BERICHT

ALVA - Jahrestagung 2004

zum Thema

"Klimawandel -
Auswirkungen auf Umwelt und Agrarproduktion"

17. bis 19. Mai 2004
im Bildungshaus der Jesuiten, Kardinal-König-Haus
Wien

Organisation

Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich
Vorsitzender: Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien
Vorsitzender Stellvertreter: Dr. Michael Dachler, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien

Impressum

Herausgeber
Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher
Versuchsanstalten in Österreich (ALVA)

Vorsitzender
Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan

Für den Inhalt verantwortlich
die Autoren

Redaktion
Claudia Toifl
DI Johannes Hösch

Druck, Verlag und © 2004
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Spargelfeldstrasse 191
A-1226 Wien

ISSN 1606-612X

Inhaltsverzeichnis

Ist Österreich auf Kyoto-Kurs? **7**
HELMUT HOJESKY 7

Die Landwirtschaft im globalen und regionalen Klimawandel **8**
HELGA KROMP-KOLB 8

Phänologie ein Bio-Indikator für den Klimawandel **12**
ELISABETH KOCH, HELFRIED SCHEIFINGER 12

Global Change: Katastrophe oder Chance für Land- und Forstwirtschaft **15**
HARALD R. BOLHÀR-NORDENKAMPF & MARGIT H. MEISTER 15

Klimawandel und Wald **20**
HARALD MAUSER 20

Mögliche Einflüsse einer Klimaveränderung auf den Weinbau **21**
HANS R. SCHULTZ 21

Die Auswirkung der Klimaänderung auf den Weinbau in der Region "Bergland" **23**
H. GARTNER 23

Phytopathologische Risiken für den Weinbau durch Klimaänderung **27**
MICHAEL MAIXNER 27

Klimatische Bedingungen für die Pflanzenproduktion in Österreich **29**
OTMAR HARLFINGER 29

Klimawandel und Wetterextreme die Auswirkungen auf die Landwirtschaft **34**
JOSEF STROBLMAIR 34

Die Auswirkung der Klimaänderung auf den Bodenwasserhaushalt und die Erträge im Marchfeld - eine Simulationsstudie **37**
ELMAR STENITZER & JOHANNES HÖSCH 37

Der Waldboden als Kohlenstoffsenke – Vorräte und Vorratsänderungen. **41**

Probleme und Möglichkeiten der Quantifizierung. **41**
FRANZ MUTSCH & ROBERT HACKER 41

Bodenbewirtschaftung und Erosionsschutz mit Witterungsextremen **45**
FRANZ XAVER HÖLZL 45

Einfluss unterschiedlicher Bodennutzungssysteme auf ausgewählte Bodenparameter und den Bodenwasserhaushalt im semiariden Produktionsgebiet Österreichs **49**
PETER LIEBHARD, HELMUT WAGENTRISTL, GOTTFRIED BESENHOFER & GERNOT BODNER 49

BaPS – eine neue Methode zur Analyse der Temperaturabhängigkeit von Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsraten in Böden **53**
ANDREAS BOHNER, MATTHIAS KANDOLF & MARTINA SCHINK 53

Bodenkundliche Methoden in der Archäologie am Beispiel der Keltengräber in Rassing (NÖ) **57**
HOBEL ASTRID 57

Einsatz von Bodenzusatzstoffen zur Immobilisierung von Schwermetallen am Standort Arnoldstein (Kärnten) **59**
JOHANNES FRIEDL, WOLFGANG FRIESL; OTHMAR HORAK & H.MARTIN GERZABEK 59

Neue düngemittelrechtliche Bestimmungen in Österreich und der EU **61**
MICHAEL DACHLER 61

Auswirkungen DMPP-haltiger Dünger (ENTEC®-Dünger) auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Reben und Obst **65**
REINHARDT HÄHNDEL, WOLFRAM ZERULLA 65

Ökologische und pflanzenbauliche Effekte des Nitrifikationsinhibitors DMPP (ENTEC®) **69**
WOLFRAM ZERULLA, GREGOR PASDA, & ALEXANDER W. WISSEMEIER 69

Stickstoff- und Bor-Düngung beim Ölkürbis **72**
WERNER HÖFLER 72

Regionale Klärschlammverwertung – Auswirkung auf Umwelt und Landwirtschaft **77**
HORST MÜLLER, HANNES STOCKINGER 77

Einfluss unterschiedlicher Kultursubstrate und Pflanzenarten auf Pflanzenwachstum und Sickerwasseranfall bei der Schliessung von Deponien und Abbauflächen (Gefäßversuch) **80**
PETER LIEBHARD, KARIN WRIESSNIG & MARKUS RAUCHECKER 80

Auswirkungen der Klimaveränderung auf den Reifeverlauf von Reben **84**
KARL BAUER 84

Einfluss des Terroirs auf Rebe und Wein **88**
ADEL FARDOSSI & INGRID STIERSCHNEIDER 88

Erkenntnisse und Perspektiven des Reifeprognoseprojektes im Weinbau **90**
REINHARD EDER, VERONIKA SCHOBER, MARIO KARNER, ALFRED ROSNER & WALTER BRANDES 90

Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenbehandlungen **94**
LOTHAR WURM & KARL PIEBER 94

Prüfung von Marillensorten im pannonischen Klimagebiet **99**
ANDREAS SPORNBERGER 99

Neues aus dem Futtermittelrecht **103**
HERBERT WÜRZNER 103

Ein zweistufiges Verfahren zur in –vitro Imitation der Verdauung **107**
MANFRED SAGER 107

Vergleich von NRC- und GfE-Bedarfsnormen in der Hühnermast **111**
ZEH NANDA, F. ERTL, MARTINA PASCHER, STEPHANIE HANDL, R. LEITGEB 111

Häufig auftretende Verbesserungsmaßnahmen bei Akkreditierungsaudits **113**
EDMUND BENETKA 113

Anabolikaverunreinigungen in Sportnahrung **116**
EDMUND BENETKA 116

Neben- und Spurenelemente in Fleisch und Innereien **118**
MANFRED SAGER 118

Klimawandel: Neue Unkräuter in Österreich **122**

Ambrosie, Samtpappel, Erdmandelgras **122**
SABINE FERTSAK 122

Abhängigkeit der Kolbenfusariose von der Bodenkontamination mit *Fusarium* spp. und Bewirtschaftungsfaktoren **126**
MANFRED BÜCHTER, MARC LEMMENS & HANS-PETER KAUL 126

Behandlung von Maisernterückständen gegen Fusarien und DON-Gehalt von Winterweizen **130**
ANDREAS ADLER, RICHARD ÖHLINGER, PETER HANSLMAYR, JOSEF MAYRHAUSER & H. LEW 130

Verschiebung im *Fusarium*-Artenspektrum bei österreichischen Körnerfrüchten **135**
SANDRA BRUNNER & ANDREAS ADLER 135

Auswirkungen des Klimawandels auf das Krankheitsauftreten anhand ausgewählter Beispiele **138**
GOTTFRIED BESENHOFER & GERHARD BEDLAN 138

Zoonose-Erreger bei Geflügel im Lichte der Klimaverschiebung **142**
GABRIELE ROMANEK 142

Ausbreitung von Zoonose-Erregern im Bereich der Milchproduktion und –vermarktung durch geänderte Klimabedingungen **144**
ARMIN DEUTZ 144

Auswirkungen geänderter Witterungsbedingungen auf das landwirtschaftliche Versuchswesen **149**
CLEMENS KRÜPL 149

Kulturpflanzen im Klimawandel: I. Einfluss erhöhter CO_2-Konzentration und Temperatur (+3 °C) auf Photosynthese und Wasserhaushalt von *Triticum durum* L. **153**
RITA B. LINKE, H. R. BOLHÀR-NORDENKAMPF, MARGIT H. MEISTER & ERWIN PFUNDTNER 153

Kulturpflanzen im Klimawandel Teil II: Einfluss erhöhter CO2-Konzentration und Temperatur (+3 °C) auf Ertrag und Qualität von Triticum durum L. **158**
ERWIN PFUNDTNER, RITA LINKE, GEORG DERSCH, MANFRED MAZOREK, KARIN BÖHM 158

Szenarien für die Grünlandwirtschaft und den Futterbau nach Trockenjahren 162
KARL ZARZER 162

Auswirkungen der Erderwärmung auf die Maisreife 165
JOSEF HINTERHOLZER 165

Ausgewogene Nährstoffversorgung - Auswirkungen auf die Stressanfälligkeit (Kälte, Trockenheit, Krankheiten) der Pflanzen 168
GEORG DERSCH 168

Die Anwendung der Subsample-Methode bei der Quantifizierung von gentechnischen Verunreinigungen in Saatgut 175
CHRISTIAN BRANDES, RUPERT HOCHEGGER 175

Ertrag und Futterwert dreier Maissorten in zwei Extremjahren 177
WALTRAUD HEIN & LEONHARD GRUBER 177

Nichtparasitäre Blattverbräunungen (NBV) und Ramularia-Nekrosen bei Gerste: Verbreitung, Schadwirkung, Sorteneinfluss und Gegenmaßnahmen 181
MICHAEL OBERFORSTER 181

Einfluss von Sorten, Saatstärken, Netzschwefelbehandlungen auf den Ertrag und die Qualität von biologischem Winterrroggensaatgut 186
DAGOBERT EBERDORFER, WERNER HÖFLER & JOSEF PFERSCHER 186

Minimalbodenbearbeitung und Erosionsschutz in Niederösterreich 191
JOSEF ROSNER, ELISABETH ZWATZ, ANDREAS KLIK 191

Ursachen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen von ökosystem- und klimarelevanten Gasen aus der Landwirtschaft. 195
ALFRED PÖLLINGER 195

Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Betrieben und Geruchsausbreitung; Erhebungs- und Bewertungsmethoden sowie Fallbeispiele aus diversen Gebieten Österreichs 200
ANDREAS AMANN 200

Ertragsmischungen, rasch wirksame Einsaaten für geschädigte Futterwiesen ? 203
JOHANN HUMER 203

Modellierung als Instrument zur Optimierung des Zwischenfruchtbaus 206
GERNOT BODNER, MANFRED BÜCHTER, PETER LIEBHARD & HANS-PETER KAUL 206

POSTER 210

Produktion und Verwertung von Panicum- und Setaria-Hirse in Österreich 210
MICHAEL OBERFORSTER 210

Ist Österreich auf Kyoto-Kurs?

HELMUT HOJESKY

Eine Kurzfassung liegt der Tagungsmappe bei.

