8	10,6	4,2	0,32	13,9	177	<0,05
M16	1,3	11,1	3,8	9,7	2,0	<0,05	10,2	186	<0,05	5,8	13,8	3,3	10,8	4,0	0,26	13,3	231	<0,05
M17	0,9	6,6	1,2	3,6	2,8	<0,05	5,5	59	<0,05	3,7	9,4	3,1	7,9	3,4	0,16	6,9	70	<0,05
M18	6,0	10,9	4,7	11,1	6,0	<0,05	4,9	156	<0,05	21,2	12,6	4,1	10,1	5,3	0,24	10,4	112	0,29
MIN	**0,5**	**1,6**	**0,7**	**1,3**	**1,5**	**<0,05**	**3,6**	**59**	**<0,05**	**3,41**	**9,0**	**2,4**	**6,9**	**3,2**	**0,1**	**5,7**	**70,1**	**0,1**
MAX	**6,0**	**27,5**	**9,3**	**16,7**	**7,4**	**0,1**	**27,9**	**689**	**1,26**	**29,13**	**15,3**	**4,8**	**11,5**	**6,1**	**0,8**	**24,7**	**474,6**	**0,9**

Von den verwendeten Futtersubstraten wiesen die Varianten M6, M15, M17 und M18 die höchste Effizienz in der Futterumwandlung in Larvenbiomasse auf. Der ECI TM (Efficiency of Conversion of Ingested Food) beträgt bei diesen Futtersubstraten über 18 %. Bei den Varianten M5, M8, M9 und M14 liegt der ECI TM unter 7 %. Diese sind somit für die Praxis nicht geeignet. Der N-ECI TM lag in den Varianten zwischen 17 und 49 % und war somit höher als der ECI TM. Der Stickstoff konnte vor allem in den Varianten M3, M6, M11 und M15 sehr effizient eingebaut werden (47-49 %). Unter den Hochprotein-Futtersubstraten zeigte die Variante M18 die besten Ergebnisse in der Effizienz der Futterumwandlung.

Die Analysenergebnisse zeigten, dass das Restsubstrat noch sehr nährstoffreich ist und daher als organischer Dünger eingesetzt werden kann. Aus Restsubstrat produzierte Düngerpellets weisen einen Gesamtstickstoffgehalt von 4,34 % auf, welcher hauptsächlich als organischer Stickstoff vorliegt (N_{min}: 0,42 % TM). Die Düngerpellets zeichnen sich vor allem durch einen hohen Phosphorgehalt aus.

Tabelle 3: **Hauptnährstoffe in aus dem Restsubstrat hergestellten Düngerpellets nach Larvenmast auf Ausgangssubstrat Weizenkleie/Nudeln**

Parameter	Einheit	Düngerpellets (hergestellt aus Restsubstrat)
Glühverlust	% TM	88,9
organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	% TM	51,6
Stickstoff gesamt	% TM	4,34
Kohlenstoff/Stickstoff Verhältnis	C/N	12
$CaCO_3$	% TM	0,3
P_2O_5-gesamt	% TM	6,42
K_2O-gesamt	% TM	2,34

Zusammenfassung

Zur Larvenzucht der Schwarzen Soldatenfliege *Hermetia illucens* wurden 18 unterschiedliche Mastsubstratmischungen aus der lokalen landwirtschaftlichen Produktionskette getestet, welche sich in ihrer Nährstoff- und Mineralstoffzusammensetzung differenzierten. Die Mastsubstrate hatten unterschiedliche Auswirkung auf die Nährstoff- und Mineralstoffzusammensetzung als auch auf die Effizienz der Futterverwertung der Larven. Bei einem Großteil der Nährstoffe konnte kein direkter Zusammenhang zwischen dem Ausgangssubstrat und den Larven festgestellt werden. Nur bei Ca und Cu konnte ein linearer Zusammenhang beobachtet werden. Rohfaserreiche Futtermischungen zeigten eine sehr schlechte Effizienz bei der Futterumwandlung (3-8 % ECI TM). Hemicellulose, Cellulose und Lignin können von den Larven nicht zum Aufbau von Biomasse genutzt werden. Vier Futtermischungen erreichten einen ECI TM von knapp unter 50% und können somit sehr gut in der Praxis eingesetzt werden. Das bei der Larvenzucht anfallende Restsubstrat enthält 4,7 % P_2O_5, 2,8 % N und 2,2 % K_2O und kann daher sehr gut als organischer Dünger eingesetzt werden.

Abstract

For larval rearing of the black soldier fly *Hermetia illucens* 18 different feeding substrate mixtures from the local agricultural production chain were tested, which differed in their nutrient and mineral composition. The feeding substrates had different effects on the nutrient and mineral composition as well as on the efficiency of the larvae's feed conversion. For a large part of the nutrients, no direct correlation between the initial substrate and the larvae could be found. Only for Ca and Cu a linear relationship was observed. Feed mixtures rich in crude fibre showed very poor efficiency in feed conversion (3-8 % ECI TM). Hemicellulose, cellulose and lignin cannot be metabolized by the larvae. Four feed mixtures achieved an ECI TM of nearly 50% and can thus be used very well in practice. The residual substrate produced during larval rearing contained 4.7 % P_2O_5, 2.8% N and 2.2% K_2O and can therefore be utilized as organic fertiliser.

Literatur

EWALD N., VIDAKOVIC A., Langeland M., Kiessling A., Sampels S., Lalander C. (2020): Fatty acid composition of black soldier fly larvae (Hermetia illucens) –Possibilities and limitations for modification through diet. Waste Management 102 (2020) 40–47

GRUNERT M. (2019): Tabelle 33 Nährstoffgehalte von Einzelfuttermitteln; Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freistaat Sachsen

LIU Z., MINOR M., Morel P.C.H. and Najar-Rodriguez A.J. (2018): Bioconversion of Three Organic Wastes by Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. Physiological Ecology; Environmental Entomology, 47(6), 2018, 1609–1617

SPRANGHERS T., OtToboni M., KLOOTWIJK C., OVYN A., DEBOOSERE S., DE MEULENAER B., MICHIELS J., EECKHOUT M., DE CLERCQ P. and DE SMETA S. (2016): Nutritional composition of black soldier fly (Hermetia illucens) prepupae reared on different organic waste substrates. J Sci Food Agric 2017; 97: 2594–2600

Adresse der Autoren

ARGE Larvenzucht-Bio Forschung Austria, Esslinger Hauptstraße 132, A-1220 Wien. E-mail: m.bonell@bioforschung.at

Die Abschätzung der Verarbeitungsqualität von Sojabohnen mittels NIRS-Analytik sowie Effekte ansteigender Mengen an Sojakuchen auf die Leistungen von Ferkel

Evaluation of soybean processing using NIRS-analysis and increasing levels of optimal processed soybean expeller in weaning piglets: Effect on zootechnical performance

Reinhard Puntigam[1], Matthias Trimmel[2], Wolfgang Wetscherek[3] & Julia Slama[4]

Einleitung

Die Sojabohne (*Glycine max*) stellt den Goldstandard in punkto Eiweißqualität innerhalb der pflanzlichen Futtermittel in der Schweine- und Geflügelfütterung dar. In Österreich hat sich die Anbaufläche in den vergangenen 20 Jahren mehr als verdreifacht (~70.000 ha), was einem Produktionsvolumen von ca. 200 Tausend Tonnen entspricht (FAOSTAT, 2018). Mit dem starken Anstieg der Produktionsmenge konnte ebenfalls eine Steigerung der dezentralen sojaverarbeitenden Betriebe nachgewiesen werden. Für die Verarbeitung bzw. Aufbereitung von rohen Sojabohnen stehen eine Vielzahl an unterschiedlichen Verfahren und Bauweisen zur Verfügung (Toaster, Röster, Extruder etc.). All diese Verfahren eint die Anwendung von Temperatur über eine bestimmte Einwirkdauer. Damit kann eine ausreichende Reduktion der antinutritiven Faktoren, im speziellen der Trypsininhibitoren (TIA; < 4 g/kg) sichergestellt und der Leistungserhalt der Tiere garantiert werden (CLARKE & WISEMAN, 2005; 2007). Jüngste Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass eine Reduktion des TIA gegen Null erforderlich ist, um keine negativen Effekte auf die Leistung zu riskieren (HOFFMANN *et al.*, 2019; KUENZ *et al.*, 2020). Demgegenüber kann eine optimale Aufbereitung im Sinne der Vermeidung einer Überbehandlung durch die Proteinlöslichkeit in Kalilauge (KOH) erfasst werden – Zielwert von aufbereiteten Sojabohnen: 78-85% (LFL, 2018). Mit Ergebnissen von THURNER *et al.* (2018) konnte die hohe Variabilität in der Verarbeitungsqualität (Gehalt an TIA sowie Proteinlöslichkeit in KOH) von Sojabohnen hin zu Sojakuchen deutlich untermauert werden. Dabei ging hervor, dass häufig eine Unter- als eine Überprozessierung in den geprüften Sojakuchen nachzuweisen ist. Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit bestand zum einen darin festzustellen, ob die Verarbeitungsqualität im Zuge der Sojaaufbereitung (Toastung) mittels Nahinfrarot Spektroskopie (NIRS-Analytik) abschätzbar ist. Zum zweiten wurde überprüft, ob auf Basis der erzielten NIRS-Ergebnisse der steigende Einsatz von optimiert prozessierten Sojakuchen im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot einen Einfluss auf die Leistungen von Absetzferkel übt.

Material und Methoden

- Sojabohnen Toastversuch

Zur Überprüfung der Eignung der NIRS-Analytik zur Optimierung der Sojaverarbeitung wurde ein Toastversuch durchgeführt. Hierzu wurde eine einheitliche Charge einer Sojabohnensorte (Atacama; Probstdorfer Saatzucht GmbH & CoKG; Österreich) bei ansteigenden Temperaturen (135, 150, 157, sowie 165°C) unter konstanter Behandlungsdauer mittels Schneckentoaster (KKT -R100; oil press GmbH & Co. KG; Deutschland) aufbereitet. Die Trypsininhibitoraktivität (TIA) sowie die KOH-Proteinlöslichkeit der prozessierten Sojakuchenvarianten wurde unter Nutzung der NIRS-Kalibration der Firma Evonik (Hanau, Germany) erfasst. Auf Basis dieser beiden Verarbeitungsparameter wurde jener Sojakuchen ausgewählt, der auch im darauffolgenden Fütterungsversuch Anwendung fand.

- Ferkel Fütterungsversuch

Im Fütterungsversuchen an der landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf (LFS, Hatzendorf, Steiermark) wurden 48 Absetzferkel (9,45 ± 1,13 kg) in vier Versuchsgruppen (VG; 6 Tiere / Box; 2 Wiederholungen / VG) nach Gewicht, Geschlecht und Wurf aufgeteilt. Die Versuchsfuttermischungen waren Mais-Gerste betont und wiesen unterschiedlichen Anteilen an Sojakuchen (50, 75 und 100%) im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot (SES) auf (Tabelle 1). Die Rationen wurden isonitrogen und isokalorisch auf Basis einer vorangegangenen NIRS-Analyse der Hauptkomponenten kalkuliert und *ad libitum* angeboten.

Die Versuchsdauer erstreckte sich über einen Zeitraum von acht Wochen, wobei in den ersten beiden Wochen nach dem Absetzen alle Ferkel mit einem einheitlichen Absetzfutter versorgt wurden und danach die Aufteilung der Ferkel erfolgte. Die Versuchsfuttermischungen wurden nach den gängigen Methoden der VDLUFA (NAUMANN & BASSLER, 2012) nasschemisch analysiert. Die Analyse der Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen erfolgte nach BRUGGER *et al.* (2016). Statistisch wurden die Daten mittels SAS® (Version 9.4) mit der Prozedur GLM ausgewertet. Als Signifikanzniveau wurde ein $p<0,05$ herangezogen.

Tabelle 1: **Versuchsfuttermischungen sowie die kalkulierte Rationszusammensetzung**

		Versuchsgruppen		
Rationszusammensetzung, %	SES	50%	75%	100%
Körnermais	46,0	46,4	46,0	46,4
Gerste	24,7	25,0	25,9	26,0
Sojabohnenschale	5,1	5,3	5,3	5,4
Sojaextraktionsschrot (44% Protein)	16,3	7,9	3,9	0,0
[1]Sojakuchen (157°C)	0,0	7,9	11,5	15,1
Kartoffeleiweiß	2,5	2,5	2,5	2,5
Futtersäurezusatz	0,2	0,2	0,2	0,2
Sojaöl	1,0	0,5	0,3	0,0
*Premix	4,2	4,3	4,4	4,4
Inhaltsstoffe kalkuliert, g/kg FM				
Trockenmasse	889,5	895,4	898,5	901,1
Umsetzb. Energie, MJ ME	13,19	13,28	13,33	13,36
Rohprotein	171,3	173,1	173,7	174,3
Lysin	12,6	12,7	12,8	12,8
MJ ME : Lysin – Verhältnis	0,955	0,957	0,959	0,957

[1]optimal prozessiert auf Basis der Vorversuche; *Garant Porkovit F Mais; SES, Sojaextraktionsschrot
Versuchsgruppen: SES, 100% Sojaextraktionsschrot; 50/75/100%, prozentualer Austausch von Sojaextraktionsschrot gegen Sojakuchen

Ergebnisse und Diskussion

Die NIRS-analytisch ermittelten TIA und KOH-Proteinlöslichkeit der jeweiligen Behandlung der Sojabohnen sind in Tabelle 2 ausgewiesen. Mit zunehmendem Eintrag an Temperatur unter konstanter Behandlungsdauer konnte der Gehalt an TIA reduziert werden. Mit steigendem Grad an Denaturierung kann eine reduzierte Löslichkeit des Proteins in KOH nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse konnten ebenfalls durch weitere Studien bestätigt werden (BATAL *et al.*, 2000; ARABA and DALE 1990a, b). Auf Basis des Gehaltes an TIA sowie der Proteinlöslichkeit, ermittelt mittels NIRS-Analytik, wurde jener Sojakuchen im darauffolgenden Fütterungsversuch eingesetzt, der mit 157°C optimiert prozessiert wurde.

Tabelle 2: **Prozessqualität der aufbereiteten Sojakuchen analysiert mittels NIRS-Analytik**

Temperatur, °C	Dauer	TIA, mg/g	KOH-Proteinlöslichkeit, %
Sojakuchen, 135	Konstante Behandlungs-dauer	8,2	89,0
Sojakuchen,150		3,8	85,5
Sojakuchen,157		1,0	79,9
Sojakuchen,165		1,7	78,4
SES - konventionell	-	1,5	70,4

In Tabelle 3 werden die nasschemsich analysierten Rohnährstoffgehalte sowie die Gehalte der bedeutendsten Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen dargestellt. Diese unterschieden sich zwischen den Versuchsgruppen kaum und decken sich ebenfalls sehr gut mit den kalkulierten Soll-Nährstoffgehalten der Versuchsfuttermischungen. In einer Studie von VAN KEMPEN und SIMMINS (1997) kam man ebenfalls zum Schluss, dass sich zum einen die Rationskalkulation auf Basis der NIRS-Analyse sehr gut eignet, jedoch wird zum anderen ebenso darauf hingewiesen, dass die Güte der Kalibration dafür entscheidend ist.

Tabelle 3: **Analysierter Gehalt an Rohnährstoffen sowie der Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen**

(in g/kg FM)

	Versuchsgruppen			
Rohnährstoffe analysiert	SES	50%	75%	100%
Trockenmasse	889	889	892	893
Rohasche	48	48	48	48
Rohprotein	170	171	170	170
Rohfaser	48	44	43	44
NfE	578	582	585	585
Stärke	442	441	440	455
Gesamtfett	45	44	46	46
[1]umsetzb. Energie, MJ ME	13,31	13,44	13,55	13,55
Aminosäuren analysiert				
Lysin	12,23	12,45	12,39	12,42
Methionin	4,24	4,60	4,41	4,72
Cystein	3,23	3,14	3,32	3,20
Methionin und Cystein	7,47	7,74	7,73	7,92
Threonin	7,35	7,46	8,36	7,92
Valin	8,18	8,49	8,86	8,44
MJ ME : Lysin – Verhältnis	0,918	0,926	0,914	0,917

Versuchsgruppen: SES, 100% Sojaextraktionsschrot; 50/75/100%, prozentualer Austausch von Sojaextraktionsschrot gegen Sojakuchen; NfE, stickstofffreie Extraktstoffe; [1]berechnet nach der Mischfutterformel (GfE: 2006)

In der Tabelle 5 werden die wichtigste Leistungsdaten aus dem Fütterungsversuch veranschaulicht. Wie ersichtlich übte die gesteigerte Substitution von Sojaextraktionsschrot durch optimiert prozessierten Sojakuchen keinen negativen Effekt auf die tägliche Zunahme, wie auch Futterverwertung aus. Auch die Futteraufnahme wurde durch den ansteigenden Einsatz von Sojakuchen im Austausch mit Sojaextraktionsschrot nicht beeinflusst.

Tabelle 5: **Wichtigste Leistungsdaten aus dem Fütterungsversuch**

	Versuchsgruppen					
	SES	50%	75%	100%	SEM	p-Wert
Anfangsgewicht, kg	9,50	9,53	9,15	9,52	1,13	0,5872
Endgewicht, kg	35,52	35,96	35,96	35,33	3,00	0,9238
Tgz 1. bis 3. Woche, g/T	482,3	482,3	483,0	487.0	9,13	0,9981
Tgz 4. bis 6. Woche, g/T	752,0	776,2	793,9	746,0	10,8	0,3908
Tgz 1. bis 6. Woche, g/T	619,5	629,3	638,2	614,7	8,00	0,7581
FA 1. bis 3. Woche, g/T	811,4	780,2	766,4	802,9	7,81	0,1077
FA 4. bis 6. Woche, g/T	1391,5	1394,4	1355,1	1401,0	13,7	0,7372
FA 1. Bis 6. Woche, g/T	1101,4	1087,3	1060,7	1102,4	9,40	0,4384
FV 1. bis 3. Woche, 1: …	1,63	1,67	1,70	1,63	0,06	0,7667
FV 4. bis 6. Woche, 1: …	1,80	1,81	1,77	1,86	0,04	0,1118
FV 1. bis 6. Woche, 1: …	1,74	1,76	1,74	1,77	0,01	0,8192

T, Versuchstag; Versuchsgruppen: SES, 100% Sojaextraktionsschrot; 50/75/100%, prozentualer Austausch von Sojaextraktionsschrot gegen Sojakuchen; Tgz, tägliche Zunahme; FA, Futteraufnahme; FV, Futterverwertung; SEM, Standardfehler, p-Wert < 0.05 Signifikanzniveau.

In zahlreichen Studien (WETSCHEREK, 1994; PREIßINGER *et al.*, 2010; PALACIOS *et al.*, 2004; ZAWORSKA-ZAKRZEWSKA *et al.*, 2020) wurde nachgewiesen, dass eine ausreichende Reduktion an TIA von Sojabohnen erforderlich ist, um die Leistung der Ferkel nicht negativ zu beeinflussen. Neben züchterischen Bemühungen (WETSCHEREK, 2018), stellt speziell die adäquate Verarbeitung der Sojabohne -vorrangig die Toastung- die bedeutendste Strategie dar. Mit einer maximalen Reduktion an TIA, unter minimaler Proteinschädigung kann die Leistung der Ferkel aufrechterhalten werden (LEE *et al.*, 2007). Dieser Umstand konnte ebenfalls mit dem dargestellten Fütterungsversuch untermauert werden.

Zusammenfassung

Mit den dargestellten Ergebnissen konnte nachgewiesen werden, dass eine Substitution von Sojaextraktionsschrot durch im Zuge der Toastung optimal aufbereiteten Sojakuchen keinen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Ferkel übt. Zusätzlich weisen die Resultate des Fütterungsversuch darauf hin, dass sich die Ergebnisse der verwendeten NIRS-Analyse sowohl für die erste Beurteilung der Verarbeitungsqualität der Sojabohne als auch die nachfolgende Rationskalkulation eignen.

Abstract

The data from the current study indicated that optimal processed soybean expeller can be used to replace solvent extracted soybean meal without negative effects on the performance of weaning piglets. Furthermore, the NIRS-analysis seem to be a good tool to evaluate processing quality of soybeans during toasting as well as diet calculation.

Literatur

ARABA M & Dale N M, 1990a: Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing of soybean meal. Poult. Sci., 69, 1749-1752.

ARABA M & Dale N M, 1990b: Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. Poult. Sci., 69, 76-83.

BATAL A B, Douglas M W, Engram A E, Parsons C M, 2000: Protein dispersibility index as an indicator of adequately processed soybean meal. Poult. Sci., 79, 1592-1596.

BRUGGER D, Nadler C, Windisch W, Boldua C, 2016: Feed protein value of acidic precipitates obtained from press juices of three types of green forage leaves. Anim. Feed Sci. Techn. 222, 236-241.

CLARKE E & WISEMAN J, 2005: Effects of variability in trypsin inhibitor content of soya bean meals on true and apparent ileal digestibility of amino acids and pancreas size in broiler chicks. Anim. Feed Sci. Techn. 121, 125-138.

CLARKE E & WISEMAN J, 2007: Effects of extrusion conditions on trypsin inhibitor activity of full fat soybeans and effects on their nutritional value for young broilers. Br. Poult. Sci. 48, 703-712.

FAOSTAT. 2018: Food and agriculture organization of the United Nations - Statistics division, Rome, Italy.

HOFFMANN D, Thurner S, Ankerst D, Damme K, Windisch, W, Brugger, D, 2019: Chickens' growth performance and pancreas development exposed to soy cake varying in TIA, heat-degraded lysine concentration, and protein solubility in potassium hydroxide. Poultry Sci, 98, 2489-2499.

KUENZ S, Hoffmann D, Thurner S, Damme K, Windisch W, Brugger D, 2020: Impact of varying trypsin inhibitor activity in feed on chemical body composition of broiler chickens at the end of fattening. Proc. Soc. of Nut. Phys. 29, 101.

LEE H S, Kim J G, Shin Y W, Park Y H, You S K, Kim S H, Whang K Y, 2007: Comparison of laboratory analytical values and in vivo soybean meal quality on pigs by employing soyflakes heat-treated under different conditions. Anim. Feed Sci. Techn. 134: 337–346

LFL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft), 2018: Soja – Anbau und Verwertung. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/kooperationen/dateien/soja-anbau-verwendung_handreichung-unterricht_lfl-kooperation.pdf.

NAUMANN C & BASSLER R, 2012: Die chemische Untersuchung von Futtermittel. VDLUFA Verlag, Band 3, 6. Ergänzungslieferung, Darmstadt, Deutschland.

PALACIOS M F, Easter R A, Soltwedel K T, Parsons C M, Douglas M W, Hymowitz T, Pettigrew J E, 2004: Effect of soybean variety and processing on growth performance of young chicks and pigs. J. Anim. Sci., 82, 1108-1114.

PREIßINGER W, Lindermayer H, Propstmeier G, Baue A, 2010: Rohe Vollfettsojabohnen in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. https://www.proteinmarkt.de/fileadmin/Versuchsbericht10_Soja_roh_Ferkel_Mast_Grub.pdf

THURNER S., Hoffmann D., Damme K., Windisch W, 2018: Unterschiedliche Sojaaufbereitungsintensitäten - Konsequenzen für die Mast. https://www.sojafoerderring.de/wp-content/uploads/2018/11/07_Soja-Tagung-2018_Stefan-Thurner_LfL_Sojaaufbereitung.pdf.

VAN KEMPEN TATG, Simmins P H, 1997: Near-infrared reflectance spectroscopy (NIRs) in precision feed formulation. J. Appl. Poult. Res., 6, 471-477.

WETSCHEREK W, 1994: Einsatz von rohen bzw. getoasteten Sojabohnen in der Ferkelaufzucht. VDLUFA - Schriftenreihe Jena, 38, 839-842

WETSCHEREK W, 2018: New opportunities through breeding progress for soybeans in pig feeding?. V81 -73. ALVA-TAGUNG 28. -29. Mai 2018. Klosterneuburg. Niederösterreich, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel,Veterinär-und Agrarwesen. ISSN 1606-612X.
ZAWORSKA-ZAKRZEWSKA A, Kasprowicz-Potocka M, Twarużek M, Kosicki R, Grajewski J, Wiśniewska Z, Rutkowski A A, 2020: Comparison of the Composition and Contamination of Soybean in Europe and Limitation of Raw Soy Seed Content in Weaned Pigs' Diets. Animals, 10, 1972.

Adressen der Autoren

[1]Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, 18059 Rostock
[2]Josephinum Research, Rottenhauser Str. 1, 3250 Wieselburg
[3]Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie (TTE), Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien
[4]Institut für Unternehmensführung, Forschung und Innovation sowie nationale Hochschulko-operationen, Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Angermayergasse 1, 1130 Wien

[*]Ansprechpartner: Dr. nat. techn. Reinhard PUNTIGAM, reinhard.puntigam@uni-rostock.de

Siliereigenschaften von Ganzkornhirse in Laborsilos

Ensiling properties of whole grain millet in laboratory silos

Wolfgang Wetscherek[1*], Rudolf Schmied [2] & Gabriela Wetscherek-Seipelt[1]

Einleitung

In den letzten Jahren etablierte sich der Anbau von Körnerhirse als Alternative zum Maisanbau, um die Fruchtfolge etwas aufzulockern und auch die Probleme mit dem Maiswurzelbohrer zu reduzieren. Daher stellt sich die Frage, ob die auf den Betrieben vorhandene Lagerungstechnik zur Maiskornsilierung verwendet werden kann oder eine Trocknung zur Konservierung notwendig ist. Dabei ist auch der deutlich geringere Zuckergehalt der Hirse gegenüber dem Mais eine Herausforderung für die erfolgreiche Silierung. Im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics“ wurde daher die Siliereignung von Ganzkornhirse untersucht.

Material und Methoden

Die Auswahl der Betriebe und die Probenziehung erfolgte durch Landwirtschaftskammer Steiermark. Die Proben für die Ganzkornsilagen in den Laborgläsern wurden 2015 von 10 Betrieben, 2016 von 9 Betrieben und von 3 Betrieben 2017 gezogen. Bei der Ernte wurde von allen Betrieben 3 Laborsilos mit ganzen Hirsekörnern ohne Silierzusätzen befüllt sowie eine frische Ernteprobe gezogen und für die Analyse eingefroren. Die Silagen wurden 6 bis 8 Monate in den Laborgläsern gelagert und danach analysiert. Dabei erfolgte eine Bestimmung von pH-Wert, Gärsäuren, Ethanol, Ammoniak, Trockenmasse und Zucker. Von den Ernteproben wurden eine Weenderanalyse sowie Bestimmung des Gehaltes an Stärke und Zucker durchgeführt. Daraus wurde auch der Gehalt an Umsetzbarer Energie berechnet.

Ergebnisse

In der Tabelle 1 werden die Nährstoffzusammensetzung und der errechnete Energiegehalt der Ernteproben dargestellt. Von 22 Proben konnte eine Probe aus den Jahr 2016 nicht analysiert werden.

Die Nährstoffzusammensetzung in der Trockenmasse schwankte bei Rohfett zwischen 3 und 4%, bei Rohfaser zwischen 2 und 3,5%, bei Rohasche zwischen 1,4 und 2,1%, bei Stärke zwischen 71 und 78% bzw. beim Zucker zwischen 1,0 und 1,4% nur geringfügig. Der Rohproteingehalt schwankte zwischen 8,3 und 11,2%. Der Trockenmassegehalt variierte zwischen 69,5 und 84,5%.

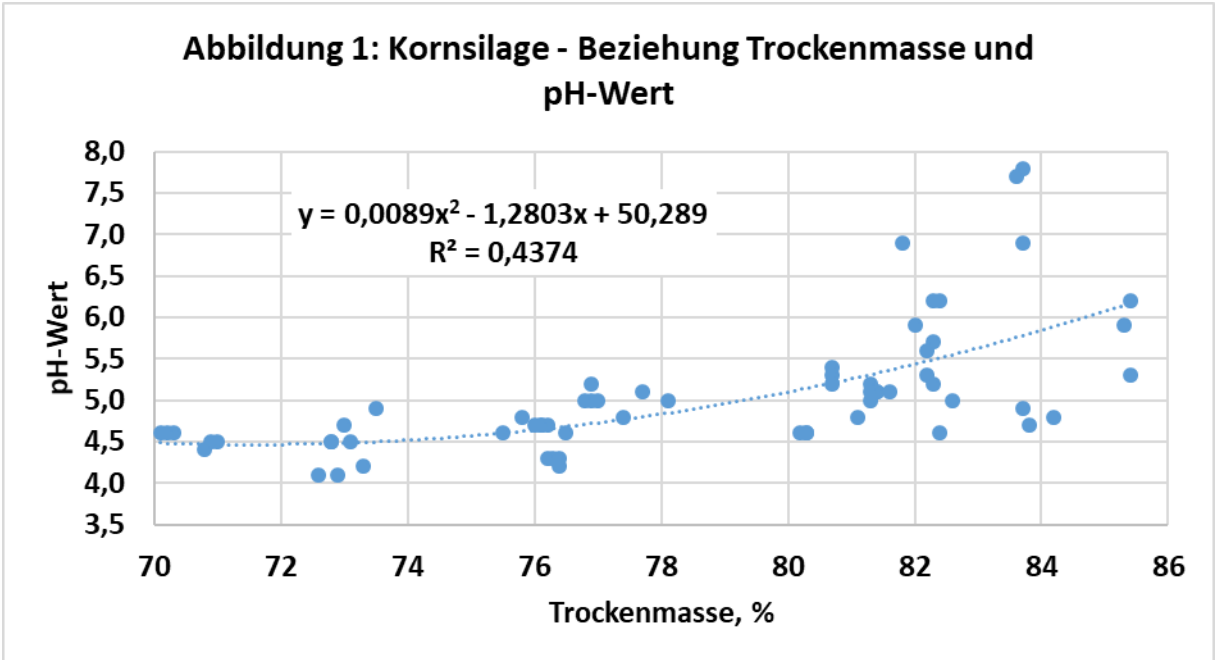
Von den befüllten 66 Versuchssilos wurden zwei wegen Schimmelbildung von der Analyse ausgeschlossen. Der Trockenmassegehalt der Hirsekornsilagen in den Laborsilos lag im Durchschnitt bei 78,4% und schwankte zwischen 70 und 85%. Für die Hirsekornsilagen in den Versuchsgläsern zeigt die Abbildung 1, eine Beziehung zwischen den Trockenmassegehalt und pH-Wert. Über einer Trockenmasse von 78% wird die pH-Absenkung reduziert (Abbildung 1).

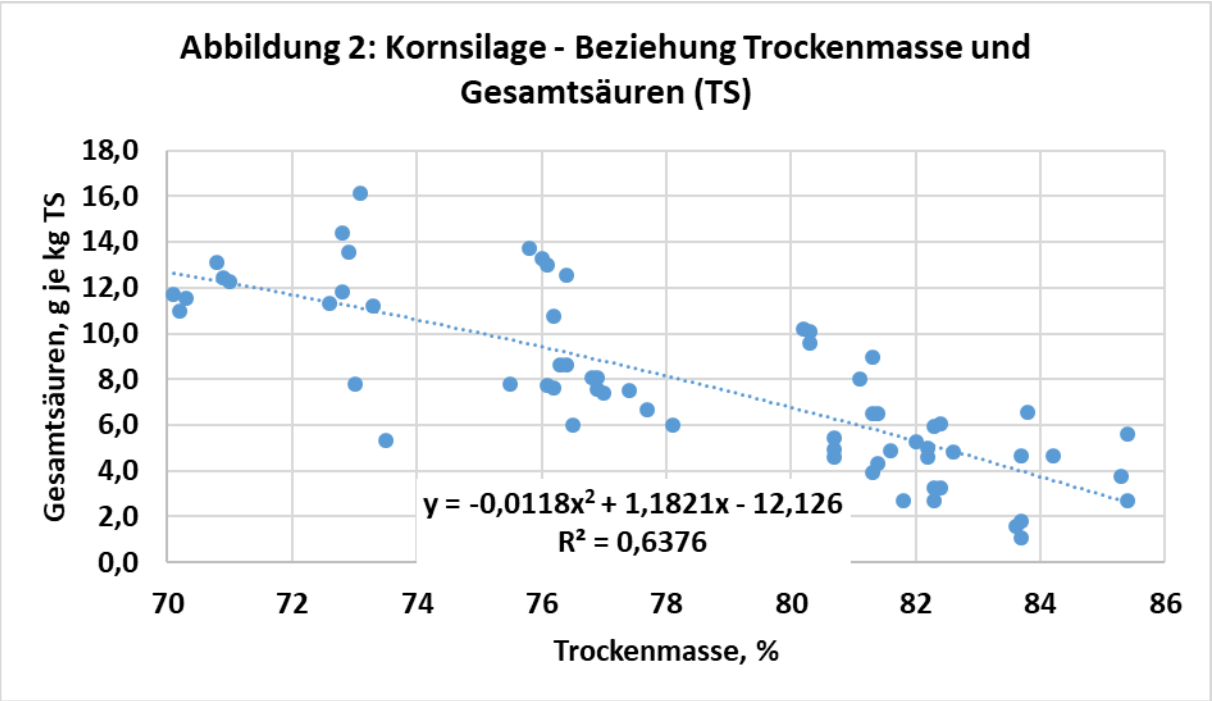
Die Siloproben wiesen im Durchschnitt 5,9 g/kg Gesamtsäuren mit einer Variation von 0,9 bis 11,8 g/kg auf. Diese bestehen überwiegend aus Milchsäure und Essigsäure. Buttersäure wurde nur in drei Proben in Konzentrationen über 0,1 g/kg gefunden. Somit zeigten alle Silageproben bezüglich des Buttersäuregehaltes keine überhöhten Werte, die auf einen Verderb hinweisen würden. Zwischen dem Gehalt an Propionsäure und dem Trockenmassegehalt konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Der Gehalt lag bis auf drei Proben bei unter 0,1 g/kg.

Der Gehalt der Summe an Gärsäuren in der Trockenmasse reduzierte sich mit steigenden Trockenmassegehalt in den Hirseganzkornsilagen (Abbildung 2). Dies erklärt auch den Zusammenhang zwischen Trockenmasse und pH-Wert.

Tabelle 1: **Nährstoffgehalt der Hirseproben bei der Ernte in der Trockenmasse**

Jahr	Betrieb	TM, g/kg	XP, g/kg	XL, g/kg	XF, g/kg	XA, g/kg	XS, g/kg	XZ, g/kg	ME, MJ/kg
2015	GKS 1	743	90	32	24	17	773	12	16,02
2016	GKS 1	772	93	39	28	17	751	11	15,98
2015	GKS 2	832	100	33	32	21	741	12	15,71
2016	GKS 2	768	90	39	25	17	753	10	16,07
2015	GKS 3	764	90	32	29	20	752	13	15,76
2016	GKS 3	719	95	39	25	16	758	13	16,13
2015	GKS 4	842	89	36	20	16	760	11	16,22
2015	GKS 5	845	98	30	21	16	771	11	16,15
2016	GKS 5	839	94	38	22	16	772	12	16,24
2015	MKS 1	823	112	33	25	19	736	14	16,06
2016	MKS 1	732	83	40	23	14	778	10	16,20
2015	MKS 2	779	89	33	29	20	744	10	15,76
2016	MKS 2	817	93	39	25	15	750	10	16,12
2017	MKS 2	833	100	32	22	15	777	11	16,19
2015	MKS 3	803	103	32	29	20	747	11	15,84
2015	MKS 4	786	94	31	26	18	765	11	15,93
2015	MKS 5	712	92	32	27	19	758	12	15,87
2016	MKS 5	735	95	39	27	17	751	11	16,03
2017	MKS 5	809	100	30	29	18	744	12	15,81
2016	MKS 6	695	109	40	35	20	713	14	15,75
2017	MKS 6	802	111	30	28	21	744	10	15,88
	$\bar{x}$	783	96	35	26	18	754	11	15,99
	s	47	8	4	4	2	16	1	0,17
	Max.	845	112	40	35	21	778	14	16,24
	Min.	695	83	30	20	14	713	10	15,71





Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass eine Silierung von ganzen Hirsekorn auch ohne Silierhilfsmittel trotz des geringen Zuckergehaltes im Vergleich zu Körnermais möglich ist.

Die wichtigste Voraussetzung für die erfolgreiche Silierung ist der richtige Erntezeitpunkt. Es wird ein Trockenmassegehalt von unter 78% empfohlen.

Abstract

The results of the study showed that ensiling of whole grain sorghum is possible even without ensiling aids despite the low sugar content compared to grain maize.

The most important prerequisite for successful ensiling is the right harvest time. A dry matter content of below 78% is recommended.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien

[2] Landwirtschaftskammer Steiermark, Am Tieberhof 31, 8200 Gleisdorf

[*] Ansprechpartner: Ao Univ.-Prof. Dr. Wolfgang WETSCHEREK, wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Der Versuch wurde im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics“ durchgeführt, welches vom Bund, den Ländern und der Europäischer Union finanziert wurde.

Hirsevermahlung für Schweine unverzichtbar

Grinding of sorghum is indispensable for pigs

Wolfgang Wetscherek[1*], Julia Slama[2] & Gabriela Wetscherek-Seipelt[1]

Einleitung

Im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics“ wurden verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Körnerhirse in Rationen heimischer Nutztiere überprüft. Dabei stand auch der jeweilige Vermahlungsgrad der Einzelkomponente im Fokus der Untersuchungen. In Fütterungsversuchen mit Geflügel konnte bereits gezeigt werden, dass die Integration von unvermahlener Körnerhirse ohne Leistungseinbußen möglich ist (Mauerhofer et al., 2019). Ein weiteres Teilprojekt befasste sich nun mit der Integration von gequetschter und ganzer Körnerhirse in der Fütterung von Ferkeln. Es wurde der übergeordneten Frage nachgegangen, ob unvermahlene Körnerhirse im Zuge des Verdauungsprozesses von Ferkeln zerkleinert und damit nährstofflich genutzt werden kann.

Material und Methoden

Der Versuch wurde an der LFS-Hatzendorf mit 36 Ferkel (Lebendmasse ~25 kg; F1-Kreuzungstiere der Rassen Weißes Edelschwein × Pietrain) durchgeführt. Die Tiere wurden in drei Versuchsgruppen aufgeteilt und in 6 strohlosen Boxen mit Vollspaltenböden mit *ad libitum* Zugang zu Futter und Wasser aufgestallt. Die Versuchsfuttermischung setzte sich aus einem handelsüblichen Ferkelaufzuchtfutter zusammen, in welches mit 10% Körnerhirse in unterschiedlicher Partikelgröße (gemahlen, gequetscht, ganz) integriert wurde, zusammen (Tabelle 1). Die Futtermischungen sowie die Kotproben wurden auf Trockenmasse (Nr. 3.1, VDLUFA 2007) untersucht. Weiters wurde von den Hirsevarianten sowie den Versuchsfuttermischungen eine Trockensiebanalysen durchgeführt. Zur ersten Abschätzung einer möglichen Nutzbarkeit des Nährstoffliefervermögens der Hirsevarianten wird die Salzsäureunlösliche Asche (Nr. 8.2, VDLUFA, 2007) als Indikator angewendet. Hierzu wurden am Ende der achttägigen Versuchsperiode boxenweise Kotproben gesammelt und gepoolt. Ein Teil wurde bei 60°C getrocknet und für die Bestimmung der salzsäureunlöslichen Asche sowie Trockenmasse herangezogen, anhand des verbleibenden Teils wurde die Partikelgrößenverteilug mittels Nasssiebung bestimmt.

Tabelle 1: **Zusammensetzung der Versuchsfuttermischungen (in %)**

Anteil, %	VG 1	VG 2	VG 3
Konzentrat Ferkelaufzucht	33	33	33
Körnermais	57	57	57
Hirse – ganz	-	-	10
Hirse – gequetscht	-	10	-
Hirse – vermahlen	10	-	-

Ergebnisse

In Tabelle 2 werden die Siebfraktionen der eingesetzten Hirsevarianten dargestellt. Die vermahlene Hirse als Einzelkomponente wies zu 100% Partikel mit einer Größe unter 1,0 mm auf, hingegen zeigte die gequetschte Variante die Hauptanteile zwischen 1,4 und 2,8 mm. In unvermahlener Form wurde die Hirse in Gänze im Sieb > 2,8 mm festgestellt. Die Verteilung der Siebfraktionen in den Versuchsfuttermischungen wird in der Tabelle 3 und Abbildung 1 dargestellt. Der ansteigende Wert des mittleren Partikels (dMean) im Zuge der Integration von gequetschter (VG 2, dMean 1,00 mm) und ganzer Körnerhirse (VG 3, dMean 1,21 mm) verdeutlicht den steigenden Anteil gröberer Partikel gegenüber der vermahlenen Körnerhirse (VG 1, dMean 0,87 mm).

Tabelle 2: **Partikelgrößenverteilung der vermahlenen, gequetschten und ganzen Körnerhirse als Einzelkomponente (in %)**

Siebfraktion	Hirse, vermahlen	Hirse, gequetscht	Hirse, ganz
>2,8 mm	-	6,6	100
>2,0 bis <2,8 mm	-	30,9	-
>1,4 bis <2,0 mm	-	45,1	-
>1,0 bis <1,4 mm	-	8,8	-
<1,0 mm	100	8,6	-

Tabelle 3: **Partikelgrößenverteilung der Versuchsfuttermischung (in %)**

Siebfraktion	VG 1	VG 2	VG 3
>2,8 mm	0,8	1,2	10,6
>2,0 bis <2,8 mm	2,9	4,9	3,8
>1,4 bis <2,0 mm	10,8	15,1	11,7
>1,0 bis <1,4 mm	16,0	16,0	15,0
<1,0 mm	69,5	62,7	58,9
dMean, in mm	0,87	1,00	1,21

dMean, berechneter mittlerer Partikel.

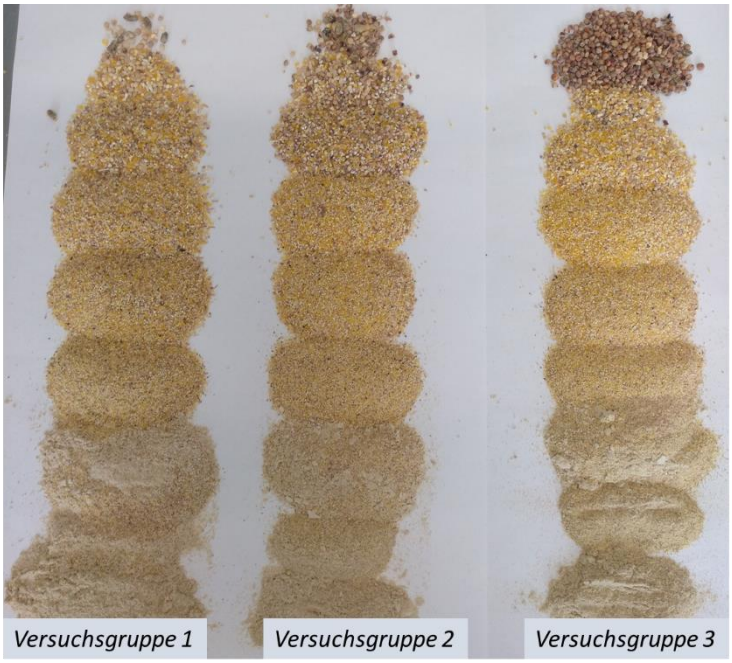


Abbildung 1: **Graphische Darstellung der Partikelgrößenverteilung der Versuchsfuttermischungen**

In der Tabelle 4 werden die Siebfraktionen der Kotproben veranschaulicht. Deutlich ist darin zu sehen, dass bei der Verfütterung der Versuchsfuttermischung mit ganzen Hirsekörnern der Anteil an der Fraktion über 2,8 mm auf 42% gestiegen ist.

Tabelle 4: **Verteilung der Siebfraktionen der Kotproben (in %)**

Siebfraktion	VG 1	VG 2	VG 3
>2,8 mm	0,2	1,9	42,0
>2,0 bis <2,8 mm	1,7	8,5	1,5
>1,4 bis <2,0 mm	8,9	10,5	3,5
>1,0 bis <1,4 mm	9,7	4,1	3,9
<1,0 mm	79,4	75,0	49,1

Tabelle 5 stellt den Zusammenhang der Siebfraktionen der Versuchsfuttermischungen und der Kotproben mittels salzsäureunlöslicher Asche dar, um eine mögliche Verdaulichkeit/Nutzbarkeit der verschiedenen Hirsevarianten abzuschätzen. Es wird deutlich, dass Tiere der Versuchsgruppe 3, welche Futtermischungen mit 10% ganzer Körnerhirse erhielten, diese nicht verdauen konnten und nahezu alle Hirsekörner wieder vollständig ausgeschieden haben (>2,8 mm, <1,0 %). Auch bei der Verfütterung von gequetschten Hirsekörnern (VG 2), welche in der Futtermischung hauptsächlich in der Fraktion zwischen 1,4 und 2,8 mm wiederzufinden sind (Tabelle 2 und 3), führte zu einer Verschlechterung der Verdaulichkeit der Partikel über 2 mm. Zusätzlich wiesen die Kotproben der Tiere der VG 3 mit unvermahlener Körnerhirse die geringste Trockenmassegehalt auf.

Tabelle 5: **Kottrockenmasse und Verdaulichkeit der Siebfraktionen**

Merkmal	VG 1	VG 2	VG 3
Kottrockenmasse, %	37,9	33,2	30,8
Verdaulichkeit, % Siebfraktion			
>2,8 mm	94	66	<1,0
>2,0 bis <2,8 mm	89	62	90
>1,4 bis <2,0 mm	84	85	92

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass in der Fütterung von Schweinen ganzen Hirsekörnern nicht zerkleinert werden und nahezu vollständig wieder ausgeschieden werden. Daraus lässt sich ein negativer Einfluss auf die Nährstoffverdaulichkeit ableiten. Weiters konnte mit steigender Partikelgröße der Hirse eine reduzierte Trockenmasse im Kot nachgewiesen werden.

Abstract

The results of present study showed that, whole grain sorghum overcame the digestion process and reached feces in almost unaltered form. Therefore findings indicated that nutrients in whole grain sorghum were not available for digestion. Furthermore, with increasing particle size of the millet, a reduced dry matter in the faeces could be detected.

Literatur

MAUERHOFER D, SLAMA J, PUNTIGAM R und WETSCHEREK W, 2019: Einsatz von Körnerhirse in der Legehennenfütterung. Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel, Veterinär- und Agrarwesen, Bericht ALVA-Jahrestagung 2019 "Weinbau und Klima", 250 – 252, Klosterneuburg, Austria.

Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), 2012: VDLUFA-Methodenbuch Band III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag: Darmstadt, Germany.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien

[2] Institut für Unternehmensführung, Forschung und Innovation sowie nationale Hochschul-Kooperationen, Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Angermayergasse 1, 1130 Wien

[*] Ansprechpartner: Ao Univ.-Prof. Dr. Wolfgang WETSCHEREK, wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Der Versuch wurde im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics“ durchgeführt, welches vom Bund, den Ländern und der Europäischer Union finanziert wurde.

Der Einsatz von Sojakuchen im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot in der Ferkelaufzucht: Einfluss der Vermahlung auf die zootechnischen Leistungen

Substitution of soybean meal by soybean expeller in piglet diets: Impact of grinding on zootechnical performance

Julia Slama, Wolfgang Wetscherek, Matthias Trimmel[3] & Reinhard Puntigam[4]

Einleitung

Der Zeitraum um die Absetzphase wie auch die ersten Wochen der Aufzucht zeigen einen maßgeblichen Einfluss auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Ferkels und legen in diesem Lebensstadium bereits die Basis für eine erfolgreiche Mast. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die Menge an nicht durch körpereigene Enzyme verdautes Protein, welches den Mikroorganismen im hinteren Verdauungstrakt als Fermentationssubstrat zu Verfügung steht und unter anderem in gesteigerten Konzentrationen an biogenen Aminen resultieren kann (PLUSKE *et al.*, 2018; JAH und BERROCOSO, 2016). Sojafuttermittel (z.B. Extraktionsschrote sowie Kuchen) bilden speziell in dieser sehr heiklen Phase den bedeutendsten Protein- bzw. Aminosäurenträger innerhalb der Ferkelration. Neben der gezielten Prozessierung der Sojabohne sowie der optimalen nährstofflichen Bewertung des Sojafuttermittels (siehe Beitrag Puntigam) kann ebenfalls dessen Vermahlungsgrad positiven Einfluss üben. Durch die Reduktion der Partikelgröße im Zuge der Vermahlung wird eine deutliche Vergrößerung der Oberfläche erzielt, welche wiederum den Verdauungsenzymen verstärkt Angriffsfläche zum Abbau des Proteins liefern kann und somit dessen Verdaulichkeit steigern kann (CASAS *et al.*, 2017). Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit bestand darin grob sowie fein vermahlenen Sojaextraktionsschrot durch grob bzw. fein vermahlenen optimiert prozessierten Sojakuchen innerhalb von Mais-Gersten betonen Ferkelrationen zu ersetzen. Neben der Auswirkung der Vermahlung auf die Partikelgrößenverteilung der Rationen standen die tierische Leistungsfähigkeit der Ferkel im Fokus.