Autor

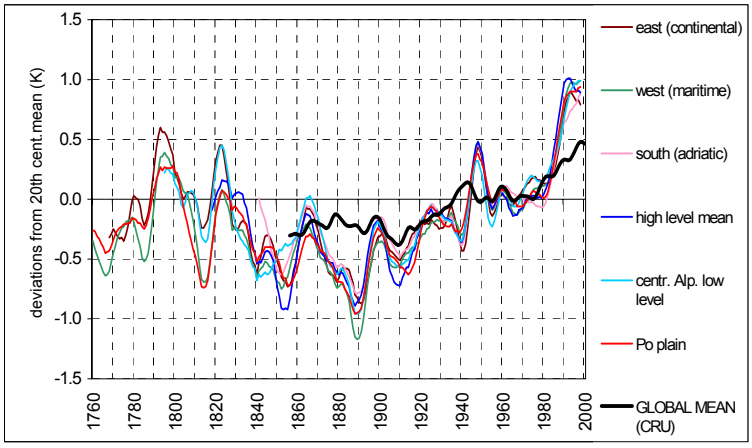
Dr. Helmut HOJESKY, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Leiter für Immissions- und Klimaschutz, Stubenbastei 5, A- 1011 WIEN, e-mail: Helmut.Hojesky@lebensministerium.at

Die Landwirtschaft im globalen und regionalen Klimawandel

HELGA KROMP-KOLB

Der beobachtete Klimawandel

In den letzten Jahren ist immer deutlicher geworden, dass eine Änderung des Klimas weltweit stattfindet. Die Temperatur ist im letzten Jahrhundert im globalen Mittel um etwa 0,6°C gestiegen ist, wobei dieser Anstieg der rascheste der letzten 1000 Jahre ist, und die erreichten Temperaturen die höchsten in diesem Zeitraum sind [IPCC 2001]. Im Alpinen Raum stieg die Temperatur um rund 1,8°C, wobei alle Höhenlagen betroffen sind [Böhm et al. 1998]. Auch die Niederschlagssummen haben sich verändert - es wird eine Zunahme der Niederschläge in den mittleren und hohen Breiten der Nordhemisphäre festgestellt, wobei dies mit häufigerem Auftreten von Starkniederschlägen einhergeht [IPCC 2001, ÖGM 2003]. Im Alpinen Raum trifft dies zum Teil für den westlichen Bereich zu, im südalpinen Raum und im Osten Österreichs ist hingegen eher ein Rückgang der Niederschlagsmengen festzustellen.



Temperaturanalysen 1760 – 2000 im Rahmen des EU-Projektes ALP-IMP 2003 ergeben für den gesamten Alpenraum eine ziemlich einheitliche Entwicklung mit einer wesentlich deutlicheren Erwärmung in den letzten 100 Jahren (bis zu 2°C) als im globalen Mittel (0,6°-0,8°C), das z.B. viel stärker von der dämpfenden Wirkung der Ozeane geprägt ist. [Auer 2003]

Die meisten Gletscher weisen starke Rückgänge auf, Skilifte oder Lawinenverbauungen, die in Permafrostböden verankert sind, verlieren an Stabilität. Das Frühjahr beginnt in Mitteleuropa schon etwa 2 Wochen früher als im Mittel vor 30 Jahren [Deutscher Wetterdienst 2002].

Der Meeresspiegel ist im letzten Jahrhundert vor allem wegen der Wärmeausdehnung des Wassers um 10 bis 20 cm gestiegen, und der Anstieg scheint sich zu beschleunigen [IPCC 2001].

Weltweit ist die Versicherungswirtschaft über die Zunahme der volkswirtschaftlichen Schäden durch Naturkatastrophen, wie unter anderem Stürme und Überschwemmungen, beunruhigt. Nach Erhebungen der Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft sind diese Schäden im Jahrzehnt 1990-1999 gegenüber 1960-1969 inflationsbereinigt um den Faktor 8,6 auf rund 600 Mrd. EURO angestiegen, wobei aber sicherlich auch Effekte wie zunehmende Besiedlung und Bebauung gefährdeter Gebiete zur Schadensexplosion wesentlich beigetragen haben [ÖGM 2003].

Ursachen des Klimawandels

Die Erklärung der sehr raschen Erwärmung des letzten Jahrhunderts setzt in erster Linie bei der Änderung der Zusammensetzung der Atmosphäre an: Die CO2-Konzentration in der Atmosphäre, die sich seit mindestens 400.000 Jahren zwischen ca. 180 und 280 ppm bewegt hat, liegt heute bei 360 ppm [IPCC 2001], d.h. ca. um eine Bandbreite höher, als die Schwankungen während der letzten vier Eis- und Warmzeiten. Dieser Anstieg geht primär auf die Aktivitäten des Menschen zurück, vor allem das Verbrennen fossiler Brennstoffe, sei es zur Erzeugung von Raum- und Prozesswärme, zur Fortbewegung (Verkehr) oder zur Bereitstellung höherwertiger Energieformen (z.B. Strom). Aber auch andere Aktivitäten, etwa im Bereich der Landwirtschaft (z.B. Mineraldüngung, Reisanbau, tiefes Pflügen), die Tierhaltung oder das Roden von Urwäldern liefern beachtliche Beiträge. Etwa die Hälfte

dieses CO2 verbleibt in der Atmosphäre, der Rest wird anderen Medien gespeichert. Die anthropogenen Emissionen betragen derzeit jährlich rund 30 Mrd. Tonnen. Daneben trägt der Mensch auch zum Anstieg der Konzentrationen anderer sogenannter Treibhausgase (Methan, Lachgas, FCKWs, Ozon) bei.

Durch die steigende Konzentration an CO2 und anderen Treibhausgasen, d.h. an Gasen, welche die kurzwellige Strahlung der Sonne weitgehend ungehindert durchlassen, die längerwellige Ausstrahlung der Erde aber absorbieren (Treibhauseffekt), steht dem Klimasystem zunehmend mehr Energie zur Verfügung. Der bisherige quasi Gleichgewichtszustand zwischen eingestrahlter und abgestrahlter Energie ist daher gestört.

Nach den derzeit besten Modellen läge ohne die menschlichen Aktivitäten, insbesondere ohne die Treibhausgasemissionen, die globale Temperatur heute um etwa 1 Grad niedriger, mit leicht fallender Tendenz. Das IPCC folgert daraus, dass die starke Erwärmung der letzten Jahrzehnte zu einem wesentlichen Teil auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist [IPCC 2001].

Zukunftsszenarien

Mit globalen Klimamodellen lässt sich auch abschätzen, wie die zukünftige Entwicklung aussehen wird: je nachdem, wie erfolgreich die Reduktionsmaßnahmen für Treibhausgase sind, ist mit einer globalen Temperaturerhöhung von 1,3 – 5,8°C in den nächsten 100 Jahren zu rechnen [IPCC 2001]. Die Änderungen des Niederschlages und anderer Klimagrößen, wie etwa Bewölkung und Windstärke, sind räumlich differenzierter und werden als weniger gesichert angesehen.

Die große Bandbreite der projizierten Temperaturänderungen erklärt sich etwa zur Hälfte aus den Unsicherheiten der Zukunftsszenarien menschlicher Aktivitäten, zur Hälfte aus den noch immer bestehenden Schwächen der Klimamodellierung. Es müssen unter anderem die Effekte von Wolken und atmosphärischen Partikeln in der Atmosphäre, das ozeanische Strömungssystem sowie die Rolle der Ökosysteme im Klimageschehen noch wesentlich besser verstanden werden.

Für Österreich ergeben Regionalisierungen der globalen Modelle Temperaturzunahmen von bis zu 3 °C in den nächsten 50 Jahren [Formayer et al. 2003].

Zu Überraschungen kann das Verhalten der Meeresströmungen (z.B. Golfstrom) beitragen. Ihre Abschwächung, wie sie in einigen Modellrechnungen simuliert wird, kann u.a. den Wärmetransport in die höheren Breiten der Nordhemisphäre verringern, was beispielsweise in Europa sogar eine Abkühlung bringen kann. Dieser sogenannte „abrupte Klimawandel“ wird allerdings nicht vor 2100 erwartet.

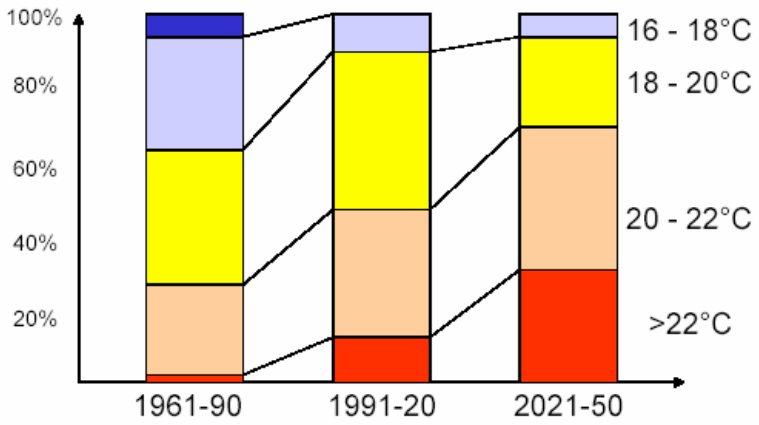
Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Die Auswirkungen einer derartigen Klimaänderung sind vielfältig und betreffen praktisch alle Ökosysteme und Wirtschaftssektoren, allerdings in unterschiedlichem Ausmaß.

Klimaänderungen betreffen die Landwirtschaft in vielerlei Hinsicht: Die Eignung von Standorten bestimmter Produkte ändert sich, die Anforderungen an die Adaptationsfähigkeit wächst, die Gefährdung durch Extremereignisse könnte steigen, Schädlings- und Krankheitsbefall sich verändern. All dies führt zu verändertem landwirtschaftlichem Ertrag. Beeinflusst können aber auch Erntebedingungen, Transportwesen, Lagerkosten und –fähigkeit, Verarbeitungsmöglichkeiten und Nachfrage werden. Von Veränderungen in der Tierproduktion, im Waldertrag, im Tourismus u.a. Nebenerwerbsbereichen wird die Landwirtschaft ebenfalls beeinflusst.

Die Gefahr von Trockenperioden nimmt – unabhängig von der Niederschlagsverteilung - schon wegen der erhöhten Temperatur und der damit verbundenen stärkeren Verdunstung, sowie wegen des früheren Austrocknens der Böden infolge geringerer Andauer der Schneedecke zu. Bei milderen und kürzeren Wintern könnten Spätfröste durch sibirische Kälteeinbrüche zu einem vermehrten Risiko für die Landwirtschaft werden. In der energie- und wasserdampfreicheren Atmosphäre sind vermehrte Starkniederschläge und Hagelereignisse zu befürchten.