Material und Methoden

Im Fütterungsversuchen an der landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf (LFS, Hatzendorf, Steiermark) wurden 48 Ferkel (9,08 ± 0,99 kg; nach einer zweiwöchigen Absetzphase; einheitliches Absetzfutter) auf vier Versuchsgruppen (VG; 6 Tiere / Box; 2 Wiederholungen / VG) nach Gewicht, Geschlecht und Wurf aufgeteilt und mit Mais-Gersten betonen Rationen über einen Zeitraum von 6 Wochen gefüttert. Die Versuchsfuttermischungen (Tabelle 1 und 2) wiesen unvermahlenen (VG 1) sowie fein vermahlenem Sojaextraktionsschrot (VG 2) im Austausch gegen grob (VG 3) bzw. fein vermahlenen (VG 4) optimiert prozessierten Sojakuchen auf (Beitrag Puntigam, TIA, 1,0 mg/g; KOH-Proteinlöslichkeit 79,9%). Die grobe Vermahlung des jeweiligen Sojafuttermittels erfolgte unter Nutzung einer Sieblochgröße von 6,5 mm und wurde einer feinen Vermahlung von 2,5 mm gegenübergestellt. Die weiteren Komponenten der Basalmischung (BM; Mais, Gerste, etc.) wurden mittels 3,5 mm Sieblochgröße vermahlen. Die Rationen wurden isonitrogen und isokalorisch auf Basis einer vorangegangenen NIRS-Analyse der Hauptkomponenten kalkuliert (Tabelle 2). Die Rohnährstoffe der Versuchsfuttermischungen wurden nach den Methoden der VDLUFA (NAUMANN und BASSLER, 2012) analysiert. Die Analyse der Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen erfolgte nach BRUGGER *et al.* (2016). Die Ermittlung der Partikelgröße der Sojafuttermittel, Basalmischungen sowie der Versuchsfuttermischungen wurde mittels Siebturm (Analysette 3 pro, Deutschland) unter Anwendung von Sieben zwischen 2,8 und 0,25 mm Maschenweite durchgeführt. Die Berechnung der durchschnittlichen Partikelgröße (dMEAN) erfolgte nach FRITZ *et al.* (2011). Die Ergebnisse wurden anhand des Statistikprogramms SAS® (Version 9.4) mit der Prozedur GLM ausgewertet. Als Signifikanzniveau wurde ein $p<0,05$ herangezogen.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Versuchsfuttermischungen

Rationszusammensetzung, %	**VG 1, 2**	**VG 3, 4**
Körnermais	45,0	45,0
Gerste	26,2	28,2
Sojabohnenschale	5,5	5,1
Sojaextraktionsschrot-HP	17,5	-
Sojakuchen	-	17,0
Futtersäurezusatz	0,2	0,2
Sojaöl	1,2	0,0
*Premix	4,4	4,5

*Garant Porkovit F Mais; VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein

Tabelle 2: Kalkulierte Rohnährstoffe sowie Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen (in % FM)

Rohnährstoffe	**VG 1,2**	**VG 3, 4**
Trockenmasse	88,17	89,31
Umsetzbare Energie, MJ ME*	13,06	13,22
Rohprotein	16,05	16,32
Rohfaser	4,54	4,58
Calcium	0,683	0,695
Phosphor	0,515	0,530
verd. Phosphor	0,381	0,391
Natrium	0,213	0,218
Aminosäuren		
Lysin	1,180	1,190
verdaul. Lysin	1,065	1,070
Methionin und Cystein	0,670	0,681
verdaul. Methionin und Cystein	0,596	0,602
Threonin	0,745	0,752
verdaul. Threonin	0,655	0,656
Tryptophan	0,225	0,229
verdaul. Tryptophan	0,197	0,198
Valin	0,794	0,804
verdaul. Valin	0,693	0,690
MJ ME : Lysin	0,904	0,900
MJ ME : verdaul. Lysin	0,815	0,809

VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein; *berechnet nach der Mischfutterformel (GfE, 2006)

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 3 werden die analysierten Rohnährstoffgehalte sowie die Gehalte der bedeutendsten Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen dargestellt. Sowohl bei den Rohnährstoffen als auch bei den Aminosäuren konnten keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden und es zeigte sich eine gute Übereinstimmung zu den kalkulierten Nährstoffgehalten. In Tabelle 4 werden die Partikelgrößenverteilung sowie der dMEAN der Sojafuttermittel, Basalmischungen und Versuchsfuttermischungen dargestellt. Die Vermahlung des Sojafuttermittels mit einem 2,5 mm Sieb führt gegenüber einem 6,5 mm Sieb zu einem rund 35% kleineren Durchschnittspartikel (rd. 300 µm; Δ %). Dieser Unterschied ist folglich ebenfalls in den Versuchsfuttermischungen ersichtlich, wobei die zu Grunde liegende Basalmischungen (vor der Integration der Sojafuttermittel) der jeweiligen Vergleichsgruppen VG 1 und VG 2 sowie VG 3 und VG 4 ident war und somit keinen Einfluss übt. In Tabelle 5 sind die Leistungsdaten der Ferkel veranschaulicht. Der Einsatz von grob bzw. fein vermahlenen Sojakuchen im Austausch gegen Sojaschrot beeinflusste die tägliche Zunahme (Tgz) sowie die Futterverwertung (FV) nicht. Hinsichtlich der Futteraufnahme wiesen jene Ferkel der VG 2 die fein vermahlenem Sojaschrot aufnahmen über den gesamten Versuchszeitraum die geringste Futteraufnahme aus. Diese Ergebnisse können auch durch LANCHEROS *et al.* (2020) bestätigt werden. Es wird unterstellt, dass eine feinere Vermahlung in einer gesteigerten Energie- sowie Nährstoffverdaulichkeit resultiert, welche zu einer geringeren Futteraufnahme führen kann.

Tabelle 3: Gehalt an analysierten Rohnährstoffen sowie ausgewählter essentiellen Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen (in % bzw. g / kg FM)

	VG 1	VG 2	VG 3	VG 4
Rohnährstoffe analysiert, %				
Trockenmasse	88,30	88,60	88,10	89,10
ME-Schwein MJ	13,53	13,51	13,44	13,59
Rohprotein	16,90	16,50	16,00	16,30
Rohfaser	3,80	4,00	4,10	4,10
NfE	58,3	59,30	58,80	59,40
Stärke	43,6	44,70	45,0	44,70
Gesamtfett	4,40	4,20	4,60	4,60
Rohasche	4,90	4,60	4,60	4,70
Aminosäuren analysiert, g				
Lysin	11,33	11,50	11,33	11,83
Methionin und Cystein	6,87	7,12	7,12	7,08
Threonin	7,14	7,17	7,26	7,20
Valin	7,06	6,86	6,93	6,85
MJ ME : Lysin	0,838	0,851	0,843	0,870

VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein

Tabelle 4: Partikelgrößenverteilung (%, Anteile Partikelgrößen)

	> 1,00 mm	0,20-1,00 mm	< 0,20 mm	dMEAN, µm	Δ, %
Sojafuttermittel, vermahlen					
Sojaschrot - grob	46,72	48,97	4,30	835,2	100
Sojaschrot - fein	22,50	65,10	12,36	537,0	64
Sojakuchen - grob	42,26	56,73	1,01	822,3	100
Sojakuchen - fein	11,61	86,22	2,17	524,1	64
Basalmischungen					
BM VG 1	39,96	56,53	3,52	723,48	100
BM VG 2	39,75	58,84	1,41	732,02	101
BM VG 3	41,76	53,60	4,64	770,95	100
BM VG 4	41,13	55,06	3,82	782,18	101
Versuchsfuttermischung					
VG 1	40,68	58,88	0,44	806,8	100
VG 2	35,26	61,47	3,27	672,2	83
VG 3	39,12	58,57	2,31	796,9	100
VG 4	34,30	60,99	4,71	712,5	89

dMEAN: Durchschnittspartikel; BM: Basalmischung; Δ: Prozentuale Änderung des dMEAN zwischen grober und feiner Vermahlung (grob = 100%), VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein

Tabelle 5: Leistungsdaten der Ferkel

	VG 1	VG 2	VG 3	VG 4	SEM	p-Wert
Anfangsgewicht, kg	8,76	9,33	9,05	9,16	0,142	0,554
Endgewicht, kg	32,24	33,2	31,45	31,63	0,451	0,524
Tgz 1. bis 3. Woche, g	442	448	388	391	10,51	0,062
Tgz 4. bis 6. Woche, g	676	688	679	678	11,16	0,983
Tgz gesamt, g	559	568	533	535	9,06	0,433
FA 1. bis 3. Woche, g	687	608	663	675	18.388	0,540
FA 4. bis 6. Woche, g	1231	1179	1315	1252	22.973	0,214
FA gesamt, g	959[a]	893[b]	989[a]	963[a]	13.833	0,011
FV 1 bis 3 Woche, 1: …	1,53	1,66	1,5	1,64	0,037	0,410
FV 4 bis 6 Woche, 1: …	1,8	1,76	1,94	1,82	0,035	0,373
FV gesamt, 1: …	1,69	1,73	1,76	1,75	0,013	0,158

Tgz, tägliche Zunahme; FA, Futteraufnahme; FV, Futterverwertung; SEM, Standardfehler, p-Wert < 0,05 Signifikanz-niveau; VG: Versuchsgruppe; VG 1: Sojaschrot unvermahlen; VG 2: Sojaschrot fein; VG 3: Sojakuchen grob; VG 4: Sojakuchen fein

Zusammenfassung

In vorliegendem Fütterungsversuch mit Ferkel wurde der Einsatz von Sojaextraktionsschrot im Austausch gegen Sojakuchen unter dem zusätzlichen Aspekt der Vermahlung (feinen *vs* groben) untersucht.

Die Ergebnisse zeigten unabhängig der Vermahlung, dass Sojaschrot durch optimiert prozessierten Sojakuchen ohne Leistungseinbußen ausgetauscht werden kann. Die feinere Vermahlung zeigte hingegen keinen Effekt auf die Leistung, jedoch sank die Futteraufnahme mit zunehmender Feinheit.

Abstract

The present study investigated the impact of soybean meal substituted by soybean expeller in diets of piglets with additional aspect of its grinding (fine *vs* coarse). Regardless of grinding, the results showed that soybean meal can be replaced by optimized processed soybean expeller with no effects on zootechnical performance. Furthermore, finer grinding exerts no effect on performance, but feed intake decreases.

Literatur

BRUGGER D, NADLER C, WINDISCH WM, BOLDUAN C, 2016: Feed protein value of acidic precipitates obtained from press juices of three types of green forage leaves. Animal Feed Science and Technology 222, 236-241.

CASAS GA, HUANG C, STEIN HH, 2017: Nutritional value of soy protein concentrate ground to different particle sizes and fed to pigs. J Anim Sci.; 95(2):827-836. doi: 10.2527/jas.2016.1083. PMID: 28380621.

FRITZ J, STREICH WJ, SCHWARM A, CLAUSS M, 2012: Condensing results of wet sieving analyses into a single data: a comparison of methods for particle size description. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96: 783-797.

JHA R, BERROCOSO JFD, 2016: Dietary fiber and protein fermentation in the intestine of swine and their interactive effects on gut health and on the environment: a review. Animal Feed Science and Technology. 212:18–26.

NAUMANN C, BASSLER R, 2012: Die chemische Untersuchung von Futtermittel. VDLUFA Verlag, Band 3, 6. Ergänzungslieferung, Darmstadt, Deutschland.

PLUSKE JR, TURPIN DL, KIM JC, 2018: Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. Anim Nutr. 4:187–196.

LANCHEROS JP, ESPINOSA CD, STEIN HH, 2020: Effects of particle size reduction, pelleting, and extrusion on the nutritional value of ingredients and diets fed to pigs: A review, Animal Feed Science and Technology, Volume 268, 114603, ISSN 0377-8401, https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114603.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Unternehmensführung, Forschung und Innovation sowie nationale Hochschulko-operationen, Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Angermayergasse 1, 1130 Wien

[2]Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien

[3]Josephinum Research, Rottenhauser Str. 1, 3250 Wieselburg

[4]Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, 18059 Rostock

Konsumverhalten österreichischer Studierender in Bezug auf Bio-Lebensmittel

Consumption behaviour of Austrian students in relation to Bio-food

Anna Jadwiga Keutgen* & Lisa-Maria Eder

Einleitung

Österreich bewirtschaftet rund 22% seiner landwirtschaftlichen Fläche biologisch. Damit ist es prozentmäßig der Spitzenreiter im Biolandbau innerhalb der Europäischen Union. Weltweit belegt es hinter Liechtenstein, Französisch-Polynesien und Samoa den vierten Platz (LERNOUD und WILLER 2018). Dieser Anteil wird weiterhin steigen, genauso wie die Umsatzzahlen von Bio-Lebensmitteln (BIO AUSTRIA 2017). Der Anteil von Bio im Lebensmitteleinzelhandel betrug 2017 8% (AMA-MARKETING 2018). Vom Gesamtumsatz für Lebensmittel in Österreich macht Bio ebenfalls rund 8% aus. Das entspricht einem Gesamtwert von 1,7 Milliarden Euro.
Das Konsumverhalten von Bio-Lebensmitteln österreichischer Studierender wurde im Rahmen einer Befragung untersucht. Bei dieser Bevölkerungsgruppe handelt es sich um bereits akademisch gebildete, erwachsene Personen, die jedoch noch nicht oder nur teilweise erwerbstätig sind und aufgrund ihrer finanziellen Möglichkeiten häufig ihre Lebensmittel bewusster auswählen.

Material und Methoden

520 Studierende im Alter von 18 bis 35 Jahren nahmen an der Studie teil. Es wurden nur Bio-Konsument*Innen berücksichtigt. Die Daten wurden mit Hilfe eines anonymen Online-Fragebogens gesammelt und anschließend digital mit der Desktop-App IBM Statistics ausgewertet.

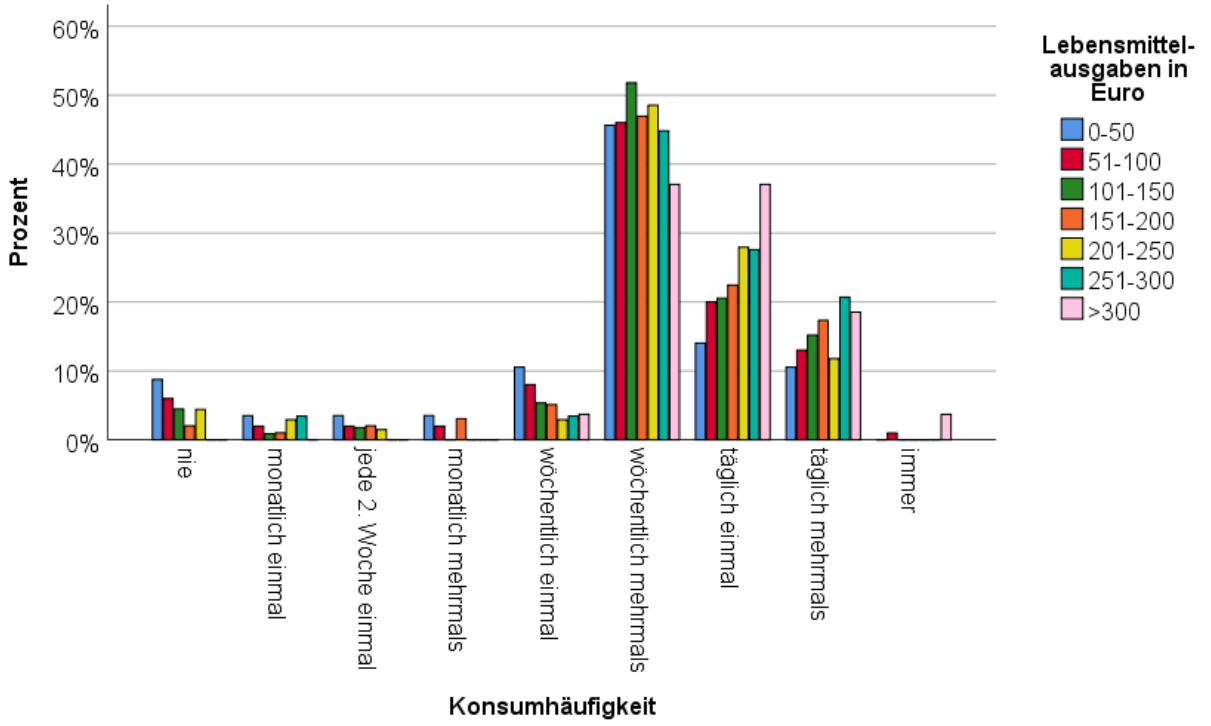


Abbildung 1: **Bio-Konsumhäufigkeit der Studierenden in Abhängigkeit der monatlichen Lebensmittelausgaben [nie = so gut wie nie]**

Ergebnisse und Diskussion

Als die fünf Faktoren, die den Bio-Lebensmittelkonsum der an der Studie teilgenommenen Studierenden maßgeblich beeinflussten, kristallisierten sich das monatliche Budget und somit auch die Lebensmittelausgaben (Abbildung 1), der Ernährungsstil (Abbildung 2), das Geschlecht (Abbildung 3) und

das soziale Umfeld heraus. Andererseits lassen sich beim Alter, bei Lebensmittelunverträglichkeiten, der Studienrichtung und beim landwirtschaftlichen Bezug der Studierenden keine Unterschiede in der Konsumhäufigkeit der Bio-Produkte erkennen.

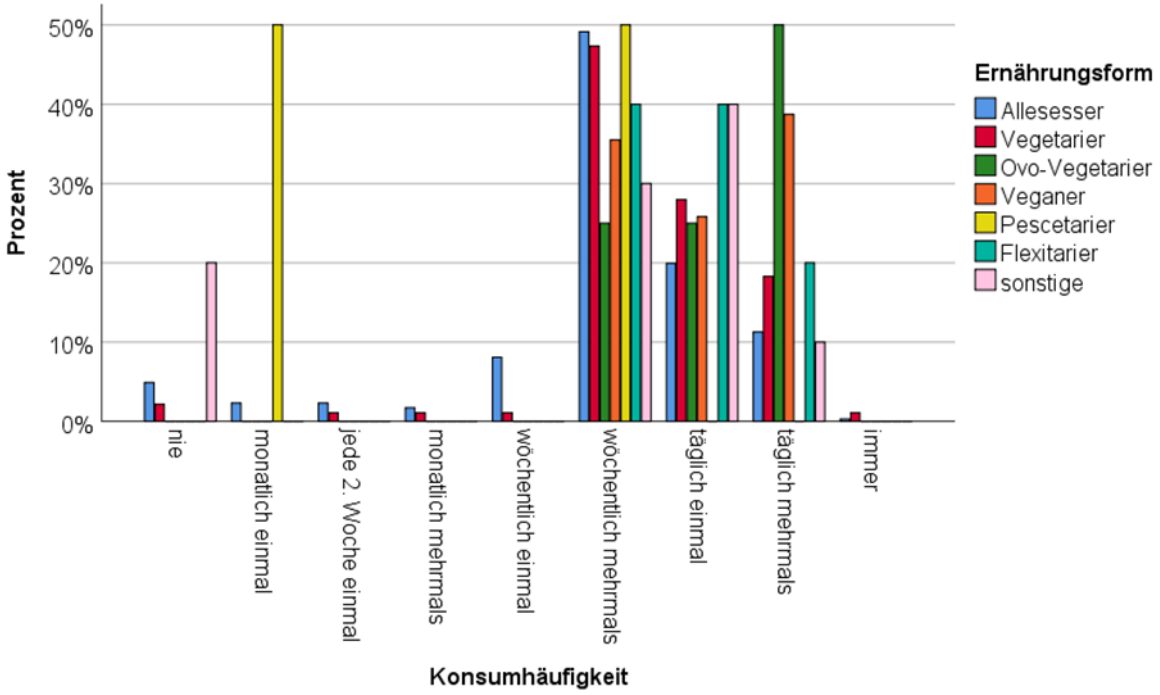


Abbildung 2: **Bio-Konsumhäufigkeit der Studierenden in Abhängigkeit ihrer Ernährungsform [nie = so gut wie nie]**

Die meistgenannten Kaufgründe für Studierende waren bei Bio-Lebensmitteln die „höhere Qualität“, die „gerechtere Tierhaltung“ und die „Schonung der Umwelt“. Die beliebtesten Bio-Produkte wurden meistens aus den Produktkategorien „Grundnahrungsmittel“, „Milchprodukte“, „Gemüse“ und „Obst“ gekauft.

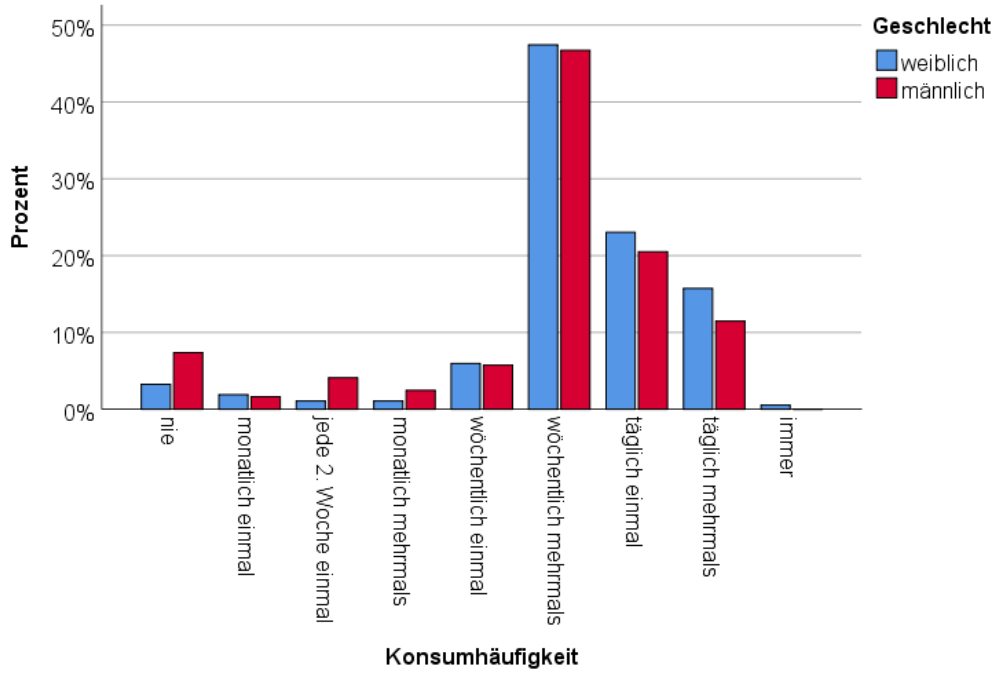


Abbildung 3: **Bio-Konsumhäufigkeit der Studierenden in Abhängigkeit ihres Geschlechts [nie = so gut wie nie]**

Zusammenfassung

Es ist davon auszugehen, dass in Österreich die biologisch bewirtschaftete Fläche zunehmen wird und die Umsätze von Bio-Lebensmitteln steigen werden. Der Grund ist die auch zukünftig steigende Nachfrage, die sich auch bei den befragten Studierenden klar erkennen lässt. Nur wenige von ihnen haben vor, weniger Bio-Produkte zu konsumieren. Dies hängt sicherlich auch damit zusammen, dass das Einkommen die Konsumhäufigkeit von Bio-Lebensmitteln beeinflusst und hier die Mehrzahl der Studierenden mehr finanzielle Freiräume erwartet. Auch die Ernährungsgewohnheiten, das Geschlecht und das soziale Umfeld der Studierenden sind für eine Konsumentscheidung zu Gunsten von Bio-Lebensmitteln wichtig.

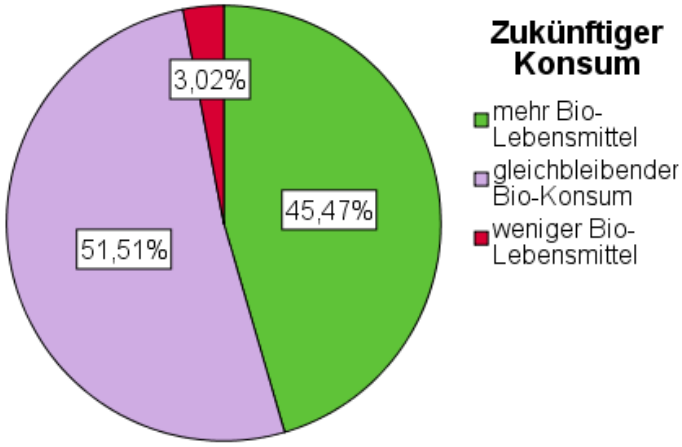


Abbildung 4: **Zukünftiger Konsum der Studierenden von Bio-Lebensmitteln**

Abstract

The area in Austria cultivated using organic agricultural methods is expected to increase and that the sales of organic food will rise. The reason is the increasing demand for organic food in the future, which can also be clearly seen among the students surveyed. Few of them plan to consume less organic products. This is certainly also related to the fact that income influences the frequency of consumption of organic food and the majority of students expect more financial availability here. The consumption habits, the gender and the social environment of the students are also important for a consumption decision in favour of organic food.

Literatur

AGRARMARKT AUSTRIA MARKETING GMBH (AMA-MARKETING), 2018: Bio-Umsätze steigen weiter. Wien. https://amainfo.at/presse/pressemitteilungen/detail/news/bio-umsaetze-steigen-weiter/?tx_news_pi1%255Bcontroller%255D=News&tx_news_pi1%255Baction%255D=detail&cHash=d5c60a6865de9b05f30f3152d430bf70 (29.7.2018)

BIO AUSTRIA, 2017: Statistik. Wien. https://www.bio-austria.at/bio-bauern/statistik/# (29.7.2018)

LERNOUD J, WILLER H, 2018: The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2018. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM – Organics International. https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2018/pdf.html (27.7.2018).

Adressen der Autoren

BOKU - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna, Österreich

*Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dipl.-Ing.sc.agr. Dr.sc.agr. Dr. hab. Anna Jadwiga KEUTGEN, anna.keutgen@boku.ac.at

Nutzung der Kapuzinerkresse (*Tropaeolum* sp.) als Microgreen

Use of the monks cress (Tropaeolum sp.) as a microgreen

Anna J. Keutgen*, Lisa Jestl, Lukas Wöber & Norbert Keutgen

Einleitung

Ziel dieser Arbeit war es zu prüfen, ob es bei der Produktion von Kapuzinerkresse-Microgreens Unterschiede in den Inhaltsstoffen zwischen „grünen" und „goldenen" Mikrogreens gibt. Letztere unterscheiden sich von den erstgenannten durch Keimung und Wachstum ohne Licht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf ausgewählten wertgebenden Inhaltsstoffen, wie dem Gehalt an Carotinoiden, Chlorophyll, Phenolen, Flavonoiden sowie der antioxidativen Kapazität.