Im Fall einer Erwärmung könnte es zu einer rascheren Entwicklung und daher mehr Schädlingen kommen, Krankheitserreger oder deren Vektoren könnten in Gebiete vordringen, in welchen sie derzeit unbekannt sind.



Monatsmitteltemperaturen höher als 22°C, die in Wien bisher etwa einmal alle 10 Jahre vorkamen, werden in 40 Jahren fast jedes Jahr vorkommen [Formayer et al. 2003]. Die höheren Temperaturen verursachen deut erhöhten Wasserbedarf bei den Pflanzen, der vor allem in Kombination mit Niederschlagsrückgängen und erhöhter Bodenaustrocknung zu Ertragseinbußen führen kann.

Nicht alle Änderungen müssen negativ sein: Das größere CO_2-Angbot kann z.B. temperaturbedingte Ertragseinbußen bei Getreide überkompensieren. Die Notwendigkeit, Kohlendioxidemissionen zu reduzieren, macht Bioenergie und andere Alternativenergien noch attraktiver und eröffnet dem Landwirt ein neues Tätigkeitsfeld.

Maßnahmen

Die Risiken des Klimawandels sind noch keineswegs vollständig ausgelotet, aber das bisher Bekannte legt es nahe, einerseits alles daran zu setzen, den Klimawandel zu bremsen, andererseits ernsthaft über Anpassungsmöglichkeiten nachzudenken.

Zur Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre, das zentrale Ziel der UN-Klimarahmenkonvention, ist allein beim CO2 mindestens eine Halbierung der anthropogenen Emissionen notwendig. Soll die Stabilisierung der Konzentration auf einem Niveau unterhalb der Verdoppelung des vorindustriellen CO2-Gehalts erreicht werden, muss die genannte Reduktion der CO2-Emission bis spätestens zur Mitte dieses Jahrhunderts erfolgt sein.

Österreich ist von seinem nationalen Klimaziel – 13% weniger als 1990 bis zur Periode 2008-2010 - weiter entfernt denn je und zählt derzeit zu den letzten innerhalb der Europäischen Union. Hier ist die Mitwirkung aller dringend gefordert. Auch die Landwirtschaft kann und muss zur Reduktion von Treibhausgasen und so zur Einschränkung von Geschwindigkeit und Ausmaß des Klimawandels beitragen.

Der Landwirtschaft bieten sich eine Reihe von Anpassungsmaßnahmen, wie etwa Veränderung der Pflanzzeiten /Aussaattermine (z.B. mehrere Ernten pro Jahr), der Arten- und Sortenwahl (z.B. Nutzung vorhandener Bandbreite), der Entwicklung neuer, z.B. hitze- und trockenresistenter Arten und Sorten, der Bewässerung, der Anpassung und Optimierung der Nährstoffversorgung und des Pestizideinsatzes. Aber auch Änderungen der Bodenbearbeitung (z.B. nicht-wendende Bodenbarbeitung; Mulchsaaten) oder der Landnutzung (z.B. Fruchtfolgegestaltung) und die Errichtungen von Dämmen oder Hagelschutznetzen kann notwendig und sinnvoll sein.

Wie jeder Wandel birgt auch der Klimawandel Chancen und Risiken: Nur wer die grundlegenden Prozesse des Wandels versteht, kann aktiv mitgestalten, kann dem Klimawandel – wenn auch in Grenzen – gegensteuern, die Risiken minimieren und die Chancen nutzen. Der globale Klimawandel zeigt spezifische, regionale und lokale Ausformungen, die zu verstehen für Österreich und insbesondere auch für die Landwirtschaft essentiell ist. Ohne dieses Verständnis sind die Handlungsoptionen eingeschränkt.

Literatur

AUER, I. (2003): The Instrumental Period in the Greater Alpine Region. ALP-IMP Kick-off Meeting, Vienna 2003

BÖHM R., AUER I., SCHÖNER W. HAGEN M., 1998: Long Alpine barometric time series in different altitudes as a measure for 19th/20th century warming. Proc. 8th Conf. On Mountain Meteorology, 3 -7 August 1998, Flagstaff, Arizona, pp 72-76, AMS Boston.

Deutscher Wetterdienst (2002): Klimabericht 2001. Offenbach

FORMAYER H. et al. (2003): Einsatzmöglichkeiten verschiedener statistischer Downscalingmethoden für Klimaszenarien in topographisch stark gegliedertem Terrain und explizite Anwendung auf Österreich für Niederschlag und Temperatur. Endbericht

IPCC (2001) : Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2001. Third Assessment Report. WG I.

ÖGM (2003): Klimaerklärung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft, der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der Schweizerischen Gesellschaft für Meteorologie

Internetadressen

http:/www.accc.at/
Homepage des ehemaligen Österreichischen Klimabeirats. Aktuelle Informationen und wichtige Links
http:/www.boku.ac.at/oemg
Homepage der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Links zur Klimaerklärung der drei deutschsprachigen Gesellschaften
http:/ubavie.gv.at/
Umweltbundesamt; Zusammenstellung von offiziellen Informationen und Dokumenten; Forschungsberichte; Links
http:/klimabuendnis.at/
Klimabündnis Österreich. Mitglieder, aktuelle Aktivitäten, Informationen
http:/www.ipcc.ch
Intergovernmental Panel on Climate Change: Zusammenfassungen der IPCC Berichte
http:/unfcc.int/
Sekretariat der UN-Klimakonvention. Offizielle Texte.
http:/www.proclim.unibe.ch
Homepage des Schweizer Klimaforschungskoordinationszentrums ProClim
http:/www.pewclimate.org/
Multinationale Firmen, die sich dem Klimaschutz verpflichtet fühlen

Autor

Prof. Dr. Helga KROMP-KOLB, Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie, Türkenschanzstraße 18, A-1180 WIEN, e-mail: helga.kromp-kolb@boku.ac.at

Phänologie ein Bio-Indikator für den Klimawandel

ELISABETH KOCH, HELFRIED SCHEIFINGER

Womit beschäftigt sich die Phänologie

Die Phänologie beschäftigt sich mit den jahreszeitlich bedingten Erscheinungen (als Phasen bezeichnet) bei Tier und Pflanze. Wenn man den Begriff Phänologie etwas erweitert, kann sie allgemein als die Untersuchung von Naturereignissen einschließlich biologischer Ereignisse, die mit dem Jahreszyklus des Klimas in Beziehung stehen, verstanden werden.

Der Zeitpunkt, an dem diese Phasen (z.B. das Blühen von Pflanzen, das Brüten von Vögeln) eintreten, wird als Datum oder als Tag ab Jahresbeginn notiert. Diese Daten erlauben es, über die reine Beobachtung hinaus eine Charakterisierung der Pflanzen- und Tierentwicklung eines Jahres, eine räumliche Analyse auf unterschiedlichen Skalen sowie Untersuchungen zeitlicher Verschiebungen anhand langjähriger Reihen vorzunehmen. Der zeitliche Aspekt rückte in der phänologischen Forschung in den letzten zwei Jahrzehnten in den Vordergrund.

Forschungsschwerpunkt Global Change

Europa besitzt für Global Change Studien ein reichhaltiges, lang zurückreichendes Datenmaterial, das nicht nur auf „physikalischen Elementen“ wie Temperatur, Feuchtigkeit, ..., beruht, sondern wesentlich umfassender ist. Dazu zählen die phänologischen Beobachtungen, die von vielen europäischen Wetterdiensten erhoben werden (z.B. Deutscher Wetterdienst, Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Czech Hydro Meteorological Institute,...). In Österreich betreibt die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik seit 1852, also bereits ein Jahr nach ihrer Gründung, ein derartiges Messnetz, das von Carl Fritsch, Vizedirektor der k.k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus aufgebaut wurde. Er verfasste im Jahr 1853 eine „Instruction für Vegetationsbeobachtungen“ (Fritsch, 1853), um Beobachtungen an Pflanzen untereinander vergleichbar und damit einer wissenschaftlichen Bearbeitung zugänglich zu machen. Dieses Netz fand zwar mit dem Tod von Fritsch sein Ende und viele Daten des Folgenetzes gingen in den Wirren des 2. Weltkriegs verloren. Seit 1950 ist ausreichend Material für eine wissenschaftliche Bearbeitung vorhanden.

Für einen Laien mag der Anstieg der globalen Mitteltemperatur um 0.6°C ± 0.2°C und um etwa 1.2° in Mitteleuropa belanglos erscheinen. Untersuchungen langer phänologischer Beobachtungsreihen ergeben, dass Pflanzen durchaus auf diese vergleichsweise geringen Veränderungen ihrer atmosphärischen Umwelt vor allem in mittleren und höheren Breiten der nördlichen Hemisphäre reagieren. Sie können damit gleichsam als empfindliche Messinstrumente der lokalen Atmosphäre betrachtet werden. Unter anderem wurde im Rahmen des EU Projektes ‚POSITIVE’ (http://www.forst.tu-Muenchen.de/EXT/LST/METEO/positive/), ein Projekt, an dem die ZAMG (http://www.zamg.ac.ac.at) als österreichischer Partner beteiligt war und das durch das BM für BWK mitfinanziert wurde, die Steuerung der Eintrittstermine der Pflanzenphasen durch die Atmosphäre untersucht. Bis zu 90% der Variabilität der Eintrittstermine der phänologischen Phasen von Jahr zu Jahr können durch die Variabilität der bodennahen Lufttemperatur erklärt werden. Eine Temperaturzunahme um 1°C in Frühjahr bedingt ein um ca. 1 Woche früheres Einsetzen von Frühlingsphasen, wie die Blüte der Hasel oder der Kirsche. Die Zeitreihen zeigen ab Mitte der 1980er Jahre eine verstärkte Verfrühungstendenz fast aller Frühlingsphasen. Im Mittel ergibt sich für die Blattentfaltung und Blüte in Europa eine Verfrühung von 1.4 bis 3.1 Tage pro Jahrzehnt bzw. um 1.2 bis 2.0 Tage pro Dekade in Nordamerika.