Material und Methoden

Pflanzenarten: Das Saatgut wurde von unterschiedlichen Handelsbetrieben bezogen und stammt zum Teil von verschiedenen Saatgutfirmen. Laut Saatgutverpackungen handelt es sich um die folgenden Sorten: *Tropaeolum majus* "Tom Thumb", *Tropaeolum majus* "Niedrige Mischung", *Tropaeolum majus maximum* "Hohe Pracht", *Tropaeolum majus nanum* "Niedrige Mischung Microgreens", *Tropaeolum majus nanum* "Lady Bird", *Tropaeolum majus nanum* "Night & Day".
Standorte: Die Versuche fanden im Forschungsglashaus der Universität für Bodenkultur (BOKU) Wien am Standort Türkenschanze statt. Die Durchschnittstemperatur über den gesamten Zeitraum des Versuches (12.04. bis 08.05.2019) betrug 23,0 °C und die Luftfeuchtigkeit 59,5%.
Versuchsanlage: Für den Anbau der Kapuzinerkresse wurden acht identische Anzuchthäuser aus Kunststoff mit den Abmessungen 36 x 22 x 13 cm verwendet. Diese wurden mit Abdeckhauben versehen, welche noch eine Zwangsventilation zuließen. Für die Variante, welcher unter Lichtausschluss angezogen wurde, wurde zusätzlich eine ungelochte Mulchfolie verwendet. Als Substrat für den Versuch wurde eine biologische Kräuter- und Aussaaterde verwendet. Bestimmt wurden die Chlorophyll-, Carotenoid-, Gesamtphenol-, und Flavonoidgehalte sowie die antioxidative Kapazität der Microgreens. Hier werden die Werte über alle Sorten gemittelt und die Inhaltsstoffe der Licht- und Dunkelvarianten miteinander verglichen.

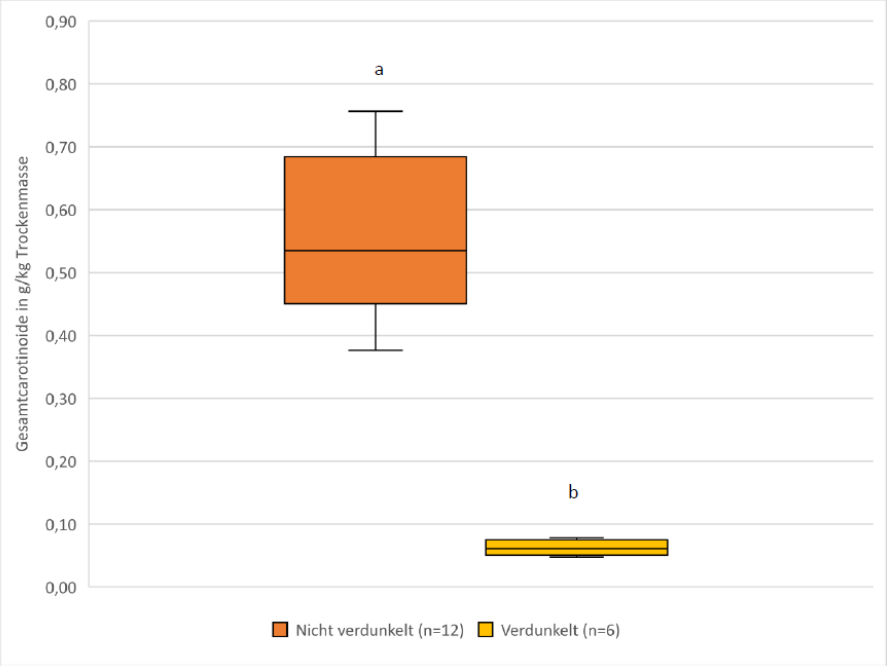


Abbildung 1: **Vergleich der Gesamtcarotinoidgehalte von nicht verdunkelter und verdunkelter Kapuzinerkresse; Unterschiede nach Mann-Whitney-U-Test bei p < 0,05**

Ergebnisse und Diskussion

Der Versuch dauerte mit 26 Tagen etwas länger als in der Literatur für Microgreens empfohlen (maximal 3 Wochen). Die unter Lichtausschluss gewachsenen Pflanzen fielen durch langen Stiele und kleine Blätter auf, d.h. sie waren optisch nicht ansprechend. Der Gesamtcarotinoidgehalt lag mit 0,57 ± 0,10 g kg^{-1} Trockenmasse bei den unter Licht gewachsenen Microgreens signifikant höher als bei den unter Lichtausschluss gewachsenen (0,06 ± 0,01 g kg^{-1} Trockenmasse; Abbildung 1). Entsprechend verhielten sich die Gesamtchlorophyllgehalte (5,6 g bzw. 0,3 g kg^{-1} Trockenmasse).

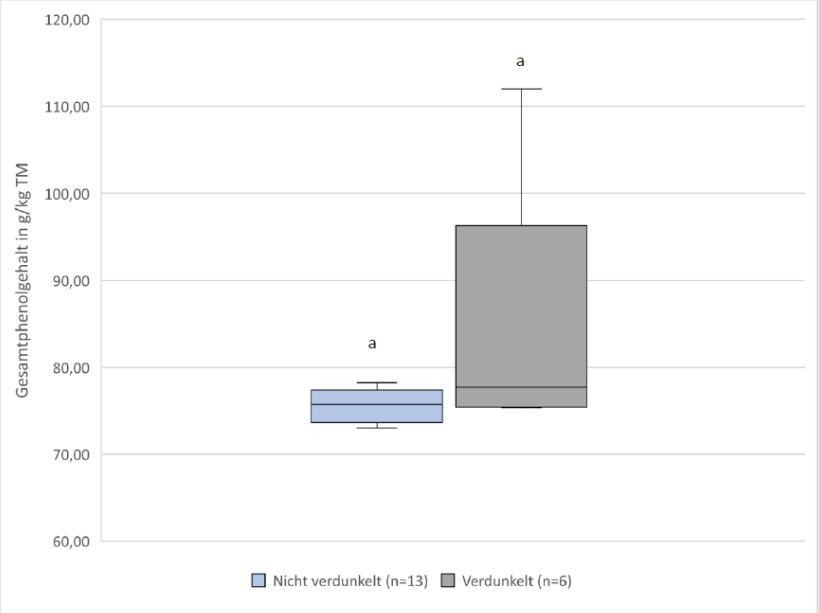


Abbildung 2: **Vergleich der Gesamtphenolgehalte von nicht verdunkelter und verdunkelter Kapuzinerkresse; Unterschiede nach Mann-Whitney-U-Test bei p < 0,05**

Die Gesamtphenolgehalte und Flavonoidgehalte unterschieden sich bei der Kapuzinerkresse zwischen den beiden Lichtbedingungen nicht signifikant (Abbildungen 2-3). Ebenso gab es keine Unterschiede in der antioxidativen Kapazität (Abbildung 4).

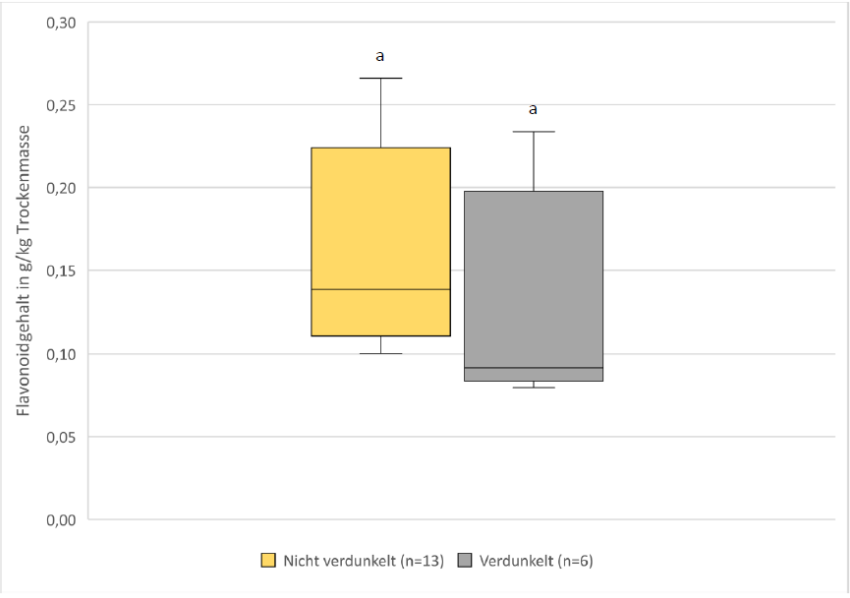


Abbildung 3: **Vergleich der Gesamtflavonoidgehalte von nicht verdunkelter und verdunkelter Kapuzinerkresse; Unterschiede nach Mann-Whitney-U-Test bei p < 0,05**

Ausgehend von den vorliegenden Ergebnissen kann festgehalten werden, dass sich die Kapuzinerkresse nicht für die Produktion sog. „Golden Microgreens“ eignet, da sich das Wachstum unter Licht positiv auf die Chlorophyll- und Carotinoidgehalte auswirkt. Diese Tatsache, gepaart mit dem unattraktiven Erscheinungsbild von im Dunklen gewachsenen Microgreens, sprechen gegen einen Anbau der Kapuzinerkresse-Microgreens unter Lichtausschluss.

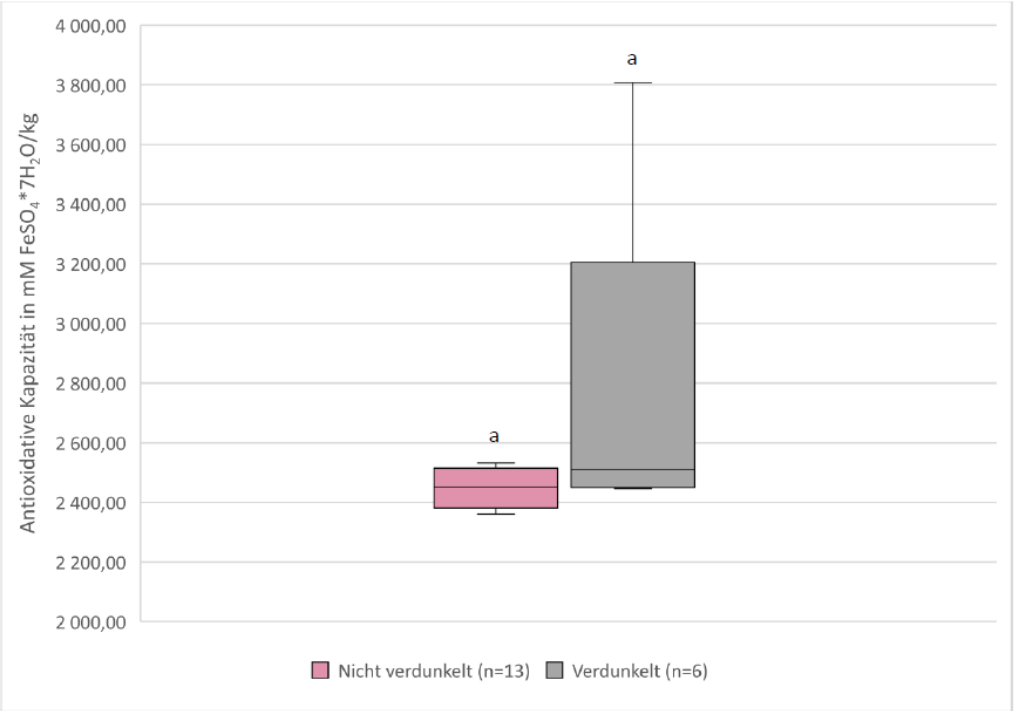


Abbildung 4: **Vergleich der antioxidativen Kapazität von nicht verdunkelter und verdunkelter Kapuzinerkresse; Unterschiede nach Mann-Whitney-U-Test bei p < 0,05**

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie befasste sich mit den Inhaltstoffen von Kapuzinerkresse-Microgreens kultiviert im Licht und unter Lichtausschluss. „Golden Microgreens“ zu erzeugen, also Microgreens welche unter Lichtausschluss wachsen, kann im Falle der Kapuzinerkresse nicht empfohlen werden, da die Pflanzenvitalität beeinträchtigt war und Chlorophyll- und Carotinoidgehalte signifikant niedriger waren. Die Gesamtphenol- und Flavonoidgehalte und auch die antioxidative Kapazität unterschieden sich zwischen den beiden Anbauvarianten nicht signifikant.

Abstract

The present study dealt with the ingredients of monks cress microgreens cultivated in the light and in darkness. Producing “golden microgreens”, i.e. microgreens that grow in the absence of light, cannot be recommended in the case of monks cress, because plant vitality was impaired and chlorophyll and carotenoid contents were significantly lower. The total phenol and flavonoid contents and also the antioxidant capacity did not differ significantly between the two cultivation variants.

Adresse der Autoren

BOKU - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna, Österreich

*Ansprechpartnerin: Univ.-Prof. Dipl.-Ing.sc.agr. Dr.sc.agr. Dr. hab. Anna Jadwiga KEUTGEN, anna.keutgen@boku.ac.at

Wachstum und Qualität von Stiefmütterchen (*Viola* x *wittrockiana*) und Hornveilchen (*Viola cornuta*) als Nahrungsmittel

Growth and quality of pansies (Viola x wittrockiana) and horned violets (Viola cornuta) as food

Anna Jadwiga Keutgen*, Susanne Riedel & Margot Österreicher

Einleitung

Der Verzehr von essbaren Blüten hat eine lange Tradition in verschiedenen Kulturkreisen weltweit. Blüten werten zum einem das Erscheinungsbild und den Geschmack von Speisen auf, zum anderen profitiert der Mensch von den positiven Effekten für die Gesundheit, die der Verzehr der essbaren Blüten mit sich bringt (FERNANDES et al. 2017). Blüten für den Verzehr sind der oberen Preissegmentklasse zuzuordnen, da frische Blüten leicht verderbliche Ware sind. Auf Grund des hohen Gehaltes an bioaktiven Metaboliten bieten sich essbare Blüten vieler verschiedenen Arten als potentielle Quelle zur Nahrungsergänzung an. Speziell die Blüten der Gattung *Viola* finden in vielen verschiedenen Bereichen wie in der Zierpflanzennutzung und in der Pharmazie Verwendung. Ebenso gelten *Viola*-Blüten als mit die beliebtesten unter den essbaren Blüten und zeigen zugleich eine sehr gute Performance in Bezug auf den Gehalt an antioxidativ wirkende Inhaltsstoffe (BENVENUTI et al. 2016).
Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden die Blütenbildung und die Inhaltsstoffe der Blüten von *Viola* x *wittrockiana* GAMS ex NAUENB. & BUTTLER und *Viola cornuta* L. untersucht.

Material und Methoden

Viola cornuta ist einjährig, winterhart, kann sich selbst aussäen, hat eine niedrige Wuchshöhe (20-30cm) bzw. einen buschigen Wuchs und kann Rhizome ausbilden. Diese Art bildet eine höhere Anzahl an Blüten mit einem Durchmesser von ca. 3 cm, bestehend aus insgesamt 5 nicht miteinander verwachsenen Kelchblättern und aus 5 freien Kronblättern. Die Blütezeit reicht von März bis Oktober. *Viola* x *wittrockiana* ist zweijährig, hat einen etwas höheren, Horst bildenden Wuchs (<30cm), ist frostempfindlich und sät sich in der Regel nicht von selbst aus. Die Blüten sind etwas größer. Das untere und vordere Kronblatt sitzt auf zwei Kelchblättern, die zwei seitlichen Kronblätter jeweils auf einem Kelchblatt und die hinteren zwei Kronblätter auf einem gemeinsamen Kelchblatt. Die Blütezeit erstreckt sich von März bis Juli.
Im Herbst 2017 wurden *Viola* x *wittrockiana* und *Viola cornuta* in Anzuchtschalen im Gewächshaus der Universität für Bodenkultur im Lehr- und Forschungszentrum Jedlersdorf (Wien) ausgesät. Ende März 2018 wurden die Jungpflanzen pikiert und in 14 Reihen zu je 6-10 Pflanzen in Töpfen weiter im Gewächshaus kultiviert. Anfang Mai 2018 wurden die Pflanzen ins Freiland übergesiedelt. Die blühenden Veilchen wurden in ihren Töpfen im Erdreich des Gartens der Universität für Bodenkultur an der Türkenschanze (Wien) versenkt und dort bis zur Ernte der Blüten weiter kultiviert. Bei der Kultivierung wurde auf die Zugabe von Dünger, Fungiziden, Insektiziden und Herbiziden verzichtet. Die Pflanzen wurden nach Bedarf gewässert.
Der Gesamtphenolgehalt und die antioxidative Kapazität wurden nach KEUTGEN and PAWELZIK (2008) bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Die beprobten Blüten der beiden Veilchenarten wurden auf ihren Gehalt an phenolischen Verbindungen (Abbildung 1) und auf ihre antioxidative Kapazität (Abbildung 2) hin untersucht. Dafür wurden die Blüten beider Arten in die Farben Gelb, Gelb-Lila und Lila eingeteilt. Verglichen wurden die Inhaltstoffe der Blüten gleicher Farbe. Als Ergebnis wird festgehalten, dass es weder eine Korrelation zwischen dem Gesamtphenolgehalt noch der antioxidativen Kapazität und der Blütenfarbe bei Viola x wittrockiana (vw) oder Viola cornuta (vc) gibt.

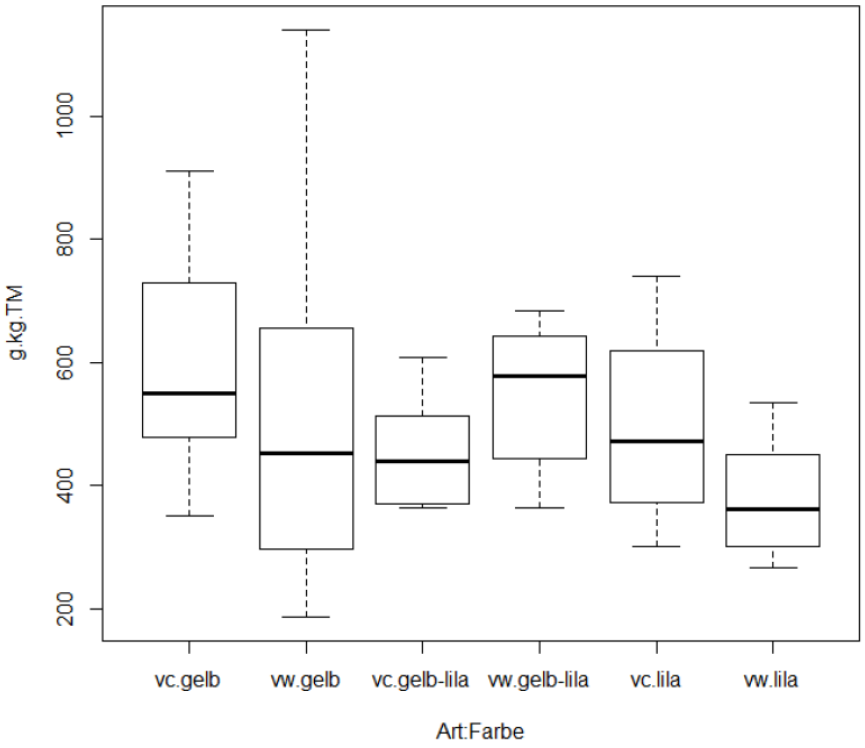


Abbildung 1: **Mittlere Phenolgehalte von gelben, gelb-lila und lila Blüten von *Viola* x *wittrockiana* (vw) und *Viola cornuta* (vc)**

Viola x wittrockiana und Viola cornuta unterschieden sich hinsichtlich ihrer Blühfreudigkeit. Viola cornuta bildetet mit 36,2 Blüten pro beprobter Pflanze mehr Blüten als Viola x wittrockiana mit einer durchschnittlichen Blütenanzahl von 29,4 Blüten pro beprobter Pflanze (Abbildung 3). Dagegen war bei Viola x wittrockiana die durchschnittliche Stängellänge von 6,5 cm etwas länger als bei Viola cornuta mit 5,9 cm.

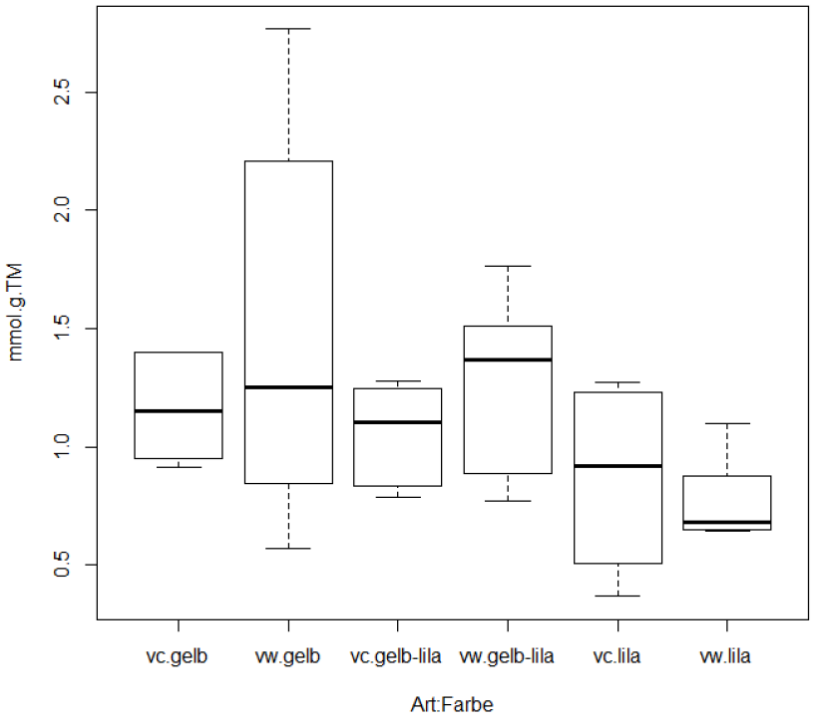


Abbildung 2: **Mittlere antioxidative Kapazität von gelben, gelb-lila und lila Blüten von *Viola* x *wittrockiana* (vw) und *Viola cornuta* (vc)**

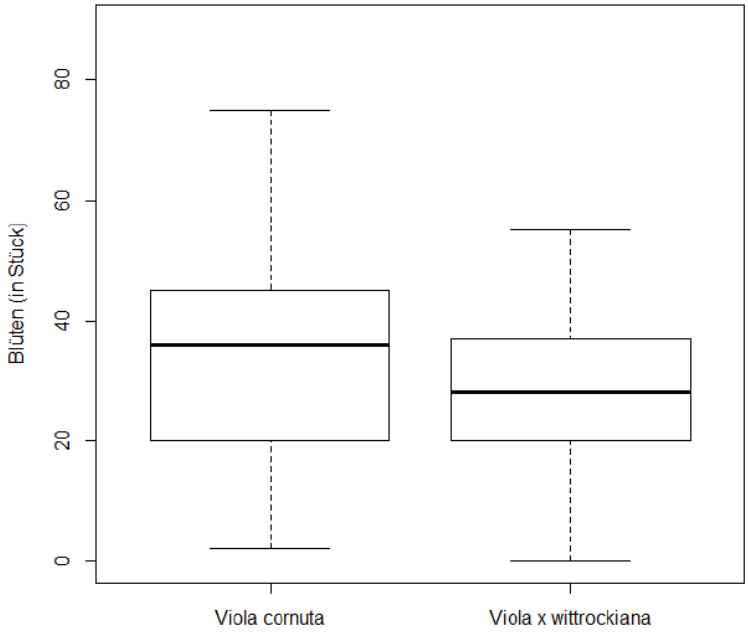


Abbildung 3: **Mittlere Blütenzahl von *Viola* x *wittrockiana* und *Viola cornuta***

Zusammenfassung

Die Blütenbildung und die in den Blüten enthaltenen bioaktiven Inhaltsstoffe wurden bei den Arten *Viola* x *wittrockiana* und *Viola cornuta* verglichen. Zwischen den beiden Arten wurden keine Unterschiede hinsichtlich der Gehalte an phenolischen Verbindungen und der antioxidativen Kapazität der Blüten festgestellt. Es gab jedoch Unterschiede in Blühfreudigkeit und der Blütenstiellänge. *Viola cornuta* bildete mehr Blüten, dagegen zeichnete sich *Viola* x *wittrockiana* durch eine durchschnittlich höhere Stiellänge aus.

Abstract

Flower formation and the bioactive ingredients contained in the flowers were compared in the species *Viola* x *wittrockiana* and *Viola cornuta*. No differences in the levels of phenolic compounds or the antioxidant capacity of the flowers were detected between the two species. However, there were differences in flowering ability and the length of the peduncle. *Viola cornuta* had more flowers, whereas *Viola* x *wittrockiana* was characterized by an on average longer stem length.