Des weiteren zeigt sich, dass die bodennahe Lufttemperatur und damit Pflanzenentwicklung im Frühling in Nord- und Mitteleuropa von der Verteilung des Luftdruckes über dem Atlantik gesteuert wird. Der Sprung zu deutlich früheren Eintrittsterminen der Pflanzenphasen, der in den phänologischen Zeitreihen Mitte der 1980er Jahre zu beobachten ist, kann bis zu einem hohen Grad durch das Verhalten des NAO Index, das ist der Nordatlantische Oszillations-Index, erklärt werden. Die Phase ‚Beginn des Stäubens des Haselstrauches’ gehört zum phänologischen Vorfrühling und fällt damit genau in den Zeitbereich, während dem der NAOI die bodennahen Temperaturverhältnisse am

stärksten steuert. So lässt sich beobachten, dass der Haselstrauch seit 1951 um 10 bis 15 Tage früher zu stäuben beginnt. Der Trend zu einem zeitigeren Beginn der Pflanzenphasen wird im weiteren Verlauf des Frühlings bis zum Frühsommer hin geringer. Herbstliche Phasen hingegen weisen eine Tendenz zu verspätetem Beginn auf, allerdings nicht in dem Maße, wie die Frühjahrsphasen zu früheren Eintrittszeiten. In Summe ergibt sich eine Verlängerung der Vegetationsperiode, regional unterschiedlich, um 3.6 Tage pro Dekade in den letzten drei bis fünf Jahrzehnten.

Phänologie und Spätfrostschäden sind miteinander ursächlich verbunden. Im Laufe des Frühlings verringern die Holzgewächse nach und nach ihre Widerstandsfähigkeit gegen den Frost, beginnen Laub auszutreiben und Blüten zu bilden. Ereignen sich während dieser sensiblen Periode Kälterückfälle verbunden mit tiefen Temperaturen, können die Pflanzen nachhaltig geschädigt werden. Vergleicht man die Zeitreihen der Tagesminima der Lufttemperatur mit den Zeitreihen der phänologischen Frühjahrsphasen, so zeigt sich, dass sich die letzten Frostereignisse rascher zu früheren Terminen hin verschieben, als die Pflanzenphasen. Die Pflanzen scheinen also ‚vorsichtig' auf die Erwärmung im Frühjahr zu reagieren. Das tatsächliche Spätfrostrisiko ist daher in den letzten Dekaden geringer geworden.

Das phänologische Netz in Österreich

Derzeit sind etwa 120 ehrenamtliche Beobachter im Rahmen des phänologischen Messnetzes der ZAMG tätig. Leider ist die Messnetzdichte sehr unterschiedlich. Vor allem in Tirol, den südlichen Landesteilen von Oberösterreich und der Steiermark, im Salzkammergut sowie in den Tauerntälern Kärntens bestehen größere Lücken. Falls Sie Interesse haben, diese Lücken zu füllen, melden Sie sich bitte bei der ZAMG, 1190 Wien, Hohe Warte 38 oder per Email klimat@zamg.ac.at. Wir geben Ihnen dann nähere Details zum phänologischen Beobachtungsprogramm bekannt.

Literatur

AHAS, R., A. AASA, A. MENZEL, V. FEDOTOVA, H. SCHEIFINGER, Changes in European spring phenology, *International Journal of Climatology*, **22** (14), 1727 – 1738 (2002)

BÖHM, R., I. AUER, M. BRUNETTI, M. MAUGERI, T. NANNI, W. SCHÖNER, Regional temperature variability in the European Alps 1760-1998 from homogenized instrumental time series, *International Journal of Climatology*, **21** (14), 1779 – 1801 (2001)

CHMIELEWSKI, F.-M., T. RÖTZER, Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, **108**, 253 – 261 (2001)

FRITSCH, C., Instruction für Vegetationsbeobachtungen, Jahrbücher der Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus (1853)

HOUGHTON, J.T., Y. DING, D.J. GRIGGS, M. NOUGER, P.J. VAN DER LINDEN, D. XIAOSU, Climate Change 2001, The Scientific Basic. Contribution of Working Group I to the *Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (2001)

IPCC Technical Paper V Climate Change and Biodiversity, (2002)

KOCH, E., H. SCHEIFINGER, Phänologie Österreichs, in Harlfinger, O. editor, *Klimahandbuch der österreichischen Bodenschätzung*, Klimatographie Teil 2, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (2002)

KOCH, E., Phenology in Austria. Phenological Mapping, Long-Term Trends. *Selected Papers from the Conference ICB - ICUC´99*, Sydney 8 – 12 November 1999. WMO / TD No.1026, Genf (2000)

KOCH, E., SCHEIFINGER, J., *Proceedings of 5. BIOMET Tagung*, Dresden: Erste Ergebnisse der Auswertung tierphänologischer Daten von Österreich (2003)

KOCH, E., Trends of phenological Spring Phases in the Swiss and Austrian Alps. *Proceedings of ICAM 2000*, International Conference on Alpine Meteorology, Innsbruck (2000)

Koch, E.,. und R. POTZMANN: The Use of GIS in Phenology. *Proceedings of the International Conference on Applied Climatology ECAC 2000*, Pisa (2000)

KOZLOV, M.V., N.G. BERLINA, Decline in length of the summer season on the Kola Penninsula, Russia, *Climatic Change*, **54**, 387 – 398 (2002)

LIETH, H., Introduction to Phenology and the Modeling of Seasonality, in Lieth, H. editor, *Phenology and Seasonality Modeling*, Ecological Studies 8, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1974)

MATULLA, C., H. SCHEIFINGER, A. MENZEL, E. KOCH, Exploring two methods for statistical downscaling of Central European time series, *International Journal Biometeorology*, **48**, 56 – 64 (2003)

MENZEL, A., F.M CHMIELEWSKI, E. KOCH, R. AHAS, E. DITTMANN, Phänologie – Zeichen der Natur, Anzeichen für den Klimawandel? *BIOMET Tagung Dresden* (2003)

MENZEL, A., P. FABIAN, Growing season extended in Europe, *Nature*, **397** (1999)

PARMESAN, C., G. YOHE, A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems, *Nature*, **421**, 37 – 42 (2003)

RUTISHAUSER, T., J. LUTERBACHER, H. WANNER, C. PFISTER, C. DEFILA, F. JEANNERET, Kirschblühen im Alpenvorland, *Verhandlungen des 54. Deutschen Geographentages*, (in press)

SCHEIFINGER, H., A. MENZEL, E. KOCH, C. PETER, R. AHAS, Atmospheric mechanisms governing the spatial and temporal variability of phenological phases in central Europe. *International Journal of Climatology*, **22**, 1739-1755 (2002)

SCHEIFINGER, H., A. MENZEL, E. KOCH, C. PETER, Trends of Spring time frost events and phenological dates in Central Europe, *Theoretical and Applied Climatology*, **74**, 41 – 51 (2002)

SCHEIFINGER, H., E. KOCH, W. LIPA,, C. PETER, Alpine phänologische Trends. *Proceedings of DACH*, Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft **27**, Vienna (2001)

SCHEIFINGER, H., KOCH, E., LIPA, W., PETER, Ch., European Trends of Phenological Phases, Temperature and the North Atlantic Oscillation. *Book of Abstracts of the 1st European Phenological Conference*, Wageningen (2001)

SCHEIFINGER, H., KOCH, E., LIPA, W., PETER, Ch., Spatial and Temporal Behaviour of Phenological Data in Central Europe. *Proceedings of Challenges of a Changing Earth*, Open Science Conference, 10 – 13 July 2001 Amsterdam (2001)

SCHWARTZ, M.D., Phenoclimatic Measures, Assessment of the Onset of Spring, in Schwartz, M.D. editor, *Phenology an integrative environmental science*, Tasks for Vegetation Science 39, Kluwer Academic Publishers, Dodrecht, Boston, London (2003)

WALTHER, G.R., E. POST, P. CONVEY, A. MENZEL, C. PArmesan, T.J.C. BEEBEE, J.M. FROMENTIN, E. HOEGH-GULDBERG, F. BAIRLEIN, Ecological responses to recent climate change, *Nature*, **416**, 389 – 395 (2002)

ZHOU, L., C.J. TUCKER, R.K. KAUFMANN, D. SLAYBACK, N.V.SHABANOV and R.B. MYNENI, Variations in Northern Vegetation Activity Interfered from Satellite Data of Vegetation Index During 1981 to 1999. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, Vol.**106**, (2001)

Autoren

Dr. Elisabeth KOCH, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Abteilung für Klimatologie, Hohe Warte 28, A-1190 WIEN, e-mail: elisabeth.koch@zamg.ac.at

Helfried SCHEIFINGER

Global Change: Katastrophe oder Chance für Land- und Forstwirtschaft

HARALD R. BOLHÀR-NORDENKAMPF & MARGIT H. MEISTER

Einleitung

Der Global Change ist nach Meinung vieler Klimaforscher voll im Gange. Die kausalanalytische Aufbereitung zeigt jedoch noch zahlreiche Lücken und dementsprechend sind die Ursachen nicht immer schlüssig und die Schuldzuweisungen problematisch. Richtigstellungen und neuerste Überlegungen sollen nicht thematisiert werden, vielmehr wird versucht, basierend auf einem gängigen Szenario der Klimaforscher, die Risken und Chancen für Land- und Forstwirtschaft herauszuarbeiten, obwohl in Österreich Studien zur Klimaempfindlichkeit von Agrarökosystemen und eine agrar- und forstökonomische Sektorenanlyse weitergehend fehlen bzw. gerade erst erstellt werden.

Der Global Change. – das Szenario

Ein einfaches, nicht überzogenes Szenario geht davon aus, dass von 2000 bis 2100

a) Das "gute" Ozon in der Stratosphäre um 20% abnehmen wird, wodurch die UV-B-Belastung um 40% ansteigen kann (in 400m Seehöhe von 420 mW auf 590 mW), wobei ein Teil dieser kurzwelligen Strahlung von dem

b)"bösen", bodennahen Ozon, das um 120% ansteigen kann (in 400m Seehöhe von 30 auf 70 pbb, mm3m-3, europäisches Mittel). Diese Veränderungen werden

c) von dem Anstieg der CO_2 Konzentration um mindestens 165 ± 20 vppm ($cm^3.m^{-3}$) auf 530 vppm und dem Anstieg aller Treibhausgase CO_2-äquivalent um 315 ± 38 vppm ($cm^3.m^{-3}$) begleitet.

d) Die Jahresmitteltemperatur der Erde sollte daher um ca. 3.3 ± 0,4°C ansteigen. Im Vergleich zum Temperaturanstieg der letzten 150 Jahre könnte die Jahresmitteltemperatur in manchen Regionen Österreichs auch um +6°C ansteigen.

Die anthropogenen Ursachen dieser Veränderungen sind eng mit der Nutzung fossiler Energiequellen und weltweit auch mit der veränderter Landnutzung (land use change, Abholzung, Desertifikation) verknüpft.

Die Risken für Land- und Forstwirtschaft

ad a) Die oben angeführte erhöhte UV-B Belastung ist für das pflanzliche Wachstum nicht unbedingt so stark limitierend, dass wir verschiedene Nutzpflanzen nicht mehr kultivieren könnten, da bereits genügend Sorten von Nutzpflanzen bekannt sind, die eine erhöhte UV-B Toleranz haben. Unsere Untersuchungen konnten zeigen, das UV-B präkonditionierend sein kann und beispielsweise bei Weißkleesorten eine erhöhte Trockenresistenz induziert. Studien an Fichten lassen vermuten, dass eine UV-B-Konditionierung zu einer verbesserten Ozontoleranz führt.

ad b) Das bodennahe Ozon ist hingegen hoch phototoxisch. Stärkere kurzwellige Strahlung (UV-B), vermehrte Vorläufersubstanzen, wie CO, Stickoxide, Methan und andere Kohlenwasserstoffe, aber auch Monoterpene (bei höheren Temperaturen von unseren Wäldern abgegeben), können in Zukunft lokal die Ozonkonzentration kurzeitig um 1000% auf 300 pbb (mm^3m^{-3}) ansteigen lassen. Ozon führt in Land- und Forstwirtschaft zu deutlichen Ertragsverlusten, wobei milde Trockenheit den Ozonschaden senkt, da durch die geschlossenen Spaltöffnungen weniger Ozon aufgenommen wird.

ad c) Der Anstieg der CO_2 Konzentration bedeutet grundsätzlich eine Steigerung der Photosynthese, so nicht andere Wachstumsfaktoren im Minimum sind. Erhöhte CO_2 Fixierung bedeutet mehr Zuwachs, wobei sich dieser in einer verkürzten Vegetationszeit, aber auch in einer höheren Trockensubstanz–Akkumulation ("Biomasse") manifestieren kann. Das bedeutet aber nicht immer automatisch mehr Ertrag, da die Trockensubstanzverteilung unter erhöhtem CO_2 oft zu Gunsten der unterirdischen Biomasse erfolgt und zusätzlich in der Regel das C:N Verhältnis steigt, also weniger stickstoffhaltige Reservestoffe (z.B. Proteine) gespeichert werden.

Die oft stark gesteigerte Verlagerung der Trockensubstanz in Wurzeln lässt diese rasch wachsen und den Boden explorieren, sodass - aufgrund der starken, oft allelopathischen Konkurrenzierung im

Wurzelraum eines Bestandes - rascher wachsende Pflanzen den Vorteil der CO_2 Düngung besser nutzen können, während andere Bestandesbildner praktisch keinen Profit vom erhöhten CO_2 Angebot ziehen können.

Erhöhte CO_2 Konzentration fördert somit über ein größeres Wurzelsystem sowie durch die Möglichkeit des häufigeren Spaltöffnungsschlusses oft die Toleranz der Pflanzen gegenüber temporär auftretender Trockenheit.

ad d) Der Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 3°C hat recht unterschiedliche Konsequenzen. Oft wird nur darauf hingewiesen dass die Evapotranspiration ansteigt und damit weniger Wasser für die Pflanzen zur Verfügung steht. Im östlichen bzw. südöstlichen Flach- und Hügelland führt ein Anstieg der Tagesmitteltemperatur von 25° auf 35° zu einem Anstieg der potentiellen Verdunstung (Evaporationsvermögen) von 2-4 mm auf 3,5–6.5 $mm.d^{-1}$. Theoretisch nimmt daher in der Vegetationszeit von April bis September (120d) die maximal benötigte Niederschlagsmenge von 480mm auf 780mm zu, sodass im Extremfall 300mm beregnet werden müssten.

Zusätzlich wiesen Klimatologen darauf hin, dass selbst vermehrte Winterniederschläge, die als Regen und nicht als Schnee fallen, die Böden schlechter durchfeuchten und z.B. im östlichen und südöstlichen Flach- und Hügelland die Frühjahrs- und Sommerniederschläge geringer ausfallen werden.

Mit der Temperatur steigt nach Van`t Hoff der Q_{10} (Reaktionsgeschwindigkeit) für chemische Reaktionen je nach Temperaturbereich um 1,4 – 2,0 und für physikalische um 1,03-1,3 an. Dies bedeutet, dass bei der oben angenommen Zunahme der Tagesmitteltemperatur, die Nettophotosynthese einen Q_{10} von ca. 1,0 hat, während dieser für die Dunkelatmung bei 2 liegt und für die Lichtatmung gar bei 3.5. Daraus kann gefolgert werden, dass die Produktivität um 20% sinken kann. Viele unserer (C_3) Nutzpflanzen zeigen über 38°C kein Wachstum mehr. Bei hinreichender Einstrahlung und guter Wasserversorgung kann erhöhtes CO_2 dieses Defizit wettmachen.
Die gesteigerte Atmung betrifft auch das Edaphon (lebender Anteil) des Bodens, sodass organische Reste rascher mineralisiert werden und unter Umständen die Humusbildung erschwert ist sowie biologisch gebundener Stickstoff rascher verloren geht.

Der Ertrag kann auch durch thermophile Schädlingspopulationen begrenzt werden, wobei nicht auszuschließen ist, dass “neue“ Schädlinge aus den Subtropen und Tropen bei uns heimisch werden.

Das Schädlingsproblem und der Trockenstress gelten auch für Wälder, die sich ansonsten sich in ihrer Reaktion nur schwer mit landwirtschaftlichen Kulturen vergleichen lassen. So wird die Fichte bei Jahresmitteltemperaturen über +7°C und einem Jahresniederschlag von weniger als 800mm zur Problembaumart, wobei insbesondere Bestände außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes gefährdet erscheinen.

Chancen für Land- und Forstwirtschaft

Will man die neuen, durch den Global Change eröffneten Möglichkeiten nützen, sollten schon zahlreiche Initiativen laufen.

Nahezu trivial und dennoch wichtig ist es, neue Sorten zu selektionieren (Screening) bzw. zu züchten, die der zu erwartenden Klimaveränderung entsprechen. Sorten mit erhöhter Toleranz gegenüber einem Temperaturanstieg, erhöhten UV-B Konzentrationen und temporärer Trockenheit (Pflanzen mit hohem Wassernutzungskoeffizient sowie “stay green varieties“) werden leichter aufzufinden sein als Sorten, die ozontolerant sind. Entscheidend für den Erfolg eines solchen Programms ist, dass man möglichst standortgerechte Sorten anpflanzt, wobei dies voraussetzt die zukünftigen Lokalklimabedingungen und ihre Auswirkungen auf den Boden, sowie auf Schädlings- und Nützlingspopulationen (inklusive Habitatansprüchen und ggf. entsprechenden Futterpflanzen) möglichst gut zu kennen.

Standortgerechte (Höhenstufen!) Waldbestände werden unter den Auswirkungen des Global Change noch größere Bedeutung bekommen, als dies ökologisch gesehen derzeit schon der Fall ist, wobei die Berücksichtigung von trocken- UVB- und auch ozontoleranten Genotypen zunehmend an Bedeutung gewinnen wird.

Im Prinzip kann auch die gezielte Suche nach neuen Nutzpflanzen aus wärmeren Klimaregionen Sinn machen, die bei uns künftighin kultivierbar werden könnten. In dieser Hinsicht sollte ein Schwerpunkt,

der eher im Bereich Gemüse- und Zierpflanzenbau sowie möglicherweise im Arzneipflanzenbau liegt, angedacht werden.

Die großen Chancen die es zu nutzen gilt, liegen aber im Erschließen neuer Märkte (Aufgaben) durch starkes Diversifizieren des Angebots. Dabei sollte man sich ins Gedächtnisrufen rufen, dass Pflanzen zwar nicht den höchsten Wirkungsgrad bei der Umwandlung der Sonnenenergie erreichen, aber zahlreiche hochkomplexe Produkte erzeugen („Chemische Fabrik“, “Bioraffinerie“).

Die Subvention für solche Vorhaben könnte aus dem Handel mit Kohlstoff (CO2-) Zertifikaten (Rechnung über Kohlenstoff, sogenannten „Carbon Credit Points“, CCPs) lukriert werden, zumal Land- und Forstwirtschaft einerseits als CO2 –Speicher fungieren können und andererseits die Produkte den Einsatz von fossilen Energieträgern minimieren.

Längerfristig gesehen macht ökologisch und ökonomisch das Speichern von Kohlenstoff (CO_2) bzw. die Vermeidung von Treibhausgasen im eigenen Land mehr Sinn und kann durchaus auch der Wirtschaft zugute kommen.

Neben dem Ausbau der Einsatzmöglichkeiten von traditionellen landwirtschaftlichen Inhaltsstoffgruppen, wie Eiweißen, Fetten, Zuckern, Stärkearten, Fasern Gewürzen und Phytopharmaka, könnten Pigmente, Gerbstoffe, Vorstufen für Waschmittel und Duftstoffe Entwicklungsziele sein. Die traditionelle Landwirtschaft als Nahrungsmittelproduzent wird in Zukunft wohl starken finanziellen Belastungen ausgesetzt sein.

Gestützt durch Exportförderung baut die VA Tech in Bulgarien ein Wasserkraftwerk, um ein Kohlekraftwerk zu ersetzen, wobei 1t CO_2 angeblich 6,5 Euro kostet und Österreich ca. 1Mio. t CO_2 auf diesem Weg erwerben kann. (Joint Implementation).

Es besteht auch die Möglichkeit, Zertifikate aus CO_2 Speicherwäldern zu erwerben. Dies führt dzt. in Osteuropa zu unnatürlichen Bestandesdichten mit bis zu 10.000 Bäumen (Bäumchen!) pro Hektar. In Entwicklungsländern hingegen werden Naturwälder zerstört und gewaltige Forstplantagen angelegt, die der einheimischen Bevölkerung keine Einnahmen bringen und auch das Land der eigenen Nutzung entziehen (Subsistenz). Sollten die Bestände als Schleifholz (Papierindustrie) Verwendung finden, geht der CO_2 Speichereffekt praktisch völlig verloren. In Europa liegen die Kosten für 1t CO_2 im Schnitt dzt. zwischen 10 und 15 Euro und werden in Kürze auf 20 Euro steigen.