Literatur

BENVENUTI S, BORTOLOTTI E, MAGGINI R, 2016: Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. Scientia Horticulturae 199, 170-177. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.052

FERNANDES L, CASAL S, PEREIRA JA, SARAIVA JA, RAMALHOSA E, 2017: Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. Journal of Food Composition and Analysis 60, 38-50. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.017

KEUTGEN AJ, PAWELZIK E, 2008: Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. Food Chem. 107, 4, 1413-1420. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.071

Adresse der Autoren

BOKU - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Gartenbau, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna, Österreich

*Ansprechpartnerin: Univ.-Prof. Dipl.-Ing.sc.agr. Dr.sc.agr. Dr. hab. Anna Jadwiga KEUTGEN, anna.keutgen@boku.ac.at

Mobilitätsänderungen von Phosphor und anderen Ionen in Böden durch Zusätze

Additive-caused mobility changes of phosphorus and others in soil

Manfred Sager, Marion Bonell, Dieter Haas & Eva Erhart

Einleitung

In einem Feldversuch mit Weizen konnte gezeigt werden, dass Kompost trotz höherem nährstoffbezogenem Eintrag (N oder P) die austauschbaren Bodenfraktionen durch Humusaufbau erniedrigt, das Pflanzenwachstum aber trotzdem begünstigt wird (SAGER & ERHART 2016). Weiters ist im Sinne einer Kreislaufwirtschaft anzustreben, dass P aus Klärschlammasche durch Kombination mit Kompost stärker pflanzenverfügbar gemacht wird, als dies aus dem stark alkalischen (pH> 12) und stickstofffreien Substrat der Fall ist. Durch mikrobielle Aktivität im Kompost entstehen organische Säuren, welche mit pedogenen Oxiden des Bodens als auch mit Oxiden und mineralischen Phosphaten in der Asche zu löslicheren Formen reagieren können (TAUNTON et al. 2000).
Durch Düngung und das Pflanzenwachstum kann es während einer Vegetationsperiode neben dem Eintrag und Entzug von Nährstoffen durch die Pflanze infolge des Bodenlebens zu veränderten Bindungsformen im Boden kommen. Der dynamische Prozess des Pflanzenwachstums ist durch geeignete abgestufte Mobilitäten leichter als durch eine Momentaufnahme zu imitieren, wenngleich dies auch arbeitsaufwendiger ist. Mit Hilfe sequentieller Löseverfahren erhält man eine Abfolge von Fraktionen, die unter verschiedenen Bedingungen gelöst werden, und einer bestimmten Bindungsform zugeordnet werden können. Speziell für Phosphat wurde einst ein sequentielles Löseverfahren entwickelt, um wegen deren unterschiedlicher Dynamik austauschbares P, Fe-P (reduktiv löslich), Al-P und Humus-P (alkalilöslich) und Ca-P (säurelöslich) zu unterscheiden, was durch Zusatz von Testmineralen zu natürlichen Substraten bewiesen wurde (PSENNER et al. 1984). Dieses wurde oft in der Limnologie für Sedimente (SAGER & PUCSKO 1989; SAGER et al. 1990), aber kaum auf Ackerböden angewendet. Durch Multi-Elementbestimmungen mit ICP-OES ist es möglich, neben P auch viele andere Ionen zu erfassen und zu interpretieren, soweit sie nicht in den Reagentien enthalten sind (Na, S). Es eignet sich besonders für P und andere Anionen, schlechter jedoch für jene Kationen, die trotz Gegenwart organischer Bodensubstanz als Hydroxide ausfallen.
Im Gegensatz zum sequentiellen Verfahren liefert die traditionelle CAL Extraktion ein Gemisch aus sämtlichen Phosphaten, wobei durch den gleichionigen Zusatz die Löslichkeit der Ca-Phosphate zurückgedrängt wird (SCHÜLLER 1969). Durch partielle Korrelation lässt sich der Anteil der sequentiell erhaltenen P-Fraktionen mit dem CAL-Wert in Beziehung setzen.

Material und Methodik

Ein nährstoffarmer Boden wurde mit Rohphosphat (Timac Agro, Hyperkorn), Dicalciumphosphat (Ash2®Phos, sekundäres Rohstoffprodukt aus Klärschlammasche), monoverbrannter Klärschlammasche, Kompost sowie eine Kombination aus Kompost und Klärschlammasche versetzt und nach Wachstum und Ernte von Mais im Gefäßversuch beprobt. Der verwendete Boden war ein sandiger Lehm mit einem Phosphorgehalt von 1,52 mg/kg im CAL Extrakt. Nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau wird dieser Boden in die Gehaltsklasse A: sehr niedrig eingestuft (BMLFUW, 2017). Die Zugabe der unterschiedlichen Düngemittel erfolgt auf Basis des Phosphorgehaltes, wodurch jedem Topf 357,5 mg P (65 mg P/ kg Boden) zugeführt wurde. Der Boden pH-Wert lag im wässrigen Extrakt bei 6,3 sowie im $CaCl_2$ Extrakt bei 5,7. Mit Königswasser wurde die Gesamtkonzentration des P in Kompost mit 0,19%, in der Klärschlammasche mit 9,22 %, im Rohphosphat mit 11,66 % sowie im DCP mit 22,23 % (entsprechend 0,435%, 21,1%, 26,7% und 50,9% P_2O_5) bestimmt. Für das sequentielle Löseverfahren wurde 1 g der luftgetrockneten und 2 mm gesiebten Probe in 45 ml PE- Zentrifugengefäße eingewogen und mit 20 ml der folgenden Extraktionslösung der Reihe nach versetzt und dazwischen die Extraktionslösung nach Zentrifugation (bei 3200 g für 10 min) jeweils dekantiert.
Zur Bestimmung der gelösten Anteile mit ICP-OES nach Ansäuern wurden für NH_4Cl oder NaOH matrixangepasste Kalibrationslösungen (in 1+1 Extraktant) verwendet, für den HCl-Extrakt die für Gesamtaufschlüsse üblichen.

Extraktionslösungen der Lösesequenz (Psenner et al. 1984):

I) 1 M NH_4Cl/NaOH Puffer Lösung bei pH7 über Nacht geschüttelt → austauschbar
II) 0,11 M Dithionit/Bicarbonatpuffer bei pH7 für 2 Stunden geschüttelt → Fe/Mn-P
III) 1 M NaOH über Nacht geschüttelt → Humus-P, Al-P
IV) 0,5 M HCl über Nacht geschüttelt → Ca/Mg-P
V) 1 M NaOH 3 Stunden kochendes Wasserbad → Ti/Zr-P, okkludiertes P

Im Vergleich dazu wurden die Bodenproben auch mit der üblichen CAL Lösung (Ca-Acetat-Lactat-Essigsäure pH 4,1 (SCHÜLLER 1969) mit 5 g Einwaage in 100 ml extrahiert, und im Extrakt neben K und P auch Li, Mg, Sr, Ba und Li mit ICP-OES bestimmt, aber keine weiteren Spuren wegen möglicher Blindwerte. Der Blindwert von Sr war erheblich, aber konstant.

Ergebnisse

Der Phosphor wurde durch die Zusätze nach dem Anbau von Mais in der austauschbaren Fraktion nicht erhöht und wurde somit vollständig von den Pflanzen aufgenommen. In der zweiten Fraktion (Dithionit) sowie in der dritten Fraktion (NaOH) erhöhte sich der P bei den anorganischen Zusätzen deutlich stärker zur Nullvariante als bei den Kompostvarianten. Insgesamt war in den vorliegenden Proben der Phosphor mehr alkalilöslich als säurelöslich. Säuremobiler P wurde durch alle Zugaben erhöht, korrelierte aber mit dem P in den Pflanzen nicht.

Die angewandte Lösesequenz wurde für Phosphat anhand von Testmineralen entwickelt. In der vorliegenden Arbeit wurden aber auch andere Ionen (Al, As, Ca, Cr, Co, Cu, Ba, Ni, Fe, K, Mn, V, Zn) sofern sie nicht in der Extraktionslösung enthalten, sind ebenfalls ausgewertet. Die Lösesequenzpasst für Anionen besser als für Kationen. Mit dem ICP ablesbare Anionen sind auch As, V und eventuell Sb. Sulfat und Chromat können nur in der austauschbaren Fraktion bestimmt werden, wegen Dithionit als Matrix bzw. Reduktion des Chromats in der 2. Stufe.

Durch die Zusätze wurden die austauschbaren Anteile um etwa 9 % leicht erhöht, während die refraktären Anteile in Summe konstant blieben. Während die Ionensummen der extrahierten Salze im Bereich von ± 5% relativ zur Nullprobe lagen, und somit die Gesamtsalzgehalte durch die Zusätze nicht wesentlich erhöht wurden, gab es Verschiebungen bei den dithionitlöslichen, ersten alkalilöslichen und säurelöslichen Anteilen. Durch die anorganischen Zusätze wurden die dithionitlöslichen Anteile mehr als 4-mal so stark wie durch die komposthältigen erhöht, hingegen wurden alkalilöslichen und die säurelöslichen Anteile im Schnitt um ca. 15% gesenkt, wobei Klärschlammasche stärker als Hyperkorn wirkte. In den Fraktionen, die die höchsten Abweichungen zeigten, ließen sich die 10 Varianten zu 3 Clustern zusammenfassen, nämlich Nullprobe – Kompost1 – Kompost+Klärschlammasche2 - Kompost+Hyperkorn2, Klärschlammasche – Hyperkorn – Dicalciumphosphat, sowie Kompost+Hyperkorn1 – Kompost2.

Die mit **NH4Cl/pH 7** erhältliche erste Fraktion soll austauschbare Anteile ergeben. Die leichte Pufferung verhindert ein Ansäuern durch Austausch von NH_4^+ gegen H^+. Ammonsalze sind im Allgemeinen sehr sauber und für das ICP die erste Wahl. Da unmittelbar nach dem Pflanzenwachstum beprobt wurde, waren in unseren Proben neben P auch As, V, Al, Fe, Mn, Co, Ni, Zn, Cr und Cu unter oder an der Nachweisgrenze. Durch die Pflanzenaufnahme war die austauschbare Fraktion somit verarmt. Dies erfolgt zugunsten der Fe-Mn-Oxid-gebundenen und Humus-gebundene Fraktionen, welche dementsprechend steigen (SAGER et al. 2007).

Mit **Dithionit** erhält man bei gleichem pH-Wert vor allem jene Phosphorfraktion, die bei Reduktion der Fe-Mn-Oxide frei wird. Während durch die Zusätze die gelösten Anteile von Ca, Mg Al und Cu in dieser Fraktion nur leicht stiegen, erhöhte sich Fe-Mn-Co-Cr und auch etwas P bei den anorganischen Zusätzen deutlich stärker gegenüber der Nullvariante als bei den Kompostvarianten. Zn und As lagen in allen Varianten unter der Nachweisgrenze.

Mit **NaOH** sollte sich der Humus zusammen mit den Al-Phosphaten und -Oxiden, und auch die gegen OH- austauschbaren Anionen lösen. Minderbefunde bei Kationen durch sekundäre Resorption der Hydroxide an der Restmatrix sind möglich. Kaum alkalilöslich, weil als Hydroxide gefällt und nicht durch Humus genügend komplexiert, waren Mg, Ca, Sr, Ba, Mn. In den vorliegenden Proben mehr alkalilöslich als säurelöslich waren neben einem hohen Anteil an gelöstem organischem Kohlenstoff, P, As, V, Al und Cu.

Mit **HCl** lösen sich die Erdalkalien und die Seltenen Erden (nicht analysiert), besonders als Karbonate und Phosphate, sowie säureaustauschbare und in der NaOH gefällte Hydroxide der Kationen. Es war die Hauptfraktion für Mg, Mn, Co, Cr, Ni, und Zn, während wohl wegen des geringen Gesamtgehalts die Hauptmengen an Ca, Sr und Ba sich bereits in der austauschbaren Fraktion gefunden hatten.
Die **heiße NaOH** zum Schluss umfasst okkludiertes Material, die in verdünnter Säure schwerlöslichen Phosphate von Ti-Zr-Th-Bi, sowie angewitterte Alumosilikate. Sie war von den Zusätzen nahezu unabhängig und enthielt hinsichtlich Al, Ni und Zn beinahe gleich viel wie die 1. NaOH Fraktion (Zn auf sehr tiefem Niveau) für P, As und V etwa die Hälfte davon, während Fe, Co und Cu messbar, aber gering, und Mg-Ca-Sr-Ba-Mn vernachlässigbar waren. Die hier gefundenen rund 200 mg/kg P sind keinesfalls verfügbar.
Die mit **CAL** extrahierbaren Konzentrationen lagen bei Mg etwas höher, bei S etwa gleich, und bei K, Sr und Ba etwas tiefer als die mit NH_4Cl austauschbaren Anteile. P-NH_4Cl war an der Nachweisgrenze, und P-Dithionit vergleichbar mit CAL. Zusätze von Kompost oder Hyperkorn bewirkten stärkere Verschiebungen auf die NH_4Cl austauschbaren Anteile als CAL.
Eine Faktorenanalyse und die daraus resultierenden Graphiken der erhaltenen Kombinationsvariablen (Scores) machte einige der Mobilitätsänderungen durch die Zusätze von Kompost, Mineraldüngern oder Klärschlammasche zum ursprünglichen Boden sichtbar. Die Löslichkeit von alkalimobilem P (Humus-P) wird durch reduzierbares und humusgebundenes Fe sowie durch Kalk beeinflusst. Säuremobiler P wurde durch alle Zugaben erhöht, korrelierte aber mit dem P in den Pflanzen nicht (vgl. SCHÜLLER 1969). Im Gegensatz zu den Verhältnissen in Donaustauraumsedimenten (SAGER, PUCSKO 1989) verhielten sich P und As unterschiedlich.

Zusammenfassung
Mit Hilfe eines primär für Phosphat entwickelten sequentiellen Löseverfahrens wurden in einem nährstoffarmen Boden Mobilitätsänderungen durch Zusätze von Kompost, Klärschlammasche, Rohphosphat, Dicalciumphosphat und deren Mischungen nach dem Wachstum von Mais erhoben. Die anorganischen Zusätze erhöhten reduktiv lösliches Fe, Mn, Co, und Kompost senkte alkalimobile Anteile von P, Al, As, V und Co. Die Effekte von Kompost und anorganischen Zusätzen waren nicht additiv.
Wenige Korrelationen zwischen Konzentrationen in der Maispflanze und erhaltenen Fraktionen wurden gefunden.Der P in der Maispflanze korrelierte am besten mit reduktiv löslichem P (Fe-P), aber nicht mit der säurelöslichen Fraktion (Ca-P).

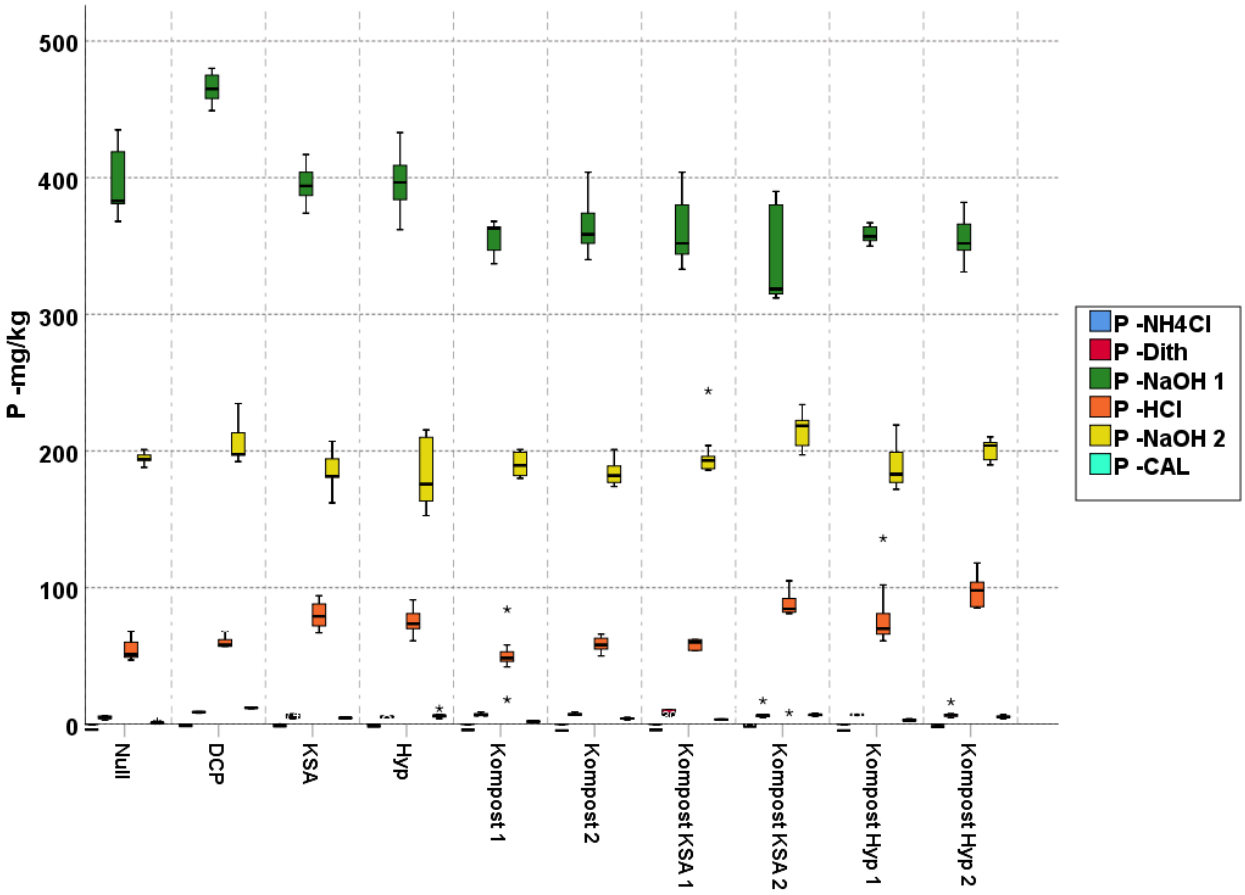
Abstract
A sequential leaching seqeunce, which had been originally designed to elucidate phosphate speciation, has been applied upon a nutrient-poor soil and its admixtures with compost, waste incineration ash, crude phosphate, and dicalcium-phosphate after growing maize. Inorganic additions increased Fe, Mn and Co mobilizable under reducing conditions, and compost lowered fractions of P, Al, As, V and Co mobilizable in alkali. Effects of compost and inorganic additions were not additive.
Just a few significant correlations between the concentrations in maize grown upon this substrates were found, because the Zn supply was slightly deficient, and the element uptake resembled actual needs. P in the maize plant correlated best with P mobilizable by reduction (Fe-P), but not with P mobilizable by acidification (Ca-P).

Literatur

PSENNER R., PUCSKO R., SAGER M., 1984. Die Fraktionierung organischer und anorganischer Phosphorverbindungen von Sedimenten - Versuch einer Definition ökologisch wichtiger Fraktionen (Fractionation of organic and inorganic phosphorus compounds in lake sediments). Arch. Hydrobiol./Suppl. 70, 111-155
SAGER M., PUCSKO R., 1989. Speciation of Phosphorus in the Altenwörth-Reservoir of the River Danube. Arch. Hydrobiol. Suppl.84, 21-36
SAGER M., R. PUCSKO R., R. BELOCKY B., 1990. Evaluation of the speciation of inorganic constituents in sediments of the Reservoir at Altenwörth of the River Danube. Arch. hydrobiol. Suppl. 84 (Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung Band 8 Heft 1), 37-72

SAGER M., PARK J.H., TAEK CHON H.T., 2007. The effect of Soil Bacteria and Perlite on Plant Growth and Soil proportion in Metal contaminated Samples. Water, Air and Soil Pollution 179, 265-281
SAGER M., ERHART E., 2016. Spurenelemente in Getreide im Zusammenhang mit mobilen Bodenfraktionen unter konventioneller bzw. biologischer Bewirtschaftung. VDLUFA Schriftenreihe 72, 143-149
SCHÜLLER H., 1969. Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 123, 48-63
TAUNTON A.E., WELCH S.A., BANFIELD J.F., 2000. Microbial controls on phosphate and lanthanide distribution during granite weathering and soil formation. Chemical Geology 169, 371-382.

Adresse der Autoren
Bioforschung Austria, Esslinger Hauptstrasse 134, A-1220 Wien; m.sager@bioforschung.at



Kein erkennbarer Zusammenhang zwischen extrahierbarem Stickstoffgehalt und Stickstoffverfügbarkeit durch Diffusion in situ

Decoupled relationship between diffusive fluxes and concentrations of nitrogen in soil

Erich Inselsbacher[1*], Hans Unterfrauner[2] & Robert Peticzka[3]

Introduction

In agricultural ecosystems, a key objective for improving the nutrient use efficiency of crops is to closely match soil nitrogen (N) supply with the plants' N demand (VITOUSEK et al. 2009). Inorganic N forms are generally considered to be the main N sources for crops, largely due to their prevalence in agricultural soils. However, there is increasing evidence that small organic N molecules, such as amino acids, might comprise an important source of N as well. Amino acid uptake has been demonstrated in all plant species studied, including crops such as barley and sugarcane (BRACKIN et al. 2015). Since plant N acquisition is often limited by soil N supply rates rather than uptake rates (LEADLEY et al. 1997), predicting the role of different N forms for crop N uptake requires knowing how much and in which form N arrives at root surfaces under field conditions. However, soil N supply rates depend on many interacting factors – biological, chemical and physical – and their estimation in the field remains a major challenge. A promising approach to face this challenge is based on microdialysis, which allows estimating diffusive N fluxes *in situ* (INSELSBACHER et al. 2011) and in contrast to other sampling techniques results can be directly related to root uptake rates (BRACKIN et al. 2015). So far, microdialysis mainly has been used to study diffusive N fluxes in natural ecosystems, while studies in agricultural fields are still scarce (BUCKLEY et al. 2020). One reason for this is that one strength of microdialysis – working at a high spatial resolution due to its small design – is a weakness when trying to assess diffusive N fluxes at scales relevant in agriculture. Soil extractions, on the other hand, are one of the most widely used approaches to estimate soil N pools at the field scale. Besides several drawbacks of soil extractions, they yield high amounts of sample, they are easy to perform, and it is possible to cover a large sampling area. Using a combination of both sampling approaches could help to gain a more realistic insight into soil N supply at a larger scale.

Material and Methods

We estimated diffusive fluxes and water-extractable NH_4^+, NO_3^- and free amino acids in an agricultural field in Lower Austria in August 2018. The soil is classified as a Gleyic Cambisol with 38% clay, 25% silt and 37% sand, a pH (H_2O) of 7.67, a C/N ratio of 8.8, a CEC_p of 1.72 $mmol_c\ kg^{-1}$ and an EC of 0.63 $mS\ cm^{-1}$. The field (2 ha area) has been used for intense corn production for the past seven years and has been fertilized annually with NH_4NO_3 at a rate of 100 kg N $ha^{-1}\ yr^{-1}$. Eleven sub-plots distributed across the entire field were chosen, keeping a minimum distance of 30±5 m from each other. At each of the eleven sub-plots, two sets of microdialsis systems were set up with 3 m between them. Dialysates were collected for 1 h and directly after microdialysis sampling, soil for water extraction was sampled to 2 cm depth in the immediate vicinity of the probes, thus providing the closest possible approximation to the estimated area sampled by the probes and allowing statistical correlation analyses (BRACKIN et al. 2015). Concentrations of NO_3^-, NH_4^+ and total free amino acids were analyzed in dialysates and extracts and correlations between diffusive N fluxes and extractable N concentrations were estimated using a linear model.

Results and Discussion

The relative contribution of different N forms to plant available N significantly differed depending on the sampling approach. In soil extracts, NO_3^- was the dominant N form (82%), followed by NH_4^+ (13%) and free amino acids (5%). *In situ* diffusive fluxes, on the other hand, were not dominated by any N form but were more evenly distributed: Fluxes of NH_4^+, NO_3^- and free amino acids contributed 38, 34 and 28% to total diffusive N fluxes, respectively (Fig. 1).

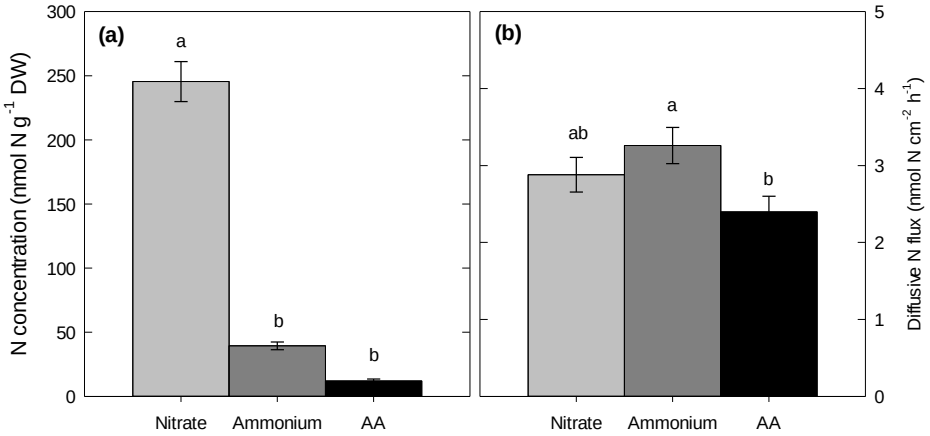


Figure 1. **Soil N concentrations (a) and diffusive fluxes (b) of nitrate, ammonium and free amino acids (AA) in an agricultural soil. Values used for calculation were concentrations of free individual N forms (nmol N g^{-1} soil DW) in soil water extracts or flux rates of individual N forms (nmol N cm^{-2} h^{-1}) estimated by *in situ* microdialysis. Bars represent means ± SE (n = 88). Lower-case letters indicate significant differences (P < 0.05) between N forms for each sampling method.**

Similar discrepancies between the relative share of N forms depending on the sampling method have been observed previously (e.g., INSELSBACHER and NÄSHOLM 2012; BRACKIN et al. 2015), indicating that the contribution of amino acids to diffusive N supply for root uptake might be underestimated in studies using soil extractions only. Spatial variations of extractable soil N concentrations and diffusive N fluxes across the entire agricultural field were highly variable for all N forms, and the variation of pools and diffusive fluxes of NO_3^-, NH_4^+ and free amino acids was higher at each subplot (up to 70% of means) than across the entire field (up to 45% of means).

We found very weak correlations between water-extractable N concentrations and diffusive N fluxes. In detail, extractable NH_4^+, NO_3^- and free amino acids explained only 8.6, 5.7 and 7.6% of the respective diffusive fluxes. Further, no significant correlation between concentrations and diffusive fluxes of total N (the sum of inorganic N and free amino acids) were found (P > 0.05), with total N concentrations explaining only 1.7% of diffusive N fluxes. In other words, high N concentrations did not automatically lead to high diffusive N fluxes, just as low N concentrations were not reflected by low diffusive N fluxes. This lack of correlation between extractable N concentrations and diffusive N fluxes may be attributed to several factors: Extracting soils has been shown to cause an overestimation of inorganic N forms, with a simultaneous underestimation of amino acids (INSELSBACHER 2014). Soil extractions reflect potentially available N pools while microdialysis acquires N in competition with soil microbes and thus reflects actual N availability in the field. Further, diffusive N fluxes are influenced by soil physicochemical and biological factors, which should be included in future studies as well. A recently presented model (McMURTRIE and NÄSHOLM 2018) could present a suitable way forward, since it allows including a range of soil physical parameters and results from microdialysis sampling can be directly used as input data.

Zusammenfassung

Die Synchronisierung der Düngung von Stickstoff (N) mit dem pflanzlichen N-bedarf ist ein Hauptziel in der intensiven Landwirtschaft. Es ist jedoch schwierig abzuschätzen, wie viel N – und in welcher Form – an den Wurzeloberflächen verfügbar ist. Mikrodialyse wurde als geeignete Technik präsentiert, diese Herausforderung zu überwinden. In dieser Studie wurde Mikrodialyse angewandt, um Diffusionsraten von N in landwirtschaftlichen Böden *in situ* zu bestimmen. Darüber hinaus wurden N-Konzentrationen im Boden durch Wasserextraktion analysiert, um verschiedene Methoden zur Messung von pflanzenverfügbarem N zu kombinieren. Konzentrationen und Diffusionsflüsse von N korrelierten jedoch nicht und unterschieden sich signifikant hinsichtlich des relativen Beitrags verschiedener N-formen zum gesamten pflanzenverfügbaren N. In Wasserextrakten war Nitrat die dominante N-form (~ 80%), während die Diffusionsraten von Nitrat, Ammonium und freien Aminosäuren ähnlich waren (38, 34 bzw. 28%). Extrahierbare Konzentrationen und Diffusionsraten von N variierten stark über die gesamte Flä-

che, mit einer höheren kleinräumigen Variabilität als über das gesamte Feld berechnet. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass Diffusionsraten von N von einem komplexen Netzwerk abiotischer und biotischer Faktoren beeinflusst werden, die Diffusion entweder direkt beeinflussen oder indirekt durch die Beeinflussung von Produktions-, Umsetzungs- oder Aufnahmeraten von N. Wir empfehlen daher die Anwendung von komplexen Modellen, die neben Diffusionsraten auch abiotische und biotische Faktoren zur Bewertung des pflanzenverfügbaren N in landwirtschaftlichen Böden integrieren können.

Abstract

Synchronizing nitrogen (N) fertilizer inputs and crop N demand is a major goal in intensive agriculture. However, assessing how much and in which form N arrives at the root surfaces remains a major challenge. Microdialysis has been introduced as a suitable technique to face this challenge and in this study, we applied microdialysis to assess *in situ* diffusive N fluxes in a temperate agricultural field. Additionally, soil N concentrations were estimated by water extractions to combine different approaches for measuring plant-available N. Concentrations and diffusive fluxes of N did not correlate and differed significantly regarding the relative contribution of different N forms to total N. Nitrate was the dominant N form (~80%) in water extracts while diffusive fluxes of NO_3^-, NH_4^+ and free amino acids were similar (38, 34 and 28%, respectively). Extractable N and diffusive N fluxes varied strongly across the entire field, with a higher variability at smaller scales. Our results suggest that diffusive N fluxes are affected by a complex network of abiotic and biotic factors, either directly controlling diffusion or indirectly by affecting soil N production and consumption rates. We therefore recommend that future efforts should be directed into including such factors in more complex modelling approaches to assess plant-available N in agricultural fields.

References

BRACKIN R, NÄSHOLM T, ROBINSON N, GUILLOU S, VINALL K, LAKSHMANAN P, SCHMIDT S, INSELSBACHER E, 2015: Nitrogen fluxes at the root-soil interface show a mismatch of nitrogen fertilizer supply and sugarcane root uptake capacity. Sci Rep 5, 15727.

BUCKLEY S, BRACKIN R, JÄMTGÅRD S, NÄSHOLM T, SCHMIDT S, 2020: Microdialysis in soil environments: Current practice and future perspectives. Soil Biol Biochem 143, 107743.

INSELSBACHER E, 2014: Recovery of individual soil nitrogen forms after sieving and extraction. Soil Biol Biochem 71, 76–86.

INSELSBACHER E, NÄSHOLM T, 2012: The below-ground perspective of forest plants: soil provides mainly organic nitrogen for plants and mycorrhizal fungi. New Phytol 195, 329-334.

INSELSBACHER E, ÖHLUND J, JÄMTGARD S, HUSS-DANELL K, NÄSHOLM T, 2011: The potential of microdialysis to monitor organic and inorganic nitrogen compounds in soil. Soil Biol Biochem 43, 1321-1332.

LEADLEY PW, REYNOLDS JF, CHAPIN FSA, 1997: A model of nitrogen uptake by Eriophorum vaginatum roots in the field: ecological implications. Ecol Monogr 67, 1–22.

McMURTRIE RE, NÄSHOLM T, 2018: Quantifying the contribution of mass flow to nitrogen acquisition by an individual plant root. New Phytol 218, 119-130.

VITOUSEK PM, NAYLOR R, CREWS T, DAVID MB, DRINKWATER LE, HOLLAND E, JOHNES PJ, KATZENBERGER J, MARTINELLI LA, MATSON PA, NZIGUHEBA G, OJIMA D, PALM CA, ROBERTSON GP, SANCHEZ PA, TOWNSEND AR, ZHANG FS (2009) Nutrient Imbalances in Agricultural Development. Science 324, 1519–1520.

Author affiliation

[1]University of Natural Resources and Life Sciences – BOKU, Department of Forest- and Soil Sciences, Institute of Soil Research, Peter-Jordan-Strasse 82, 1190 Vienna

[2]TB Unterfrauner GmbH, Erdbergstraße 10/33, 1030 Vienna

[3]University of Vienna, Institute of Geography and Regional Research, Althanstraße 14, 1090 Vienna

[*]Contact: erich.inselsbacher@boku.ac.at

Einfluss des Bodenwassergehalts auf die Funktionsfähigkeit von Mikrodialyse in Böden

Influence of soil water content on the performance of microdialysis applied in soils

Erich Inselsbacher[1*], Raphael Müller[2] & Robert Peticzka[2]

Introduction

Plant N acquisition is a complex process which is fundamentally controlled by the availability and continuous replenishment of N at the root surface, rather than bulk soil N concentrations or root uptake kinetics (LEADLEY et al. 1997). One of the major mechanisms supplying N to root surfaces is diffusion, which is fundamentally controlled by soil physicochemical and biological properties (TINKER and NYE 2000, INSELSBACHER and WANEK 2021). Since these factors also interact with each other, this sheer complexity further complicates estimating diffusive N supply in soils. One methodological approach overcoming this problem is based on microdialysis (INSELSBACHER et al. 2011). Since microdialysis integrates all factors influencing diffusion and acquires N in competition with soil microbes, it provides the best available proxy for available N at the root-scale currently available (INSELSBACHER and NÄSHOLM 2012, HOMYAK et al. 2021). However, soils are highly heterogeneous and rapid changes of physical, chemical and biological conditions not only affect diffusion but may hamper the efficiency of the microdialysis technique due to its mode of operation. Among other parameters, soil water content, especially in terms of water-holding capacity (WHC), is considered one of the most important factors controlling diffusive fluxes in soils (BUCKLEY et al. 2020). When soils dry, larger soil pores are filled with air and the aqueous phase within the soil pore space gets increasingly fragmented, thus decreasing the effective cross-sectional area available for diffusion while at the same time increasing the effective diffusion path length. Such a decrease in diffusive fluxes could be monitored easily by microdialysis, provided that low soil moisture contents are not restricting its applicability. This may be the case if perfusate is leaching out from the microdialysis membrane into surrounding soil due to a strong osmotic gradient between membrane and surrounding soil (OYEWOLE et al. 2014). While it has been suggested previously that microdialysis may be unsuitable for soils with less than 50% WHC (MIRO et al. 2010; BUCKLEY et al. 2017), this has not been studied in detail.

Material and Methods

Soil samples were collected from three agricultural fields in Lower Austria to a depth of 20 cm at ten randomly chosen spots at each field, combined to one composite sample, thoroughly mixed, sieved (< 2 mm) and homogenized. Eight soil cores from each soil (120 cores in total) were filled to obtain a bulk density of 1.3 g cm^{-3} and were maintained gravimetrically at 10%, 25%, 50%, 75% and 90% of maximum WHC. One microdialysis membrane (1 cm length, 0.5 mm outer diameter) was installed into each cylinder and sampling was carried out three times using different perfusion flow rates: At 1 µl min^{-1} dialysates were collected for 5 h, at 5 µl min^{-1} for 1 h and at 10 µl for 0.5 h, delivering 300 µl perfusate in all setups. The amount of perfusate lost through leaching to the surrounding soil was determined by weighing the collected dialysates using a microbalance (readability 1 µg). The precision of the pumps at all settings, i.e. that exactly 300 µl perfusate was delivered, was confirmed in a parallel control experiment placing membranes into distilled water instead of soils. Nitrate concentrations in dialysates were analyzed photometrically. To test the effects of WHC and perfusion flow rate on perfusate leaching and on nitrate concentrations in dialysates, one-way and two-way ANOVAs followed by Tukey's HSD post hoc test were performed.

Results and Discussion

We found that the performance of microdialysis was not limited by significant leaching of perfusate into surrounding soils, even in very dry soils (10% WHC), when using a perfusion flow rate of 5 or 10 µl min^{-1} (Fig. 1, left panel). At a perfusion flow rate of 1 µl min^{-1}, on the other hand, up to 30% (~ 90 µl) of perfusate was lost in all three soils maintained at 10% WHC. It should be noted that even at high

WHC and high perfusion flow rates an insignificant (P>0.05) amount of perfusate (~ 3-10 µl) was leaching out from a few single membranes. Therefore, we recommend controlling the volume of delivered dialysate when starting microdialysis experiments to exclude introducing errors due to perfusate leaching. It has been recommended previously that microdialysis should be performed under moist conditions of soils (70-100% WHC) and, when necessary, adjusting soil water contents to optimize its performance (BUCKLEY et al. 2017; JÄMTGÅRD et al. 2018). However, our result that no perfusate was lost at high perfusion flow rates indicate that microdialysis reliably operates in drier soils as well.

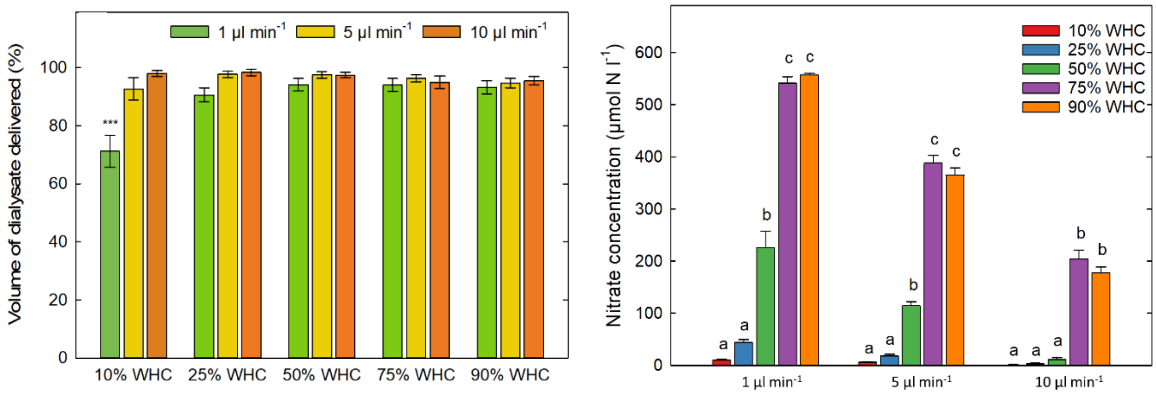


Figure 1: **Volume of dialysate delivered, expressed as percentage of initial volume of perfusate (300 µl), when microdialysis membranes were installed in soils maintained at 10, 25, 50, 75 and 90% of the maximum WHC (left panel) and nitrate concentrations in dialysates collected at perfusion flow rates of 1, 5 or 10 µl min^{-1} (right panel). Bars represent means ± SE (n = 8). Asterisks indicate significant (*** P < 0.001) differences between volumes of dialysates in treatments and controls (membranes placed in water instead of soil). Letters indicate significant differences (P < 0.05) between WHC treatments at each perfusion flow rate.**

Nitrate concentrations in dialysates were strongly affected by both WHC and perfusion flow rate (Fig. 1, right panel). Lower perfusion flow rates led to higher nitrate concentrations in dialysates, which is in line with the general functionality of microdialysis, i.e. that the recovery of a compound surrounding the membrane is inversely proportional to the perfusion flow rate (INSELSBACHER et al. 2011). More importantly, however, nitrate concentrations significantly decreased in soils maintained at WHC of 50% or lower. At the highest perfusion flow rate, nitrate concentrations were between 69 and 94% lower in soils with 50% WHC compared to soils with 90% WHC, and negligible in soils with WHC of 10 or 25% (98-99% lower compared to soils with 90% WHC). However, this does not imply that microdialysis cannot be used in dry soils. On the contrary, while microdialysis performed well, the most likely cause for the low diffusive fluxes of nitrate in the dryer soils was an increase in tortuosity because of a higher portion of air-filled pores. Diffusive fluxes of other compounds that are stronger affected by soil physicochemical properties and thus have lower effective diffusion coefficients than nitrate may already be lower in soils with WHC higher than 50%. Our results indicate, that such effects of soil water content on soil nutrient supply via diffusion can be studied well by microdialysis.

Zusammenfassung

Die Aufnahme von Stickstoff durch Pflanzen hängt weitgehend von dessen Verfügbarkeit und Nachlieferung an den Wurzeloberflächen ab. Einer der Hauptprozesse, der Stickstoff für die Wurzelaufnahme bereitstellt, ist Diffusion, die wiederum entscheidend von physikalisch-chemischen und biologischen Faktoren des Bodens beeinflusst wird. Diffusion nimmt mit abnehmendem Bodenwassergehalt ab, wodurch die Stickstoffnachlieferung durch Diffusion in trockenen Böden limitiert sein kann. Diese Limitierung könnte mit Mikrodialyse direkt gemessen werden, vorausgesetzt, dass Mikrodialyse verlässig unter trockenen Bodenbedingungen funktioniert. Daher untersuchten wir den Verlust von Perfusatlösung in drei Böden, die zwischen 10 und 90% der maximalen Wasserkapazität (WKmax) inkubiert wurden, in Abhängigkeit der Perfusionsgeschwindigkeit. Bei einer Perfusionsgeschwindigkeit von 5 µl min^{-1} oder höher funktionierte Mikrodialyse auch in trockenen Böden zuverlässig. Bei der niedrigsten Geschwindigkeit (1 µl min^{-1}) gab es jedoch signifikante Verluste an Perfusatlösung an trockene (10% WKmax) Böden. Die Nitratkonzentrationen in Dialysaten in Böden mit 50% WKmax waren deutlich reduziert und in Böden mit 10% oder 25% WKmax vernachlässigbar. Unsere Ergebnisse zeigen, dass

Mikrodialyse auch in trockenen Böden zuverlässig funktioniert und in der Lage ist, den Einfluss des Bodenwassergehalts auf die Nährstoffversorgung durch Diffusion in Böden zu bestimmen.

Abstract

Plant nitrogen (N) acquisition largely depends on the availability and constant replenishment of N at root surfaces. The main process providing N for root uptake is diffusion which is critically affected by soil physicochemical and biological factors. The effective diffusion path length increases with decreasing soil water contents thus limiting diffusive N supply in dry soils. Microdialysis could be used to measure such a limitation provided it operates reliably under dry soil conditions. To this end, we estimated losses of perfusate to three different soils maintained at 10 to 90% of maximum water-holding capacity (WHC) in dependence of perfusion flow rate. We found that microdialysis can be used in dry soils when using a perfusion flow rate of 5 µl min^{-1} or higher. At the lowest perfusion flow rate (1 µl min^{-1}), however, significant amounts of perfusate were leaching out to soils maintained at 10% WHC. Nitrate concentrations in dialysates decreased significantly in soils maintained at 50% WHC and were negligible in soils with 10 or 25% WHC. Our results show that microdialysis operates reliably even in dry soils and can monitor the effect of soil water content on soil nutrient supply via diffusion.

References

BUCKLEY S, BRACKIN R, JÄMTGÅRD S, NÄSHOLM T, SCHMIDT S, 2020: Microdialysis in soil environments: Current practice and future perspectives. Soil Biol Biochem 143, 107743.

BUCKLEY S, BRACKIN R, NÄSHOLM T, SCHMIDT S, JÄMTGÅRD S (2017) Improving in situ recovery of soil nitrogen using the microdialysis technique. Soil Biol Biochem 114:93-103.

HOMYAK PM, SLESSAREV EW, HAGERTY S, GREENE AC, MARCHUS K, DOWDY K, IVERSON S, SCHIMEL JP, 2021: Amino acids dominate diffusive nitrogen fluxes across soil depths in acidic tussock tundra. New Phytol, in press.

INSELSBACHER E, NÄSHOLM T, 2012: The below-ground perspective of forest plants: soil provides mainly organic nitrogen for plants and mycorrhizal fungi. New Phytol 195, 329-334.

INSELSBACHER E, ÖHLUND J, JÄMTGARD S, HUSS-DANELL K, NÄSHOLM T, 2011: The potential of microdialysis to monitor organic and inorganic nitrogen compounds in soil. Soil Biol Biochem 43, 1321-1332.

INSELSBACHER E, WANEK W, 2021: An unexpected source of nitrogen for root uptake: Positively charged amino acids dominate soil diffusive nitrogen fluxes. New Phytol, in press.

JÄMTGÅRD S, ROBINSON N, MORITZ T, COLGRAVE ML, SCHMIDT S (2018) Optimising methods for the recovery and quantification of di- and tripeptides in soil. Soil Res 56:404-412.

LEADLEY PW, REYNOLDS JF, CHAPIN FSA, 1997: A model of nitrogen uptake by Eriophorum vaginatum roots in the field: ecological implications. Ecol Monogr 67, 1–22.

MIRO M, FITZ WJ, SWOBODA S, WENZEL WW (2010) In-situ sampling of soil pore water: evaluation of linear-type microdialysis probes and suction cups at varied moisture contents. Environ Chem 7:123-131.

OYEWOLE OA, INSELSBACHER E, NÄSHOLM T, 2014: Direct estimation of mass flow and diffusion of nitrogen compounds in solution and soil. New Phytol 201, 1056-1064.

TINKER PB, NYE PH (2000) Solute movement in the rhizosphere. Oxford University Press Inc., New York, NY, USA

Author affiliation

[1]University of Natural Resources and Life Sciences – BOKU, Department of Forest- and Soil Sciences, Institute of Soil Research, Peter-Jordan-Strasse 82, 1190 Vienna

[2]University of Vienna, Institute of Geography and Regional Research, Althanstraße 14, 1090 Vienna

[*]Contact: erich.inselsbacher@boku.ac.at

Bodenschutzanlagen im Landschaftswasserhaushalt – Quantifizieren einer Ökosystemleistung

Windbreaks in the landscape water balance – quantifications of an ecosystem service

Thomas Weninger[1*], Simon Scheper[2,3], Alexandra Dürr[1], Karl Gartner[2], Barbara Kitzler[2], Erwin Szlezak[4], Peter Strauß[1] & Kerstin Michel[2]

Einleitung

Die agrarisch geprägte Kulturlandschaft steht unter dem Druck, eine Vielzahl von Leistungen für die Zivilisation erbringen zu müssen. Während eine zunehmend ausgeräumte Landschaft hauptsächlich Produktionsansprüche erfüllt, erhöhen Strukturelemente wie Hecken (Bodenschutzanlagen, BSA), Kleingewässer etc. das Potenzial für andere Leistungen wie Bodenschutz, Erhalt der Biodiversität oder Landschaftsästhetik. In Anbetracht der fortschreitenden Klimaänderungen und des nach wie vor zunehmendem Siedlungs- und Versiegelungsdrucks steigt die Notwendigkeit für eine ausgewogene Balance zwischen Flächeneinheitsgröße und Strukturausstattung (WBGU 2020). Bewertungen nach dem Ansatz der Ökosystemleistungen können ein wertvolles Instrument zur Beschreibung einer optimalen Strukturausstattung und zum Ausgleich der verschiedenen Leistungsansprüche sein (MARTIN et al. 2019). Hier wird die Entwicklung eines solchen Bewertungssystems am Beispiel der Bodenschutzanlagen skizziert und die Quantifizierbarkeit anhand des Wasserhaushaltes erörtert.

Als Grundlage dafür wurde vorhandenes Wissen in Form einer systematischen Literaturauswertung zusammengeführt und durch Messkampagnen auf österreichischen Feldstandorten ergänzt. Bisherige Ergebnisse aus ähnlichen Projekten zeigten, dass die geringeren Windgeschwindigkeiten auf der Leeseite von BSA zu einer Verringerung der unproduktiven Verdunstung führen und so mehr Wasser im Boden zur Verfügung steht. Durch die Kombination von Literaturstudie und Feldmessungen soll dieser Prozess für die Messstandorte besser quantifiziert werden und in einen globalen Kontext sowie im Zusammenspiel weiterer Prozesse im Landschaftswasserhaushalt eingebettet werden.

Material und Methoden

Systematische Literaturauswertung und Bewertungssystem: Ein systematischer Literaturreview wurde unter Anwendung gängiger wissenschaftlicher Methoden in der Literaturdatenbank scopus.com durchgeführt (WENINGER et al. 2021). Zur Formulierung und Klassifizierung von Ökosystemleistungen wurde das System CICES V5.1 der Europäischen Umweltagentur verwendet (HAINES-YOUNG und POTSCHIN 2018), der Review folgte dem Protokoll PRISMA (PAGE et al. 2021). Es wurden acht Ökosystemleistungsgruppen definiert: Biomasseproduktion, Biodiversität und genetische Ressourcen, Bestäubung und Schädlings- bzw. Krankheitskontrolle, Haushalt von Nähr- und Schadstoffen, atmosphärische Kreisläufe, Bodenschutzwirkung, Wasserhaushalt und kulturelle Ökosystemleistungen. Für jede Gruppe wurde die Reviewprozedur separat durchgeführt, Studien wurden ausgewählt, die wissenschaftlichen Mindestanforderungen (im Wesentlichen: nur Originalstudien, ausgewiesene Replikation, Reproduzierbarkeit, Beinhalten einer Kontrollmessung ohne BSA) genügten und anhand dieser wurde der Grad und die Datengrundlagen des wissenschaftlichen Konsens oder Dissens ermittelt und beschrieben. Außerdem wurden quantitative Analysen durchgeführt zur globalen Verteilung der Studien, der zeitlichen Entwicklung der Forschungstätigkeit und der Unterschiede zwischen den Gruppen.

Darauf basierend wird ein Bewertungssystem entwickelt, das anhand von Feld- und WebGIS-Daten ermöglicht, verschiedene BSA reproduzierbar zu beschreiben und ihren Entwicklungs- beziehungsweise Ausprägungsstatus zu erfassen. Aus der Literaturrecherche werden Zielstadien für die einzelnen Ökosystemgruppen definiert und aus den aufgenommenen Daten kann ein Zielerfüllungsgrad ermittelt werden. Das Grundkonzept besteht darin, weitgehend objektiv bestimmbare Indikatoren über wissenschaftlich basierte Transferfunktionen zu Zielerfüllungswerten für jede Ökosystemleistung zu verknüpfen, die

von der Anwenderin subjektiv interpretiert und kombiniert werden können. Designkriterien dieses Bewertungssystems sind die Differenzierbarkeit zwischen einzelnen BSA sowie eine breite Anwendbarkeit sowohl in wissenschaftlichen Studien als auch durch interessierte Laien.

Monitoring Wasserhaushalt: An zwei Standorten im niederösterreichischen Marchfeld (Groß-Enzersdorf/Raasdorf, Rutzendorf) wurden im Winter 2019/20 Messungen von Kleinklima und Bodenwasserhaushalt installiert und gestartet (Tabelle 1). Die BSA sind im Schnitt acht Meter hoch und SW-NO orientiert, das heißt normal zur vorherrschenden Windrichtung (NW). Zusätzlich wurden in der Vegetationsperiode 2021 periodische Transektmessungen des gravimetrischen Profilwassergehalts (0 – 50 cm) in den BSA und in den Entfernungen 0 m, 3 m, 10 m, 20 m, 30 m und 50 m durchgeführt.

Tabelle 1: **Zusammenstellung der Messeinrichtungen an beiden Monitoringstandorten**

Entfernung von BSA	Messgeräte
2 x Bestandeshöhe (2 H), Leeseite	1 x Anemometer METER ATMOS 22 – Windgeschwindigkeit und -richtung in 1 m Höhe 4 x Bodenwassergehaltsensor METER TEROS 21 – volumetrischer Bodenwassergehalt und Bodentemperatur, je 2 x in 5 cm und 20 cm Tiefe
6 x Bestandeshöhe (6 H), Leeseite	wie 2 H
Von BSA unbeeinflusster Bereich bzw. Luvseite (Referenz)	2 x Anemometer METER ATMOS 22 – Windgeschwindigkeit und -richtung in 1 m und 10 m Höhe 4 x Bodenwassergehaltsensor METER TEROS 21 – volumetrischer Bodenwassergehalt und Bodentemperatur, je 2 x in 5 cm und 20 cm Tiefe 1 x Niederschlagsmesser METER ECRN-100 in 1 m Höhe 1 x Lufttemperatur- und -feuchtesensor METER ATMOS 14 in 2 m Höhe

Ergebnisse und Diskussion

Bei den systematischen Suchläufen in scopus.com wurden 6193 Publikationen gefiltert, davon 5633 anhand von Titel und Abstract ausgeschlossen und 560 Volltexte auf ihre Relevanz geprüft. Schlussendlich erfüllten 224 Publikationen die Kriterien und wurden in die Analyse einbezogen. Der oft als am stärksten beschriebene und am belastbarsten abgesicherte Effekt ist die positive Wirkung von BSA auf den Bodenschutz, das heißt den Schutz des Bodens vor Erosion durch Wasser und Wind (Abbildung 1). Der Einfluss von BSA auf die Biodiversität wird durchwegs positiv bewertet, die Datengrundlage auf diesem Gebiet ist jedoch überraschend schwach. Die deutlichsten Wissenslücken bestehen in der Rolle von BSA für den Wasserhaushalt und auch für die landwirtschaftlichen Erträge aus den BSA und den angrenzenden Kulturen. Hier spielen regionale Unterschiede im Klima und den vorherrschenden Anbauformen eine besonders große Rolle und bewirken eine starke Variabilität der Ergebnisse (WENINGER et al. 2021).