Österreich wird das Kyotoziel mit großer Wahrscheinlichkeit nicht erreichen, es gibt aber innerhalb der EU eine völkerrechtliche Verpflichtung dazu. Demzufolge wird der Staat nicht nur mit Steuergeld Zertifikate zukaufen, wenn die zuerkannte Menge von 67.4 Mio t CO_2 überschritten wird und gratis (?) an die Industrie verteilen, sondern gegebenenfalls auch Pönale zahlen (2005 - 2008: 40 Euro pro t CO_2, ab 2008: 100 Euro).

In dieser Situation wäre es wohl angebracht, mit diesen Mittel in Österreich CO_2 Vermeidung und Speicherung zu finanzieren. Demgemäß würde etwa Ökostrom aus Biomasse der Industrie tatsächlich Gratiszertifikate bringen, sofern die Finanzierung nicht mehr über einen erhöhten Strompreis erfolgen würde und das Ökostromgesetz novelliert werden würde. In einer solchen Novelle sollte unter anderem insbesondere bei der Biomassenutzung neben dem Wirkungsrad der Verstromung (ca. 33%) noch ein Anlagenwirkungsgrad von 60% vorgeschrieben werden (Wärmekraftkupplung, realisiert z.B. im Biomassekraftwerk Güssing). Die Ökostromkraftwerke (auch die großen Wasserkraftwerke) nutzen dzt. bekanntlich nie Ihren eigenen Strom für den Betrieb, sondern kaufen billigen (Atom-) Strom aus dem Netz.

Die oben angeführten finanziellen Mittel aus dem Kohlenstoffhandel sollten es erlauben, den Einsatz von Biotreibstoffen in der Land- und Forstwirtschaft zu fördern, wobei diese Betriebsformen dann auch zu einem CO_2 Speicher werden könnten. Aus Grundlage dafür muss eine komplette Kohlstoff- und Energiebilanz (Accounting) vorliegen. Dies gilt auch, sollte es gelingen, vermehrt Rohstoffe für die Industrie zur Verfügung zustellen.

Nach unseren Kalkulationen können seitens der österreichischen Landwirtschaft, unter Berücksichtig der Verweildauer des gespeicherten Kohlenstoffs*) von einem Jahr, 5,5 t CO_2 $ha^{-1}(a^{-1})$ fixiert werden.
*) Produkt, Viehzucht, Wirtschaftsdünger, Boden

Im Forst erreicht man, bei einer Verweildauer des Kohlenstoffes von 50 Jahren am Standort und im Holzverarbeitungsprodukt (Boden, Streu, Holzfenster, Holzhaus, Massivtische, ..) bis zu 12 t CO_2 ha^{-}

$^{1}.a^{-1}$. Sollten diese Vorhaben wenigstens zum Teil greifen, ergeben Schätzungen ein Einsparungspotential bis 2008 von 8-10 Mio. t CO_2 netto.

Die Anrechnung dieser CO_2-Senken müsste gut verhandelt werden, sonst hätte es nicht passieren dürfen, dass eine Zunahme der Waldfläche um 5100 ha Österreich nicht als CO_2 Speicher (ca. 0,3 Mio. t CO_2,) angerechnet wurde. Zu bedenken ist, dass eine Erhöhung der Kohenstoffvorräte in der bestehenden Vegetation (Biosphäre) nur besgrenzt möglich ist

Bis zur Beobachtungsperiode 2008-2012 muss Österreich ca. 22 Mio. t CO_2 eingespart oder entsprechende Verschmutzungsrechte zugekauft haben. Kohlenstoff, der nicht zusätzlich in Forst- und Landwirtschaft bzw. der Biosphäre gespeichert werden kann sollte über den Ersatz fossiler Rohstoffe (Energieträger) durch Zulieferung von Rohstoffen an die Industrie und über Energie aus Biomasse erfolgen. Werden 12,5 GJ (netto) aus fossilen Energiequellen eingespart entspricht dies einer Emissionsreduktion von 1 t CO_2.

Zusammenfassung

Der Global Change wird 2100 zu einer Erhöhung der globalen Jahresmitteltemperatur von ca. +3°C führen. In Österreich sind +6°C gekoppelt mit erhöhter Trockenheit möglich, wobei die lokalen Unterschiede beträchtlich sein können. Gleichzeitig werden die UVB-Belastung um 40% und die durchschnittliche Ozonbelastung um 120% (70 ppb) ansteigen.
Die Veränderungen in den Wachstumsbedingungen durch den Global Change stellen eine Herausforderung an die ökologische Kompetenz der Land- und Forstwirtschaft dar, wobei nicht nur trocken-, UVB- und ozontolerante Sorten selektioniert und gezüchtet werden müssen, sondern auch neue thermophile Nutzpflanzen eingeführt werden könnten. Die Produktpalette muss eine hohe Diversifizierung erfahren („Multi-Produkt-System“) insbesondere bezüglich der Rohstoffe für die Industrie. Mit Energie aus Biomasse spart man doppelt: es wird nahezu CO_2-neutral produziert und noch dazu werden fossile Brennstoffe eingespart.

Die oben angeführten Möglichkeiten und Chancen sind ökonomisch schwierige Ansätze, haben nun aber die Chance verwirklicht zu werden, da die Finanzierung des Klimaschutzes (Kyotoziel) über CO_2 Zertifikate inlandswirksam erfolgen sollte (mögliches Finanzierungsvolumen ohne Pönale bis 2008 ca. 220 Mio. Euro).

Danksagung

Folgenden Kolleginnen und Kollegen möchten wir für die zahlreichen Information danken, die sie uns im Rahmen von Gesprächen und Diskussionen übermittelt haben: H. Wohlmeyer, J. Nösberger, J. Spitzer, F. Herman, G. Vogl, G. Soja, Th. Reichenauer, St. Smidt, W. Postl, JH. Brunner, B. Drake, St. Long,
M. Bolhàr-Nordenkampf.

Literatur

Fachbücher

LARCHER W. 1994: Ökophysiologie der Pflanzen, 5.Aufl. UTB,Vlg. E.Ulmer Stuttgart

NISBET E.G. 1994: Globale Umweltveränderungen, Spektrum, Akad. Vlg. Heidelberg, Berlin Oxford.

GEHR P., C.KOST UND G.STEPHAN 1997: CO_2 Eine Herausforderung für die Menschheit. Vlg. Springer

BERNER U. und H.J. STREIF 2000: Klimafakten: Der Rückblick- Ein Schlüssel für die Zukunft. 2.Aufl., Vlg E. Schweinbart`sche Verlagsbuchhandlung

Zeitschriften

Nachwachsende Rohstoffe, Mitteilungen der Fachbereichsarbeitsgruppe, BA f. Landtechnik, Wieselburg

Ökoenergie, Ökosoziales Forum Österreich, Wien

Agrarische Rundschau, Ökosoziales Forum Österreich, Wien

Forschungsberichte, Diplomarbeiten, Dissertationen

LINKE R. und M.MEISTER: ARGES (Weizen, Fabaceae) / HOFER-SABEK G. (Zuckerrübe, Weizen, Zichorie) / HRUSCHKA T (Mais) / JAKL T. (Lupine) / PREINL N. (Zuckerrübe)

Internet

http://www.ipcc.ch - http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/ - http://maps.grida.no/kyoto/

http://unfccc.int/resource/convkp.html - http://www.dkrz.de/dkrz/science/intro_science

Fachartikel

BOLHAR-NORDENKAMPF H.R., MEISTER M.H., 2003:Assessment of carbon sequestration in agricultural systems by determining energy input and carbon residence time in their products. Proceedings der Intern. Konferenz "Puits de Carbone & Biodiversité", Liège, Okt. 2001

BOLHAR-NORDENKAMPF H.R., 1999: The synergism of stress induced by UV-B and ozone modified by CO_2 and temperature. In: Crop development for cool and wet climate of Europe, Cost 814, Eds: M. SÁNCHEZ-DIAS, J. J. IRIGOYEN, J. AGUIRREOLEA, K. PITHAN, EC PUB. Luxembourg, 1999, pg. 19-21, ISBN 92-828-6947-4

MEISTER M.H. and BOLHAR-NORDENKAMPF H.R., 1999: Effects of CO_2 enrichment on plant's growth and development as studied in OTC's, FACE experiments, and near CO_2 springs, e.g. SNACE. In: SNACE, FACE, and OTCs, CO_2 enrichment at the leaf/air and/or at the root/soil interface; results in growth and development of plants. Eds. M.KALIGARIC and S.SKORNIK, CIP 581.11 (082), Pedagoska fak., Maribor.

REICHENAUER, T., BOLHAR-NORDENKAMPF H.R., U. EHRLICH, G. SOJA, F. HALBWACHS and W.F. POSTL, 1997: The influence of ambient and elevated ozone concentrations on photosynthesis in *Populus nigra*. PCE, 20/8, 1061-1069.

SOJA G., KHAN S. and BOLHAR-NORDENKAMPF H.R., 1996: Drought stress as a modifier of ozone response in wheat. In: Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalising the Concepts. UN-ECE Workshop Report, pp. 308-313, Eds. L. KÄRENLAMPI and L. SKÄRBY, Vlg. Univ. of Kuopio, Finnland.

Autoren

Univ.Prof. Dr. Harald BOLHÀR-NORDENKAMPF, Mag. Dr. Margit MEISTER, Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz, Althanstrasse 14, A-1090 WIEN, e-mail: margit.meister@univie.ac.at

Klimawandel und Wald

HARALD MAUSER

Kurzfassung

Der Wald wirkt als Senke, aber auch als Quelle im Kreislauf der Treibhausgase. Die Auswirkungen der veränderten Treibhausgaskonzentrationen und der zu erwartenden Klimaänderungen auf den Wald betreffen viele Aspekte von Waldökosystemen. Für die Waldbehandlung (Forstwirtschaft) eröffnen sich verschiedene Reaktionen und Strategien im Umgang mit diesen direkten und indirekten Auswirkungen. Geänderte Klimabedingungen werden auch die Verhältnisse zwischen verschiedenen Landnutzungssektoren in Österreich beeinflussen.