Die einbezogenen Studien zum Wasserhaushalt behandelten eine Vielzahl von verschiedenen Prozessen der Wasserkreisläufe auf unterschiedlichen Skalen. Eine relativ große Anzahl von Arbeiten untersuchte den Bodenwasserhaushalt unter und knapp an den BSA. Es zeigte sich, dass BSA in feuchten Regionen mehr transpirieren als die angrenzenden Grünland- oder Ackerkulturen und so ein größeres Speichervo-

lumen im Starkregenfall bereithalten können. In trockeneren Gebieten werden teils negative Auswirkungen durch Wasserkonkurrenz im unmittelbaren Umfeld beobachtet, jedoch auch erhöhte Wasservorräte auf der Leeseite durch eine Verminderung der unproduktiven Verdunstung von Ackerkulturen. In diesem Zusammenhang wird vereinzelt auf eine erhöhte Taubildung und das Phänomen der hydraulischen Pumpe verwiesen, die Dimension dieser Prozesse ist jedoch noch unklar. In unserer Literaturstudie wurde zudem nur eine sehr beschränkte Auswahl an Studien analysiert, da durch die Ausschlusskriterien viele Arbeiten weggelassen werden mussten. In Österreich gibt es bereits einige ähnliche Arbeiten (graue Literatur), die den Wasserhaushalt im Bereich von BSA untersuchten und vor allem den erwähnten Gewinn an verfügbarem Wasser im Leebereich zeigten, auch durch Schneeakkumulation (z.B. GERERSDORFER et al. 2009, STAHR 2017).

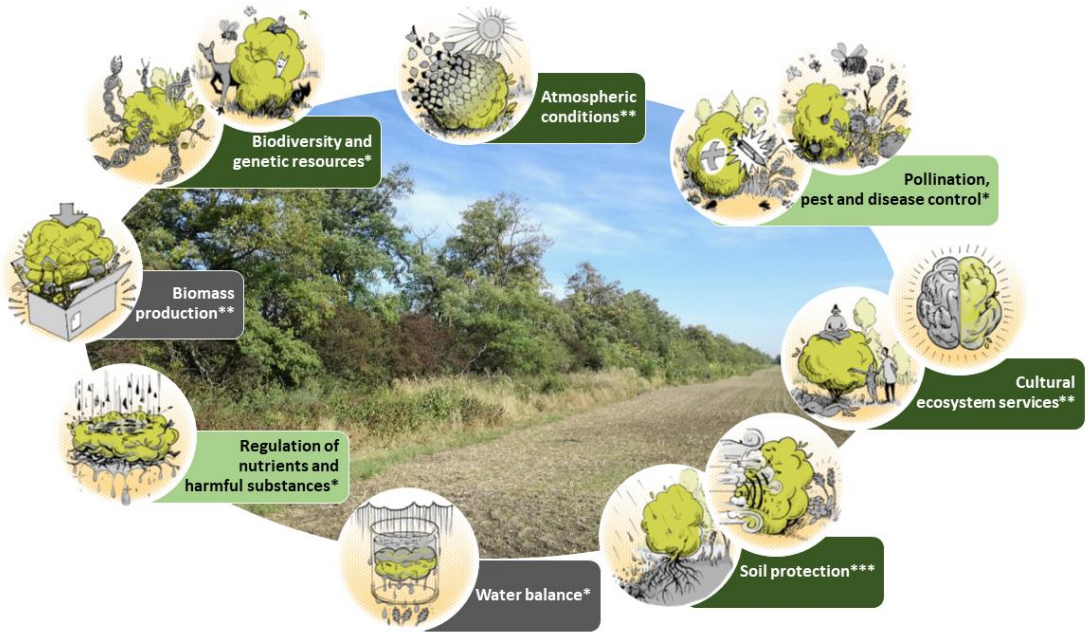


Abbildung 1: **Illustrative Darstellung der Ergebnisse der Literaturstudie für die verschiedenen Ökosystemleistungsgruppen. Die Farbe des Textfeldes zeigt die Ausprägung des Effektes von BSA auf die betreffende Gruppe: grün = positiv, grau = neutral oder unbekannt. Die Sterne zeigen das Ausmaß der Datengrundlage für die Abschätzung des Effektes und des wissenschaftlichen Konsenses: *** umfassende Datengrundlage, * geringe Datengrundlage. Aus WENINGER et al. 2021, Rechte bei den AutorInnen.**

Aus den Messungen des Bodenwassergehalts sind bis zum jetzigen Zeitpunkt keine systematischen Muster erkennbar (Abbildung 2). Dies widerspricht zwar der Hypothese (höherer Wasservorrat bei geringerer Distanz von der Hecke), ist jedoch durchaus im Einklang mit Ergebnissen aus der internationalen Literatur. Die Messungen werden weitergeführt und tiefergehend analysiert. So sind zum Beispiel der Einfluss der Großwetterlage auf die Windabschattung nicht zu vernachlässigen und Event basierte Analysen können weitere Einblicke bringen.

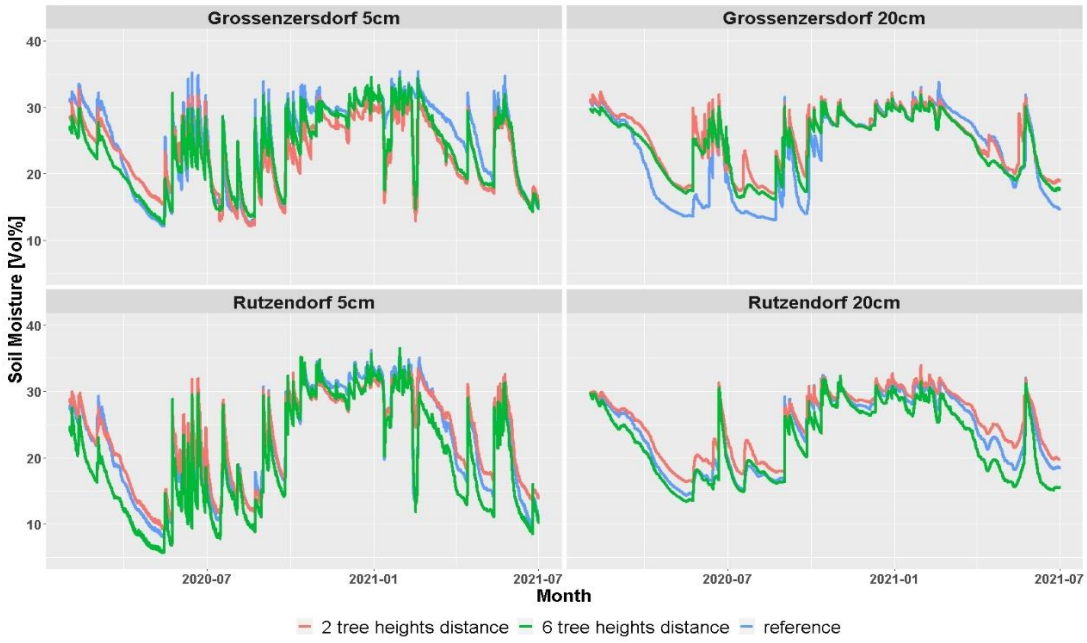


Abbildung 2: Zeitreihen des volumetrischen Bodenwassergehaltes an den Messstellen laut Tabelle 1.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Frage, ob BSA im Untersuchungsgebiet den Wasserhaushalt der angrenzenden Kulturen negativ oder positiv beeinflussen nur bedingt beantwortbar ist und noch weiterer Bemühungen bedarf. Im Zuge dieses und verwandter Projekte werden die Messungen laufend ausgebaut und um Modellierungsanwendungen erweitert. In Verbindung mit dem angesprochenen Bewertungssystem soll eine Wissensbasis entstehen, die zielgerichtete Einschätzungen über die Entwicklung von Ökosystemleistungen in der Landschaft treffen lässt.

Zusammenfassung

Die vielfältigen Effekte von Strukturelementen wie Bodenschutzanlagen in agrarisch geprägten Landschaften sind zu einem unterschiedlichen Grad bekannt und geschätzt. Vor allem dem Landschaftswasserhaushalt kommt im sommerwarmen Osten Österreichs eine immer bedeutendere Rolle zu. In einem systematischen Review von internationaler Literatur wurde ein umfassendes Bild über die verschiedenen Ökosystemleistungen erarbeitet, die Bodenschutzanlagen in der Landschaft erfüllen. Die gesamte Breite der relevanten Ökosystemleistungen wurde auf acht repräsentative Ökosystemgruppen zusammengefasst und unter Einhaltung von etablierten Richtlinien zur Durchführung von systematischen Literaturrecherchen wurden Informationen zum Effekt von Bodenschutzanlagen auf diese gesammelt. Daraus folgend wurde der wissenschaftliche Konsens oder Dissens in den einzelnen Forschungsgebieten erörtert. Während die Bodenschutzwirkung klar und belastbar positiv beschrieben wird, lassen die Daten zum landwirtschaftlichen Ertrag oder zu Wasser- und Nährstoffkreisläufen keine eindeutigen Schlüsse zu. Hier liegen die wesentlichen Wissenslücken, die durch weitere, vor allem regionale Untersuchungen geschlossen werden sollten. Ein Messansatz zum Bodenwasserhaushalt in Abhängigkeit von der Entfernung zur Bodenschutzanlage wird ebenfalls vorgestellt. Die Messreihen aus eineinhalb Vegetationsperioden liefern jedoch noch keine systematischen Muster im Verlauf des Bodenwassergehaltes. Das Zusammenfließen von weiteren Monitoringergebnissen und tiefergehenden Literaturanalysen soll im nächsten Schritt in ein Bewertungssystem zu den Ökosystemleistungen von Bodenschutzanlagen eingearbeitet werden.

Abstract

The manifold effects of structural elements in rural landscapes, like windbreaks, are known and appreciated to a variable degree. Especially the landscape water balance will be of rapidly increasing im-

portance in the summer-warm region in the East of Austria. A systematic review of peer-reviewed literature was conducted to develop a comprehensive picture of different ecosystem services of windbreaks in rural landscapes. The whole range of relevant ecosystem services was condensed to eight ecosystem service bundles and information about the effects of windbreaks was collected following established guidelines for systematic literature reviews. Based on that, the scientific consensus or dissensus in the different research fields was described. While the soil protection effect of windbreaks was the most positive and most robustly researched, the results in fields like yield patterns and water or nutrient balances were less clear.

Danksagung

Die Flächen zur Installation der Messeinrichtungen wurden dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt von der BOKU-Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf und den Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften, Standort Fuchsenbigl. Die Arbeiten erfolgten im Zuge des Projekts EROWIN, gefördert durch das Förderprogramm ACRP des Klima- und Energiefonds Österreich (KR18AC0K14642).

Literatur

GERERSDORFER T, EITZINGER J, RISCHBECK P 2009: Simulation of Crop Yield Near Hedgerows under Aspects of a Changing Climate: An Austrian Attempt. In: Utset A (ed), Climate Variability, Modeling Tools and Agricultural Decision-Making, Nova Publishers, New York, 321-330.
HAINES-YOUNG R, POTSCHIN MB 2018. Common international classification of ecosystem services (CICES) V5.1 and guidance on the application of the revised structure. Erhältlich unter: http://www.cices.eu.
MARTIN EA, DAINESE M, CLOUGH Y, …, STEFFAN-DEWENTER I 2019: The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. Ecology Letters 22, 1083-1094.
PAGE MJ, MCKENZIE JE, BOSSUYT PM, …, MOHER D 2021: The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 372, 71.
STAHR M 2017: Einfluss einer Hecke auf das angrenzende Mikroklima und die Ertragswirksamkeit bei Sommergerste im ökologischen Landbau im Marchfeld der Vegetationsperiode 2016. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
WENINGER T, SCHEPER S, LACKÓOVÁ L, KITZLER B, GARTNER K, KING NW, CORNELIS W, STRAUSS P, MICHEL K 2021: Ecosystem services of tree windbreaks in rural landscapes – a systematic review. Environ Res Letters, in press.
WBGU – WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN 2020: Landwende im Anthropozän: Von der Konkurrenz zur Integration. WBGU Eigenverlag, Berlin.

Adressen der AutorInnen

[1] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, 3252 Petzenkirchen

[2] Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien

[3]Dr. Simon Scheper, Forschung | Beratung | Lehre, Eickhorst 3, 29413 Dähre, Deutschland

[4]NÖ Agrarbezirksbehörde, Fachabteilung Landentwicklung, Landhausplatz 1, St. Pölten

[*] Ansprechpartner: Thomas Weninger, thomas.weninger@baw.at

Ergebnisse einer Stakeholderbefragung zur Entwicklung agrarmeteorologischer Prognosen als Maßnahmenunterstützung im österreichischen Ackerbau

Results of a stakeholder survey for the development of agro-meteorological forecasting software

Marlene Palka[1*], Ahmad M. Manschadi[1] & Josef Eitzinger[2]

Einleitung

Die Folgen des Klimawandels stellen vermehrt Herausforderungen für die Landwirtschaft dar. Witterungsbedingungen entsprechen immer öfter nicht mehr dem Durchschnitt der vergangenen Jahre und können Wachstum, Entwicklung und schließlich Nährstoffbedarf von Ackerkulturen sowohl reduzieren als auch steigern (z. B. IPCC 2014, RAY et al. 2019). Gegenwärtig basiert die pflanzenbauliche Praxis allerdings weitgehend auf empirischen Ansätzen, die sich an durchschnittlichen Vegetationsperioden und durchschnittlichem Pflanzenwachstum orientieren (BMLFUW 2017). Während diese durchschnittliche Bewirtschaftungspraxis in der Vergangenheit relativ erfolgreich war, erfordern die zunehmende Klimavariabilität und sich schnell ändernde sozioökonomische Bedingungen ein pflanzenbauliches Management, das stärker saisonspezifisch ausgerichtet ist. Saisonale Wettervorhersagen bieten dabei die Möglichkeit, die Witterung so früh vorherzusagen, dass die Vorteile günstiger und die Nachteile weniger produktiver Saisonen berücksichtigt werden können. Simulationsmodelle dienen als Hilfsmittel, um solche Wetterprognosen in ackerbauliche Informationen von größerer praktischer Relevanz - sei es das Risiko für Krankheits- oder Schädlingsbefall, die Wahrscheinlichkeit für Extremwetterschäden oder der Nährstoffbedarf der Pflanzen - als Unterstützung für landwirtschaftliche Entscheidungen zu übersetzten (EITZINGER et al. 2013, EBRAHIMI et al. 2016, RODRIGUEZ et al. 2018). Als Verknüpfung dieser beiden Komponenten können agrometeorologische Prognosen angesichts einer verstärkten Klimavariabilität zur Entscheidungsunterstützung zum Einsatz kommen. Im Rahmen des ACRP-Projektes "AGROFORECAST" wurde daher eine Umfrage unter österreichischen LandwirtInnen durchgeführt, wo und wie agrometeorologischen Prognosen als Maßnahmenunterstützung im Ackerbau hilfreich sein können und welche Ansprüche PraktikerInnen an solche Prognosen haben.

Material und Methoden

Basierend auf allgemein anerkannten Befragungsmethoden (DILLMAN et al. 2014, WMO 2000) wurde ein Online-Fragebogen mit 32 Hauptfragen und 42 dazugehörigen Unterfragen in 5 thematischen Abschnitten entwickelt. Die 5 Abschnitte betrafen 1) "Allgemeine Betriebsdaten", 2) "Nutzung von Wetterdaten", 3) "Standortklima", 4) "Übersetzung in agrometeorologische Prognosen" und 5) "Schlussfragen".
Der Fragebogen wurde in einem iterativen Prozess mit ExpertInnen entwickelt, getestet und angepasst. Der finale Fragebogen wurde als Link über das Online-Befragungstool „LimeSurvey“ durch VertreterInnen der österreichischen Landwirtschaftskammer, einen Facebook-Link des Ökosozialen Forums und persönliche Kontakte verbreitet. Teilnehmende wurden zu Beginn der Befragung außerdem aufgefordert, den Umfragelink an BerufskollegInnen weiterzuleiten. Eine vollständige Beantwortung des Fragebogens nahm ca. 20 Minuten in Anspruch. Insgesamt nahmen 232 LandwirtInnen anonym an der Umfrage teil. Die davon 137 vollständigen Antworten wurden für die weitere Analyse verwendet. Die restlichen 95 Antworten wurden aufgrund unvollständiger Angaben nicht weiter berücksichtigt.

Ergebnisse und Diskussion

Zu Beginn der Befragung wurden die LandwirtInnen gefragt, ob sie auf ihrem Betrieb mit hohen Ertragsschwankungen zu kämpfen haben und was sie als Grund für diese Schwankungen sehen. Von 65 % der Befragten, die hohe Ertragsschwankungen auf ihren Betrieben angaben, nannten 61 % der LandwirtInnen Witterungsbedingungen als Hauptgrund. 31 % nannten Schädlinge, gefolgt von Unkräutern, Bodenfruchtbarkeit und Krankheiten. Obwohl insgesamt 93 % der Befragten eine Witterungsveränderung an Ihrem Betriebsstandort wahrnahmen, änderten nur 61 % die pflanzenbauliche Bewirtschaftung

entsprechend. LandwirtInnen änderten dabei hauptsächlich ihre Bodenbewirtschaftung (83 %), Aussaat (77 %), Kulturwahl und Erntezeitpunkt (je 74 %) sowie Fruchtfolge und Sortenauswahl (72 %).
Weiters wurden die LandwirtInnen gefragt, ob bzw. welche Art von Wetterdaten sie für welche Managemententscheidungen berücksichtigen. Dabei wurden Wettervorhersagen deutlich häufiger berücksichtigt (90 %) als Wetteraufzeichnungen (41 %). Die Befragten bevorzugten bei Wettervorhersagen kürzere Vorhersagezeiträume und bei Wetteraufzeichnungen langfristige Mittelwerte und Daten aus der vorherigen Vegetationsperiode. Diejenigen LandwirtInnen, die keinerlei Wetterdaten für ihre pflanzenbaulichen Managemententscheidungen berücksichtigten, gaben am häufigsten an, dass persönliche Erfahrungen das Wetter betreffend ausreichen (55 %). Als andere Gründe wurden kein Zugriff (16 %), unverständliche Inhalte (10 %), keine Zeit (4 %) oder die Tatsache, dass Wetterdaten nicht nützlich sind (4 %), genannt.
Ein großer Teil der Umfrage konzentrierte sich auf das Bedürfnis und die Bereitschaft, agrarmeteorologische Prognosen als Maßnahmenunterstützung zu nutzen. Die meisten Befragten waren daran interessiert, Instrumente zur Schätzung von Wetterrisiken (72 %), Schädlings- und Krankheitsrisiken (66 %) und optimalen Düngungsmengen (58 %) und -zeitpunkten (55 %) zu nutzen. An agrarmeteorologischen Vorhersagen die Ertragsentwicklung (48 %), optimale Bewässerungsmengen (23 %) und -zeitpunkte (19 %) betreffend waren die Befragten hingegen weniger interessiert. Unabhängig von Prognose und Maßnahme waren wöchentliche Informationen in elektronischer Form über eine mobile App oder als E-Mail am interessantesten.

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass zwischen den Auswirkungen des Klimawandels und entsprechenden Anpassungsmaßnahmen im österreichischen Ackerbau weitgehend eine Diskrepanz besteht. Trotz stark wahrgenommenen Witterungsveränderungen und deren Beitrag zu Ertragsschwankungen passte ein großer Teil der Befragten ihr pflanzenbauliches Management nicht entsprechend an bzw. gingen viele LandwirtInnen davon aus, dass die eigenen Erfahrungen ausreichend sind. Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Nutzung von agrometeorologische Prognosen zur Unterstützung eines saisonspezifischen ackerbaulichen Managements in Österreich beitragen kann. Aus Sicht der LandwirtInnen waren vor allem unterstützende Prognosen in den Bereichen interessant, die aus ihrer Sicht am stärksten zu Ertragsschwankungen beitragen: Witterungsbedingungen, Schädlingsbefall und und Nährstoffbedarf/Bodenfruchtbarkeit. Weiters wird deutlich, dass qualitativ hochwertige und aussagekräftige Wetterinformationen für österreichische LandwirtInnen leichter zugänglich gemacht und deren Inhalte verständlich und praxisrelevant aufbereitet werden sollten (LEMOS et al. 2012).

Zusammenfassung

Um mit den Herausforderungen einer verstärkten Klimavariabilität im österreichischen Ackerbau besser umzugehen, können agrometeorologische Prognosen als Entscheidungsunterstützung zum Einsatz kommen. Agrometeorologische Prognosen haben durch die Verknüpfung Wettervorhersagen mit Simulationsmodellen für Pflanzenwachstum und -entwicklung, Schädlings- und Krankheitsbefall oder Extremwetterschäden das Potenzial, Produktionsbedingungen und Pflanzenwachstum und -entwicklung, die vom Durchschnitt abweichen, früh zu erkennen und pflanzenbauliche Maßnahmen entsprechend den erwartenden Bedingungen anzupassen. Im Rahmen des ACRP-Projektes "AGROFORECAST" wurde daher eine Umfrage unter österreichischen LandwirtInnen durchgeführt, wo und wie agrometeorologischen Prognosen als Maßnahmenunterstützung hilfreich sein können und welche Ansprüche PraktikerInnen an solche Prognosen haben. Dabei wurde herausgefunden, dass LandwirtInnen besonders an unterstützenden Prognosen in den Bereichen interessiert, die aus ihrer Sicht am stärksten zu Ertragsschwankungen beitragen: Witterungsbedingungen, Schädlingsbefall und Nährstoffbedarf/Bodenfruchtbarkeit. Die Ergebnisse der Befragung zeigen außerdem die Diskrepanz zwischen den Auswirkungen des Klimawandels und entsprechenden Anpassungsmaßnahmen im österreichischen Ackerbau auf und unterstreichen, dass in diesem Bereich ein Verbesserungsbedarf besteht.

Abstract

In order to overcome the challenges associated with climate change in Austrian arable farming systems, agrometeorological forecasts come in as promising tools to support season-specific decision-making. By linking weather forecasts with simulation models for plant growth and development, pest and disease infestation or extreme weather damage, agrometeorological forecasts have the potential to anticipate

growing conditions and respective crop growth and development early enough and to adapt agronomic measures accordingly. Within the ACRP project "AGROFORECAST", a survey was conducted among Austrian farmers to understand where and how agrometeorological forecasts can support agronomic decision-making in Austria and to identify end-user demands regarding such forecasts. Farmers were particularly interested in forecasts regarding those factors that -from the farmers' point of view- mostly contribute to yield fluctuations: prevailing weather conditions, pest infestation and nutrient requirements/soil fertility. The results of the survey also demonstrate an existing discrepancy between climate change effects and respective adaptation action in Austrian arable farming, and underline the need for improvement in this regard.

Danksagung

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung des österreichischen Klima- und Energiefonds, der das Projekt AGROFORECAST über das “Austrian Climate Research Programme (ACRP)”, Klimafonds-Nr. KR18AC0K14640, fördert.

Literatur

BMLFUW, 2017: Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. Wien, Österreich, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

DILLMAN DA, SMYTH JD, CHRISTIAN LM, 2014: Internet, phone, mail, and mixed mode surveys: The tailored design method, 4th ed. Hoboken, John Wiley & Sons Inc, New Jersey, USA.

EBRAHIMI E, MANSCHADI AM, NEUGSCHWANDTNER RW, EITZINGER J, THALER S, KAUL HP, 2016: Assessing the impact of climate change on crop management in winter wheat - A case study for Eastern Austria. Journal of Agricultural Science, 154(7), 1153-1170.

EITZINGER J, TRNKA M, SEMERÁDOVÁ D, THALER S, … ŽALUD Z, 2013: Regional climate change impacts on agricultural crop production in Central and Eastern Europe - Hotspots, regional differences and common trends. Journal of Agricultural Science, 151(6), 787-812.

IPCC, 2014: AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

LEMOS M, KIRCHHOFF C, RAMPRASAD V, 2012: Narrowing the Climate Information Usability Gap. Nature Climate Change 2, 789–794.

RAY DK, WEST PC, CLARK M, GERBER JS, PRISHCHEPOV AV, CHATTERJEE S, 2019: Climate change has likely already affected global food production. PloS one, 14(5), e0217148.

RODRIGUEZ D, DE VOIL P, HUDSON D, BROWN JN, HAYMAN P, MARROU H, MEINKE H, 2018: Predicting optimum crop designs using crop models and seasonal climate forecasts. Scientific reports, 8(1), 2231.