Autor

Dr. Harald MAUSER, Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 WIEN, e-mail: harald.mauser@bfw.gv.at

Mögliche Einflüsse einer Klimaveränderung auf den Weinbau

HANS R. SCHULTZ

Klimawandel und Weinbauentwicklung: Wasserhaushalt und Temperatur

Die Vorhersagen über die klimatische Entwicklung in Europa bis zum Ende dieses Jahrhunderts gehen bei unverändert anhaltendem Anstieg der CO_2-Konzentration der Luft von einem Temperaturanstieg von ca 1,5°C im Mittelmeerraum bis ca 4 °C in Nordeuropa aus, in Mitteleuropa rechnet man mit einer Erwärmung von ca 2,5°C. Die neuesten Schätzungen des Intergovernmental Panels on Global Climate Change (IPCC 2001, Houghton et al. 2001) wurden sogar nach oben korrigiert (bis 5,8 °C). Da mit dem Temperaturanstieg mehr Wasser von den Meeres- und Landoberflächen verdunstet, wird sich der Wasserkreislauf beschleunigen, was in manchen Gebieten zu vermehrten Winterniederschlägen und somit einer veränderten Bodenbewirtschaftung führen muss. Während der Vegetationszeit ist hingegen eine zunehmende Verknappung von Wasser zu befürchten. Die natürlichen Niederschläge können die mit der Temperatur gekoppelten ansteigenden Evapotranspirationsraten im System Boden Pflanze Atmosphäre nicht ausgleichen, da es nach den Klimamodellen während des Sommers im Mittelmeerraum eher trockener und in Mitteleuropa keine entsprechende Zunahme erwartet wird. Als Konsequenz wird - ungeachtet der bestehenden Unsicherheiten bei den Vorhersagen der Klimamodelle - ein stärkeres Absinken der Bodenwassergehalte im Sommer erwartet. Eine solche Entwicklung hat erhebliche Auswirkungen auf das Sorten- und Unterlagenspektrum bzw. die Anbauwürdigkeit von Standorten in Europa. Der als sicher einzuschätzende Temperaturanstieg verschiebt die potentiell möglichen Anbaugrenzen um 200 bis 400 km nordwärts und um 100 bis 150 m in die Höhe.

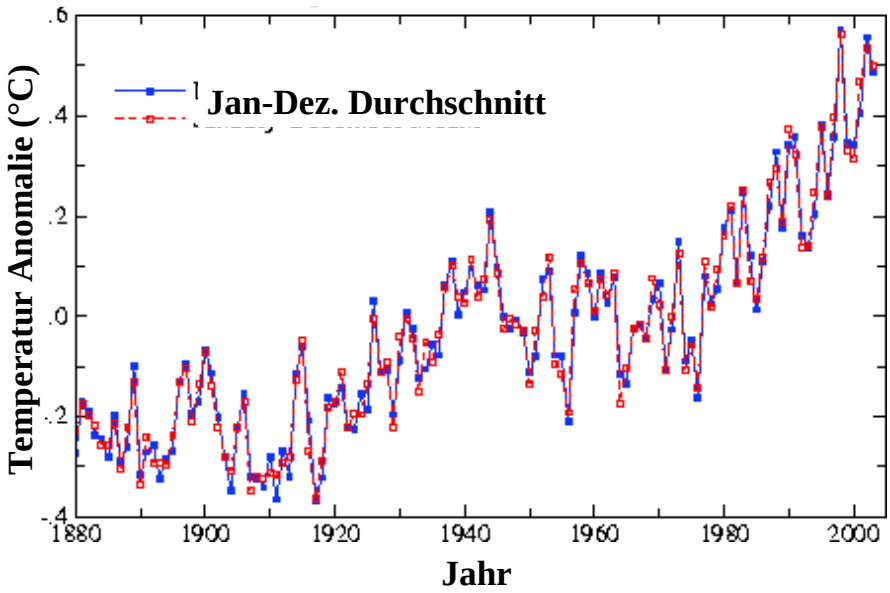


Abb. 1: Verlauf der globalen Temperaturentwicklung im Vergleich zum langjährigen Mittel seit 1880 (positive und negative Abweichung von der mittleren Temperatur) (Hansen 2003).

Rebsorten aus dem mediterranen Gebiet können auch in Mitteleuropa angepflanzt werden. Die milderen Winter, Frühjahre und wärmeren Sommer werden den Vegetationsablauf beschleunigen. Bereits heute liegt der Austriebstermin in Geisenheim ca. 7 Tage früher als im Durchschnitt der letzten 40 Jahre, die Blüte beginnt 10 Tage früher und der Reifebeginn hat sich bereits 12 Tage nach vorne geschoben (Hoppmann und Schmitt 2001). Trotz früheren Austriebs wird sich das Spätfrostrisiko vermindern. Von weinbaulicher Relevanz ist eine solche Verfrühung der Entwicklung vor allem für die Reifephase, die dann unter sehr viel höheren Temperaturen ablaufen wird, was die Inhaltsstoffbildung nachhaltig beeinflusst.

Auf der anderen Seite hätte die zunehmende Trockenheit einen großen Einfluss auf die Bodenpflege und die Bestandsführung. Höhere Temperaturen und zeitlich verschobene Wasservorratsverhältnisse

führen zu Veränderungen in der Abbaurate organischen Materials im Boden. Die zunehmende Trockenheit wird eventuell eine Bewässerung erfordern. Diese ist aber nur in solchen Gebieten durchsetzbar, die über ausreichende Wasserreserven verfügen. Die Weinbaugebiete sind von Natur aus Regionen mit hohen negativen Wasserbilanzen. Die Effekte auf die Produktqualitäten sind schwer abzuschätzen. Für rote Sorten sind Stresssituationen als Reaktion auf Wassermangel sicherlich besser qualitativ abzupuffern als dies für weiße Sorten der Fall ist. Da Wasser- und Nährstoffhaushalt gekoppelt sind, besteht hier die Gefahr von zunehmend negativen Effekten auf die Traubenzusammensetzung und letztlich auf die Weinqualität. Die Gefahr der Bildung von off-flavour Noten bzw. konkret sog. untypischen Alterungsnoten könnte steigen (Rapp et al. 1993). Ungeklärt sind auch die möglichen Effekte höherer Temperaturen während der Reifephase auf die Inhaltsstoffbildung bei verschiedenen Sorten. Sicher würden die Äpfelsäurewerte langfristig sinken, wobei dies auch auf die Gesetzgebung innerhalb der EU Einfluss haben könnte. Weitere Einflüsse sind für die Entwicklung von Pilzkrankheiten sowie für die Generationen- bzw. Zyklenzahlen von Insektenpopulationen zu erwarten. Hier wird sich der Befallsdruck bei manchen Rebkrankheiten deutlich erhöhen.

Klimawandel und Weinbauentwicklung: Atmosphärischer CO2-Gehalt und UV-Strahlung

Der CO_2-Gehalt lag zu Beginn der Industrialisierung bei 270 ppm und steigt seit dieser Zeit exponentiell an. Heute hat er ein Niveau von ca. 370 ppm erreicht, bis 2050 werden 540 ppm erwartet. Die Auswirkungen auf die Reben sind ungewiss. Verschiedene Abschätzungsstudien in Verbindung mit Rebenwachstumsmodellen erbrachten trotz des Anstiegs des CO_2 -Gehaltes - und damit einer potentiell erhöhten Assimilationsleistung – in den meisten Fällen in der Vorhersage stark wechselnde Erträge, da sich unter diesen Bedingungen das generative zum vegetativen Wachstum verschiebt (Schultz 2000). Ein anderer klimatischer Faktor, der „schleichend“ zunimmt, ist die UV-B-Strahlung. Mehrjährige Pflanzen haben ein sogenanntes UV-B-Gedächtnis wodurch kumulierende Effekte zu erwarten sind. Da UV-Strahlung in Pflanzen die Bildung von Phenolen, Anthocyanen und die Zerstörung von Carotinoiden induziert, könnten sich indirekte Veränderungen in der Traubenqualität ergeben. Auch ein Einfluss auf die Aminosäurekonzentration in Rieslingbeeren wurde bereits nachgewiesen (Schultz et al. 1998). Ebenso eine Modifizierung der Krankheitsanfälligkeit (Keller et al. 2003). Reben haben zwar eine hohe Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umgebungsbedingungen, allerdings muss man sich der Konsequenzen verschiedener klimatischer Veränderungen bewusst werden, um frühzeitig darauf reagieren zu können.

Literatur

HANSEN, J.E. (2003) Global temperature trends. Goddard Institute for Space Studies, NASA

HOPPMANN, D., SCHMITT, H.H. (2001) Die Klimawende: Chancen und Risiken für den Weinbau in Deutschland. Der Deutsche Weinbau, 10:36-39.

HOUGHTON I. et al. (2001) Intergovernmental Panel on Climate Change 2001. Cambridge University Press, New York.

KELLER et al. (2003) Nitrogen and ultraviolet radiation modify grapevines´susceptibility to powdery mildew. Vitis 42:87-94.

RAPP, A. et al. (1993) 2-Aminoacetophenon : Verursachende Komponente der « Untypischen Alterungsnote » (Naphtalinton, Hybridton) bei Wein. Vitis 32:61-62.

SCHULTZ et al. (1998) Is grape composition affected by current levels of UV-B radiation? Vitis 37:191-192.

SCHULTZ, H.R. (2000) Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. Australian Journal of Grape and Wine Research, 6:1-11.

Autor

Prof. Dr. Hans Reiner SCHULTZ, Fachhochschule Wiesbaden, FB Weinbau u. Getränketechnologie, Von Lade Straße 1, D-65366 GEISENHEIM, e-mail: h.schultz@fa-gm.de

Die Auswirkung der Klimaänderung auf den Weinbau in der Region "Bergland"

H. GARTNER

Weinbauregion Bergland oder die "Weinexoten Österreichs"

Das Bundesgesetz über den Verkehr mit Wein und Obstwein (Weingesetz 1999) stellt unter "Geografische Angaben inländischer Weine" im § 21 (2) fest: Die Bundesländer Burgenland und Niederösterreich bilden zusammen die Weinbauregion Weinland. Die Bundesländer Kärnten, Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg bilden zusammen die Weinbauregion Bergland. Das Bundesland Steiermark bildet die Weinbauregion Steiermark. Das Bundesland Wien bildet die Weinbauregion Wien.

Im § 21 (3) 2. werden die Weinbaugebiete der Weinbauregion Bergland definiert:

a) Kärnten: das Bundesland Kärnten
b) Oberösterreich: das Bundesland Oberösterreich
c) Salzburg: das Bundesland Salzburg
d) Tirol: das Bundesland Tirol
e) Vorarlberg: das Bundesland Vorarlberg

In den genannten Bundesländern gab es bereits in früheren Zeiten Rebflächen. Die größte Ausdehnung hatte dort der Weinbau im 17. Jahrhundert.

Der Rückgang des Weinbaues hatte viele Gründe:

Steuerliche - neue Belastungen machten den Weinbau weniger rentabel;
Verkehrstechnische - Weine aus "wärmeren" Gebieten kamen billiger zu uns;
Klimatische - es wurde in den folgenden Jahren kühler.

Hat Wein aus der Region Bergland eine Marktchance?