WMO, 2000: Guidelines on Performance Assessment of Public Weather Services. Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenbau, Konrad-Lorenzstraße 24, 3430 Tulln

[2] Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Meteorologie und Klimatologie, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien

[*] Ansprechpartnerin: Marlene Palka MSc., marlene.palka@boku.ac.at

Verwendung des Strahlungstransfermodells PROSAIL zur Bestimmung von Bestandesparametern in Weizen

Application of the radiative transfer model PROSAIL for estimation of canopy parameters in wheat

Lukas Koppensteiner[1*], Reinhard Neugschwandtner[1], Sebastian Raubitzek[2], Philipp Weihs[3], Thomas Neubauer[2], Helmut Wagentristl[4], Andreas Gronauer[5] & Hans-Peter Kaul[1]

Einleitung

Strahlungstransfermodelle (engl. Radiative Transfer Models, RTMs) beschreiben die Interaktion zwischen Sonnenstrahlung und Pflanzenbeständen (MONTEITH 1965). RTMs zeichnen sich durch eine gute Generalisierbarkeit und einen geringen Kalibrierungsaufwand aus. Weiters erlauben RTMs die Nutzung sämtlicher verfügbarer Spektraldaten (BERGER et al. 2018).
Ziel dieser Studie war es, LAI und Chlorophyllgehalte von Weizen (*Triticum aestivum*) auf Basis der Inversion des RTMs PROSAIL mit einem Künstlichen Neuronalen Netz (KNN) zu bestimmen.

Material und Methoden

Das RTM PROSAIL berechnet die spektrale Reflexion von Pflanzenbeständen (400 bis 2500 nm in 1 nm Schritten) basierend auf 16 Inputparametern (Abbildung 1).

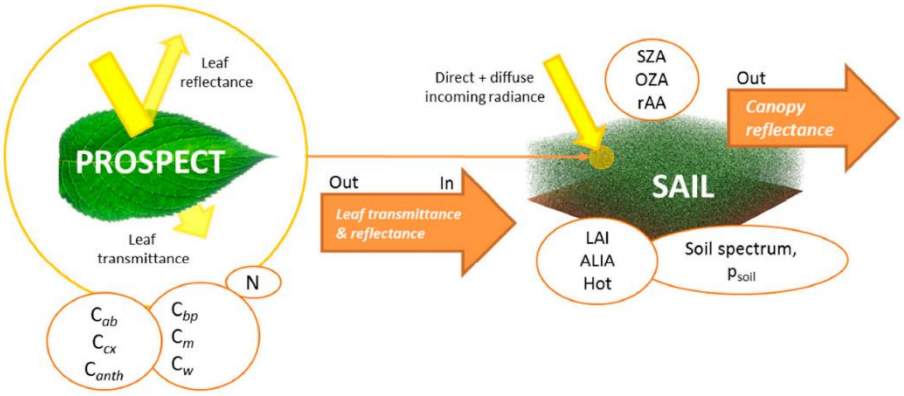


Abbildung 1: **Berechnung der spektralen Reflexion von Pflanzenbeständen mithilfe des PROSPECT + SAIL Modells (PROSAIL) (BERGER et al. 2018). N (Blattstrukturindex), C_{ab} (Chlorophyllgehalt a + b), C_{cx} (Carotinoidgehalt), C_{anth} (Anthocyangehalt), C_{bp} (braune Pigmente), C_m (Trockenmassegehalt), C_w (Wassergehalt), LAI, ALIA (durchschnittlicher Blattneigungswinkel), Hot (hot spot Parameter), ρ_{soil} (Bodenreflexion), SZA (Sonne Zenith Winkel), OZA (Beobachter Zenith Winkel), and rAA (relativer Azimuth Winkel zwischen Sonne und Sensor).**

Ein Datensatz von 10000 Beobachtungen wurde simuliert. Jede Beobachtung besteht aus einem zufälligen Set von PROSAIL-Inputparametern, die aus uniformen Verteilungen innerhalb der für Weizen spezifischen Grenzwerte von DANNER et al. (2017) gezogen wurden. Die Reflexionen der Beobachtungen wurden mit dem RTM PROSAIL berechnet. Der Datensatz wurde in einen Training- und einen Test-Datensatz im Verhältnis 9:1 geteilt.
Ein vorläufiges KNN bestehend aus drei dense Layers (je 128 Neuronen, ReLU Activation Function) wurde erstellt. Als Loss Function wurde „Mean Absolute Error“ (MAE) gewählt. Der verwendete Optimizer war der Adaptive Optimization Algorithm „Adam“. Trainingsepochen wurden auf max. 500 gesetzt, wobei Early Stopping angewendet wurde, um eine Überanpassung zu verhindern. Für die Erstellung des KNNs wurde eine vorhandene Keras Implementierung in Python verwendet.
Das KNN wurde mit dem simulierten Test-Datensatz und Feldversuchsdaten evaluiert. Messungen zu Bestandesreflexion (FieldSpec Handheld 2, ASD Inc.), LAI (AccuPAR LP-80, Meter Group Inc.) und Stickstoffkonzentration grüner Blätter wurden im Rahmen eines Weizenfeldversuches mit Herbst- und Frühjahrsaussaat sowie unterschiedlichen Stickstoffdüngestufen (0, 50, 100, 150 und 200 kg N ha^{-1}) an

der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf der BOKU 2019/20 durchgeführt. Da der im Feldversuch verwendete Spektralsensor Daten von 400 bis 1075 nm in 1 nm Schritten lieferte, wurde die bei der Erstellung des KNNs verwendete spektrale Auflösung entsprechend angepasst.

Ergebnisse und Diskussion

Gemessener und geschätzter LAI auf Basis des simulierten Test-Datensatzes variierten in großem Umfang (Abbildung 2, links). Der Zusammenhang basierend auf einem Polynom 2. Ordnung zeigte ein hohes R^2 (0.81), aber der lineare Zusammenhang war schwach (nicht dargestellt) und MAE war hoch (1.05, Mittel: 3.94). Der Grund dafür war die Reduktion der spektralen Auflösung gemäß des im Feldversuch verwendeten Spektralsensors (400 bis 1075 nm). Ein vergleichbares KNN unter Verwendung der erweiterten spektralen Auflösung von 400 bis 2500 nm lieferte einen guten linearen Zusammenhang und einen niedrigen MAE (nicht dargestellt).
Die geschätzten Chlorophyllgehalte stimmten mit den gemessenen Chlorophyllgehalten im simulierten Test-Datensatz sehr gut überein (Abbildung 2, rechts). Ausreißer traten aufgrund von extremen Inputparameterwerten auf, z.B. SZA = 90.

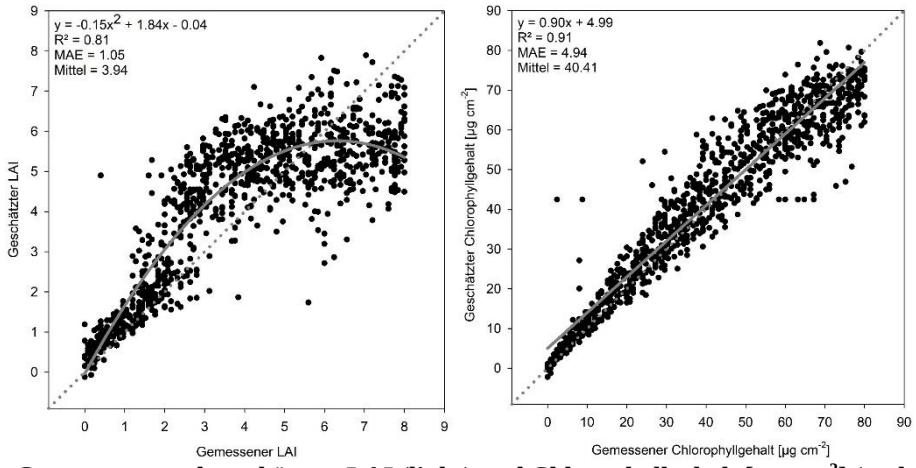


Abbildung 2: **Gemessener und geschätzter LAI (links) und Chlorophyllgehalt [µg cm^{-2}] (rechts) auf Basis des simulierten Test-Datensatzes.**

Tabelle 1: **Analyse der Schätzungen von LAI und Stickstoffkonzentrationen grüner Blätter (N%) auf der Basis von Feldversuchsdaten**

Datum	Herbstaussaat					Frühjahrsaussaat				
	BBCH	LAI			N%	BBCH	LAI			N%
		Mittel	MAE	R^2	R^2		Mittel	MAE	R^2	R^2
09.03.2020	23				0.39					
23.03.2020	24				0.00					
06.04.2020	30	1.58	0.71	0.89	0.69					
20.04.2020	32	1.92	1.94	0.86	0.63					
04.05.2020	45	2.51	1.37	0.94	0.76	30	0.30	0.74	0.26	0.01
17.05.2020	59	2.88	0.22	0.97	0.85	37	0.77	0.48	0.22	0.14
01.06.2020	77	2.85	0.48	0.94	0.80	51	1.30	0.24	0.50	0.02
15.06.2020	85	2.27	0.35	0.96	0.80	71	1.80	0.21	0.92	0.70

Die Ergebnisse der Feldversuchsdaten in Tabelle 1 zeigen, dass die LAI-Schätzungen von Winterweizen generell hohe R^2-Werte (April bis Juni), zunächst hohe MAE-Werte (April bis Anfang Mai) und später niedrige MAE-Werte (Mitte Mai bis Juni) ergaben. Die systematischen Abweichungen (hohe MAE-Werte) der LAI-Schätzungen bis Anfang Mai können durch die niedrige Bodenbedeckung früh in der Saison erklärt werden. Hier kam es zu Störeffekten durch den Einfluss des Bodens auf die gemessene spektrale Reflexion. N%-Schätzungen in Winterweizen zeigten im Laufe der Saison steigende R^2-Werte. Geschätzte LAI- und N%-Werte für Sommerweizen ergaben niedrige R^2-Werte von Mai bis Anfang Juni und hohe R^2-Werte Mitte Juni. Je besser die geschätzten LAI-Werte waren (hohes R^2), desto besser waren auch die geschätzten Chlorophyllgehalte (Tabelle 1).

Dieses vorläufige KNN liefert vielversprechende Schätzungen für LAI und Chlorophyllgehalt in Weizen. Ziele der weiteren Arbeiten sind: Anpassung der spektralen Auflösung, Entfernen der Beobachtungen mit extremen Inputparametern, Verbesserung der KNN-Struktur und Testung des KNNs mit umfangreichen Feldversuchsdaten.

Zusammenfassung

Strahlungstransfermodelle (engl. Radiative Transfer Models, RTMs) beschreiben die Interaktion zwischen Sonnenstrahlung und Pflanzenbeständen. RTMs sind gut generalisierbar, haben einen geringen Kalibrierungsaufwand und erlauben die Nutzung sämtlicher verfügbarer Spektraldaten. Auf Basis des RTMs PROSAIL wurde ein Datensatz simuliert. Mit diesem Datensatz wurde ein Künstliches Neuronales Netz (KNN) trainiert und getestet. Zur weiteren Evaluierung wurden Daten eines Weizenfeldversuches mit Herbst- und Frühjahrsaussaat und unterschiedlichen Stickstoffdüngestufen verwendet. Dieses vorläufige KNN lieferte vielversprechende Schätzungen zu LAI und Chlorophyllgehalt in Weizen, vor allem in späten Phasen der Saison, wenn die Bodenbedeckung hoch war. In Zukunft werden wir den Simulationsdatensatz, die verwendete spektrale Auflösung und die KNN-Struktur optimieren sowie unser KNN mit umfangreichen Feldversuchsdaten testen.

Abstract

Radiative Transfer Models (RTMs) describe the interaction of solar radiation and vegetation canopy. RTMs generalize well, have low calibration needs and allow the use of all available spectral information. A dataset was simulated based on the RTM PROSAIL. With this dataset, an Artificial Neural Network (ANN) was trained and tested. For further evaluation, a dataset from a field experiment with autumn and spring sown wheat and different nitrogen fertilization levels was used. Resulting LAI and chlorophyll content estimations for wheat were promising, especially in later phases during the season, when soil cover was high. In future, an optimization of the simulated dataset, the applied spectral resolution as well as the ANN-structure and a test of the ANN with extensive field experimental data are planned.

Literatur

BERGER K, ATZBERGER C, DANNER M, D'URSO G, MAUSER W, VUOLO F, HANK T, 2018: Evaluation of the PROSAIL Model Capabilities for Future Hyperspectral Model Environments: A Review Study. Remote Sens. 10, 85-110.

DANNER M, BERGER K, WOCHER M, MAUSER W, HANK T, 2017: Retrieval of Biophysical Crop Variables from Multi-Angular Canopy Spectroscopy. Remote Sens. 9, 726-746.

MONTEITH JL, 1965: Light Distribution and Photosynthesis in Field Crops. Ann. Bot. 29, 17-37.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenbau, Konrad-Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln an der Donau

[2] Technische Universität Wien (TU Wien), Fakultät für Informatik, Institut für Information Systems Engineering, Favoritenstraße 9-11, A-1040 Wien

[3] Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Meteorologie und Klimatologie, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

[4] Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf, Schloßhofer Straße 31, A-2301 Groß-Enzersdorf

[5] Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien

[*]Ansprechpartner: DI Lukas Koppensteiner, lukas.koppensteiner@boku.ac.at

Pflanzenschutz-Warndienst, Prognosemodelle und Monitorings für ausgewählte Krankheiten und Schädlinge im Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau sowie in der Imkerei, in Österreich

Plant protection - alert service, prediction models and monitoring for selected diseases and pests on crop farming, vegetable gardening, fruit growing, viticulture and honey been in Austria

Vitore Shala-Mayrhofer

Einleitung

Der Pflanzenschutz-Warndienst bietet Entscheidungshilfen mittels Prognosemodelle und Monitoringkarten für insgesamt 64 ausgewählte Pflanzenpathogene, davon sind es 25 Pilze, 35 Schädlinge, 3 Virosen und eine bakterielle Krankheit, die im Ackerbau (Getreide, Mais, Raps, Kartoffel, Zuckerrübe), Gemüsebau (Erbsen, Bohnen, Paprika, Tomaten, Salate, Zuckermais, Melanzani, Artischocken, Knoblauch), Obstbau (Kern- und Steinobst, Hopfen), Weinbau und bei der Biene auftreten und Schaden verursachen. Die Minimierung und Reduzierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln, die Produktion von qualitativ hochwertigen Produkten, als auch Kosteneinsparungen sowie die Effizienzsteigerung in der Pflanzenproduktion werden dadurch positiv, nachhaltig beeinflusst und stehen im Vordergrund dieser Serviceleistung. Die Onlineplattform Pflanzenschutz-Warndienst (www.warndienst.at) wird österreichweit kulturübergreifend, kostenlos und firmenunabhängig seit dem Frühjahr 2015 angeboten.

Material und Methoden

Zur Berechnung der Prognosemodelle werden Einflussparameter: Witterung (Luft- und Bodentemperatur, Luftfeuchtigkeit, Blattnässe, Windgeschwindigkeit und Niederschlag) und Produktionssysteme (Sorte, N-Düngung, Saatzeit, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung) einbezogen. Die Monitorings erfolgen mittels Licht-, Pheromon- und Köderfallen und fanden, je nach Schaderreger und Fragestellung täglich, wöchentlich oder alle zwei Wochen (HANN et al. 2019, MAYER et al. 2018, SHALA-MAYRHOFER und PLANK 2019) statt. Die aus eigenen Beobachtungen sowie aus Prognosemodellen resultierenden Daten wurden ausgewertet und in Form von Warnmeldungen der Praxis zeitnah online auf warndienst.at zur Verfügung gestellt (SHALA-MAYRHOFER 2018). Folgende Schaderreger standen im Mittelpunkt der Monitorings / Prognosen:

Ackerbau: Getreide (Winterweizen, Wintergerste, Sommergerste, Winterrrogen, Triticale, Ausfallgetreide): *Septoria tritici* und *Septoria nodorum*; *Ramularia*, *Rhynchosporium*, Braunrost, Gelbrost, Zwergrost, Blattdürre (*Drechslera-tritici-repentis* – DTR), Mehltau, Halmbruch, Schneeschimmel (*Microdochium nivale*), Gerstengelbverzwergungsvirosen (BYDV), Getreidegelbverzwergungsvirus (CYDV), Weizenverzwergungsvirus (WDV) und Gerstenverzwergungsvirus (BDV). Zusätzlich wurde bei Getreide das Prognosemodell zu Berechnung der Entwicklungsstadien anhand Aussaattermine bei Winterweizen, Winterroggen, Triticale und Wintergerste angeboten.

Kartoffel: Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*), Dürrfleckenkrankheit – (*Alternaria sp*.) und Drahtwürmer (*Agriotes lineatus* / *proximus*, *A. obscurus*, *A. sordidus* / *rufipalpis*, *A. sputator*, *A.* ustulatus).

Raps: Frühjahr und Herbst (Kohlschotenmücke, Kohlschotenrüssler, Rapsglanzkäfer und Stängelrüssler, Erdflöhe).

Zuckerrübe (in Kooperation mit der Agrana): Blattfleckenkrankheiten (*Cercospora beticola*, Falscher Mehltau, *Ramularia* und Rost) und Schädlinge im Rahmen eines EIP-Projektes (Rübenerdfloh, Blattläuse, Schwarze Bohnenblattlaus, Grüne Pfirsichblattlaus).

Mais: Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*), Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*) und Mykotoxine (Deoxynivalenol, Zearalenon, Moniliformin und Aflatoxine).

Gemüsebau: Leguminosen (Erbse, Ackerbohne): Blattläuse: Grüne Erbsenblattlaus, Schwarze Bohnenlaus, Grüne Pfirsichblattlaus und Nanovieren (*Pea necrotic yellow dwarf virus* (PNYDV)).

Paprika, Tomaten, Salate, Bohnen, Artischocke, Mais, Zierpflanzen: Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera*).
Knoblauch: Knoblauchgallmilben
Obstbau: Kernobst: Feuerbrand, Apfelschorf, Obstbaumkrebs, Apfelgraslaus, Apfelsägewespe, Apfelwickler, Birnblattsauger, kleiner Fruchtwickler, mehlige Apfelblattlaus, Obstbaumspinnmilbe, Pfennigminiermotte und Pfirsichwickler.
Steinobst: kleiner Fruchtwickler, Obstbaumspinnmilbe, Pfirsichwickler, Pflaumenwickler, Frostspanner, Birnenknospenstecher und Steinobstknospenstecher.
Hopfen: Falscher Mehltau
Weinbau: Falscher- und Echter Mehltau, Schwarzfäule, Amerikanische Rebzikade und Kirschessigfliege
Bienengesundheit: Biene: Varroa-Milbe

Ergebnisse und Diskussion

Der Anspruch der Konsumenten gesunde, gehaltvolle Lebensmittel, die möglichst nachhaltig produziert werden zu konsumieren ist ständig steigend. Die Produktion landwirtschaftlicher Kulturpflanzen ist unter freiem Himmel nicht nur den Klima- und Witterungsverhältnissen ausgesetzt, darüber hinaus sind die Kulturen von der Saat bis zur Ernte einer Vielzahl von Schadfaktoren ausgesetzt, unter denen sowohl Mikroorganismen als auch tierische Schädlinge eine große Rolle spielen. Sie verursachen spürbare Schäden, die zu Qualitätsminderungen und Ertragseinbußen führen.
34 hochwertige Prognosemodelle und 58 Monitoringkarten im Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau sowie im Bereich Bienenschutz für 64 ausgewählte Schaderreger konnten im Rahmen des Projektes „Pflanzenschutz-Warndienst“ angeboten werden. Das Projekt verbindet die Bereiche Forschung, Wissenschaft, Technik, Produktion, Beratung und Bildung und informiert unsere landwirtschaftlichen Produzenten über das Auftreten von Schaderregern rechtzeitig, kostenlos und österreichweit auf www.warndienst.at.
Die Anzahl der Zugriffe auf diesem Serviceportal steigt stetig, was die Zuverlässigkeit und die Bedeutung der Angebote bestätigt (Tab. 1.). In der zurückliegenden Saison 2020 registrierte der beim Ländlichen Fortbildungsinstitut (LFI) angesiedelte Dienst bereits 628.000 Zugriffe.

Tabelle 1: **Zugriffszahlen auf den Online-Plattform Pflanzenschutz-Warndienst, spartenübergreifend, von 2015 bis 2020**

Jahre	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Zugriffe	45.000	60.000	503.880	511. 931	620.184	628.000

Ende Februar/Anfang März wurde mit dem Monitoring von Frühjahrschädlingen bei Raps begonnen. Im weiteren Saisonverlauf starteten die Warnhinweise für Blattkrankheiten bei Winter- und Sommergetreide (Braunrost, DTR, Gelbrost, Mehltau, und *Septoria* bei Weizen und Winterroggen oder Netzflecken, *Ramularia*, *Rhynchosporium* und Zwergrost bei Gerste). Im März/April setzte das Kartoffelmonitoring von Drahtwürmern mittels Pheromon- und Köderfallen ein und ab Mai/Juni das *Alternaria* und *Phytophthora*-Monitoring samt Prognosemodell für *Phytophtora* (inklusive Optimierung der Kupfer-Anwendung). In Kooperation mit der Agrana wurde das Monitoring auch für Blattkrankheiten (ab Juni) und Schädlinge (ab April) in der Zuckerrübe angeboten. Im Juni / Juli folgten die Warnhinweise zu Maiszünsler und Maiswurzelbohrer, und ab September war der Stand der Mykotoxine-Vorerntemonitorings zur Belastung mit DON, ZEA, FUM, AFLA in Mais online abrufbar (https://warndienst.lko.at/acker+2500++1071892).
Für den Gemüsebau fanden ab Mitte Mai das Monitoring des Baumwollkapselwurms (https://warndienst.lko.at/baumwollkapselwurm+2500++1073643+6619) sowie die Überwachung der Blattläuse als Nanovirenvektoren in Leguminosen (https://warndienst.lko.at/blattlaeuse+2500++1073225+6569) statt. Berichte zur Knoblauchgallmilben wurden veröffentlicht. Durch den Obstbauwarndienst wurden

Prognosemodelle zur Darstellung des Infektionsrisikos für Apfelschorf und Feuerbrand-Blüteninfektionen sowie Monitorings von Schädlingen u. a.: Apfelblütenstecher, Apfel-, Pflaumen- und Pfirsichwickler, kleiner Fruchtwickler, Fruchtschalenwickler, Kirschessigfliege, Kirschfruchtfliege, Apfel-Minimiermotten und Schalenwickler angeboten (https://obstwarndienst.lko.at/1085/Oesterreich). Der Rebschutzdienst lieferte die Prognose über zu erwartende Infektionsereignisse bei Echtem und Falschem Mehltau, Schwarzfäule und Schwarzholz während der Insect-Watch Warnhinweise zu Traubenwickler, Amerikanischer Rebzikade und Kirschessigfliege lieferte (https://rebschutzdienst.at/). Der Warndienst für Bienengesundheit bot den heimischen Imkerinnen und Imkern die Möglichkeit, eine betriebsindividuelle Befallsprognose und Monitoring für die Varroa-Milbe zu erstellen und daraus Empfehlungen für die Behandlung abzuleiten (https://www.bienengesundheit.at/).

Zusammenfassung

Seit dem Frühjahr 2015 bieten die Landwirtschaftskammern in Kooperation mit der AGES den Pflanzenschutz-Warndienst für 64 Schaderreger (Krankheiten und Schädlinge) in den Sparten Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau sowie auch für die Biene kulturübergreifend und bundesweit an (www.warndienst.at). Die Prognosemodelle, die für Österreich angepasst und angewendet werden, sind international anerkannte und seit Jahren etablierte Modelle. Durch regelmäßige Beobachtungen direkt am Feld oder mittels Fallenfängen bzw. Probenuntersuchungen bieten unsere Online-Monitoringkarten wichtige Informationen, Empfehlungen und Warnungen über die aktuelle Situation der Pflanzengesundheit. Das trägt zu einer optimalen Terminierung von Pflanzenschutzmaßnahmen, zu Kosteneinsparung und zu einer Effizienzsteigerung in der Pflanzenproduktion bei. Auch Umweltbelastungen und die damit verbundene Rückstandsproblematik können dadurch minimiert werden. Im Jahr 2020 wurden auf der Webseite: www.warndienst.at 628.000 Zugriffe registriert.

Abstract

Since spring of the year 2015 the Austrian Chambers of Agriculture in cooperation with AGES offered an alert service for 64 pathogens (diseases and pests) in the areas of crop farming, vegetable gardening, fruit growing, viticulture and honey been across all crops and nationwide (www.warndienst.at). The used forecasting models are internationally renowned and have been well established for years. Due to observations which are carried out directly on the field on a regular basis or via trapping or sampling our online monitoring maps offer important information, recommendations and warnings on the current situation of plant health. Via our alert service, we aim to inform farmers about incidences of diseases and pests in time based on national or regional monitoring and forecasting systems. This contributes to an optimal timing of plant protection measures, to cost reduction and to an increase of efficiency in plant production. Thusly also environmental contamination and the related issue of residues can be reduced. In 2020 the website: www.warndiens.at counted 628.000 visits.

Literatur

HANN P, KAMPTNER A, WECHSELBERGER K, SHALA-MAYRHOFER V, 2019: Drahtwurm in Kartoffeln: Erste Monitoring-Ergebnisse im Jahr 2019 in Österreich. Der Pflanzenarzt 11-12, 72, 21-23.
MAYER J, MORAWETZ L, SHALA-MAYRHOFER V, RUBINIGG M, 2018: Varroawarndienst – das Werkzeug zu Ihrer Unterstützung bei der Varroabekämfung. Bienen aktuell 4, 17-19.
SHALA-MAYRHOFER V, PLANK M, 2019: Viruskrankheiten bei Ausfallgetreide: Aktuelle Situation und Ausbreitung im Jahr 2019. Der Pflanzenarzt 11-12, 72, 24-25.
SHALA-MAYRHOFER V, 2018: Kulturübergreifend – kostenlos – unabhängig: Pflanzenschutz-Warndienst: Startbereit für die Saison 2018. Der Pflanzenarzt 3, 71, 11-12.

Adresse der Autorin

Landwirtschaftskammer Österreich. Schauflgergasse 6, 1015 Wien.

*Ansprechpartnerin: DI Dr. Vitore Shala-Mayrhofer, v.shala-mayrhofer@lk-oe.at