Wein gibt es auf der Welt genug. Groß ist seine Vielfalt und die Qualität hoch. Nur einfach Wein herzustellen wäre sicherlich zu wenig.

Wein aus der Region Bergland muss es sein, er muss ein "Erlebensmittel" sein.

Das Land, die Eigenart, die Geschichte oder ein Geschichtchen müssen Teil des Weines sein, ein wichtiger Bestandteil seiner Qualität. Und es muss "Qualitätswein" nach dem österreichischen Weingesetz sein, denn nur der darf mit dem Namen einer kleineren geografischen Einheit als "Österreich" bezeichnet werden, z.B.:

Name der Region	- Bergland
Name des Weinbaugebietes	- Kärnten
oder noch enger	- Lavanttal
oder	- Wolfsberg
und sogar	- Schloß Thürn

Entwicklungstendenzen

Vornehmlich auf traditionellen Weingartenflächen beginnen Interessierte wiederum Reben auszupflanzen. Nicht immer sind es Landwirte, meist sogar Personen aus anderen Berufsgruppen, die hobbymäßig - vorerst einmal - Weingärten errichteten und erste, zögerliche Schritte probierten.

"Diese Hobbywinzer leisten Pionierarbeit und erproben, welche Weinstöcke in ihren Klimazonen gedeihen. Die Weinexoten werden selbstbewußter" schreibt Heidelore Strallhofer-Hödl in ihrem Buch "Weinexoten Österreichs".

Das Weinbauklima in der Region Bergland

Die Weingärten befinden sich vornehmlich in stark geneigten Südhanglagen und sind meist 50 - 100 Meter über dem Talgrund gelegen.

Gebiet	SH	JT	WT	JWS	14-Uhr 5-9	5°Tage
OÖ	270 - 480	8,0 - 8,9	-0,9	3183	20,3 - 20,9	235
Tirol	650	8,0	-1,0	3065	21,0	235
Vbg	400 - 600	8,2 - 8,9	-0,1	3195	20,1 - 20,4	243
Kärnten	470 - 620	7,8 - 8,7	-1,7	3209	20,8 - 22,2	226
bis	740 - 760	7,9 - 8,2	-1,5	2930	19,3 - 20,7	220
Grenzlagen des Weinbaues in der Steiermark						
St.Bartholomä	550	8,3	-1,0	3087	20,5	231
Demmerkogel	600	8,7	-0,6	3127	19,7	230
im niederösterreichischen Kamptal						
	400	8,3	-1,0	3152	20,0	235
im südlichen Burgenland						
	350	8,9	-0,3	3353	21,2	242

Die Rebflächen in der Region Bergland nehmen zu,- ebenso die Qualität der Weine.

Was sind die Gründe dafür?

Ist es die Begeisterung, sind es neue Anbautechniken oder geänderte technologische Verfahren, sind es andere Rebsorten oder Klone, sind es die Veredlungsunterlagen?

Ist gar eine Klimaänderung im Gange?
Sicherlich trifft von allem etwas zu.
Aber....

Das Klima wandelt sich markant.

Die globale Mitteltemperatur stieg laut IPCC-Bericht zwischen 1861 und 2000 um 0,6 bis 0,7°C. Die Erwärmung in den Alpen betrug nach Auswertungen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) im selben Zeitraum sogar um 1,6 bis 1,8°C, seit 1985 rund 1°C.

Es wurde berechnet, daß die Sommer in den kommenden 25 bis 50 Jahren deutlich wärmer ausfallen und sich die Zahl der Tropentage (Tage mit Temperaturmaxima über 30°C) sich mehr als verdoppeln werden.

Weltweit wird eine Erwärmung um 3°C bis zum Jahr 2050 erwartet. Bis ins Jahr 2100 sei sogar mit einer Zunahme des Temperaturmittels um fünf Grad zu rechnen.

Besonders dramatisch werden die Folgen des Klimawandels in den Alpen sein:

Früher, heftiger, extremer.

Die Gletscher gehen zurück, die mittlere Schneehöhenlinie steigt um 300 bis 500 m.

Die phaenologischen Phasen haben sich verschoben: Das Frühjahr beginnt in Mitteleuropa schon etwa 2 Wochen früher als im Mittel vor 30 Jahren (Deutscher Wetterdienst 2002).

Die Schneedecke könnte weniger lang andauern, was mehr Verdunstung und damit frühere Austrocknung der Böden bedeuten könnte.

Für den Süden Österreichs werden Niederschlagsrückgänge vor allem im Frühjahr errechnet.

Auswirkungen der Klimaveränderungen auf den Weinbau

Geänderte Höhengrenzen - vor 100 Jahren 550 bis 600 m NN, heute bis 700 m NN.
Die Rebblüte hat sich im Zeitraum von 1965 bis 2002 um ca. 10 - 11 Tage nach vorne verschoben.
Ein früher Blühabschluß hat eine frühere Traubenreife zur Folge.
Die Sorten reagieren unterschiedlich, da sie verschiedene Standortsansprüche haben.

Eine Verschiebung des Sortenspektrums ist möglich.
Rotweinsorten haben schon längst profitiert.

Wird es durchschnittlich wärmer, ist dies für den Reifeverlauf ein Vorteil.
Klimamodellberechnungen prognostizieren ein weiteres Ansteigen der bodennahen Temperaturen.

Das Wasserangebot wird geringer, dies kann in Trockengebieten zum Problem werden (Bewässerung).
Bei der Auswahl der Veredlungsunterlage nimmt die Trockenheitsresistenzeigenschaft derselben an Gewicht zu.

Förderung bestimmter Krankheiten und Schädlinge
Traubenreife erfolgt in noch wärmerer Witterungsphase (Botrytis, Penicillium, Essigfäule....)

Stresssituationen nehmen zu: geringeres Wasserangebot, vermehrte UV-B Strahlung, Zunahme an Ozon..

Die Zufuhr von Nährstoffen über das Blatt könnte an Bedeutung zunehmen.

Weinbauregion Bergland - Weinbaugebiet Kärnten

Kärnten ist „Österreichs sonniger Süden“,- der Ort mit den meisten Sonnenstunden - Diex - liegt in unserem Bundesland.

Das Kärntner Weinbauklima ist charakterisiert durch eine hohe Neigung zu Inversionen und Kaltluftseebildungen im Tal- und Beckenbereich.

Die Weinrebe gedeiht hier im allgemeinen nur zwischen 500 m und 700 m NN.

Die Klimadaten zeigen auffallend hohe 14-Uhr-Temperaturen während der Vegetationszeit (ähnlich dem Weinviertel) bei vergleichsweise stark reduzierten Wärmesummen. Wegen der tiefen Wintertemperaturen ist die Vegetationszeit verkürzt.

Klimawandel in Kärnten? Ist ein solcher feststellbar?

Die Wetterdienststelle Klagenfurt (Franz Stockinger) hat den Sommer- und Wintertrend der Lufttemperatur seit 1813 für die Region Österreich - Süd (berechnet aus mehreren Stationen Kärntens und der Steiermark) ermittelt und als Abweichung vom 30-jährigen Mittel (1961 bis 1990) dargestellt:

Der Sommertrend (-0,7 bis +0,8°C) ist mit 1,5°C seit 1910 steigend.

Der Wintertrend (-1,2 bis +0,8°C) ist mit 2,0°C seit 1890 steigend, stärker als im Sommer.

Ähnliche Trends zeigen auch die Angaben der ZAMG Regionalstelle für Tirol und Vorarlberg (Karl Gabl): Bei einer Jahresmitteltemperatur in Feldkirch von 8,9°C und in Innsbruck von 8,7°C ist eine deutliche Tendenz "nach oben" feststellbar.

Sind Auswirkungen auf den Weinbau feststellbar?

Seit 1972 betreibt unsere Familie Weinbau in Kärnten. Anfangs in der Riede Oberer Weinzedl am Burgstall in St. Andrä im Kärntner Lavanttal. Ende der Siebzigerjahre wurde auf Terrassen des Schlosses Thürn bei Wolfsberg im Lavanttal, ein Weingarten ausgepflanzt.

SCHLOSS THÜRN ist eine traditionelle Weinriede und war mit 3 Hektar geschlossener Rebfläche der größte Kärntner Weingarten nach dem franzisceischen Kataster.

Hier zeigen die drei Hauptsorten Sauvignon blanc, Zweigelt blau und Blauer Burgunder einen Verlauf der Lese-Gradation, der auf geänderte Bedingungen schließen lässt.

Im Schnitt der drei Sorten zeigen die Zuckergehalte bei der Lese steigende Tendenz:

Von 1988 mit durchschnittlich 16°KMW (78°Oe) auf 18,7°KMW (92°Oe) im Jahre 2003.

Sicherlich wird die Klimaänderung nicht der einzige Grund für diese Qualitätssteigerung sein, aber neben der Anbautechnik (Mengenbeschränkung, Laubarbeit), wird sie einen ganz wesentlichen Anteil daran haben.

Und ähnlich verhält es sich in den anderen Weingärten der Region Bergland.

Zusammenfassung

Die Auswirkungen des Klimawandels (höhere Jahreswärmesummen, niedrigere Wintertemperaturen und damit mit ein früherer Vegetationsbeginn) schaffen verbesserte Bedingungen für den Weinbau.

Durch die Auswahl geeigneter Kleinklimalagen - stärker geneigte Südhanglagen in Seehöhen bis um 600 m NN - wird es möglich, Qualitätswein zu erzeugen.

Der Weinbau in diesen Lagen wird noch lange auf kleine Flächen beschränkt bleiben, doch wird die Herstellung regionaler Spezialitäten, sehr von den geografischen Gegebenheiten geprägt, möglich sein.

"Einmalig und vielfältig" wie die Landschaft, aus der sie stammen, und die Leute, die dort wohnen, sind die Weine aus der Region Bergland,- "Erlebensmittel" im wahrsten Sinne des Wortes.

Literatur

BAUER K. et al. 2002: Weinbau - Lehr- und Fachbuch für den „Integrierten Weinbau“,

Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf

BAUER K. 2002: Auswirkungen der Klimaveränderungen auf den Reifeverlauf der Reben, Der Winzer 07/2002, Österr. Agrarverlag, Leopoldsdorf

GABL K. 2004: Gang der Jahresmitteltemperaturen 1906 - 2002 in Innsbruck mit Trendlinie,

ZAMG Regionalstelle für Tirol und Vorarlberg

GARTNER E. 2004: Lese-Gradation 1988 - 2003 Riede Schloß Thürn, Wolfsberg, Kärnten; Vortragsunterlagen zum 2. Kärntner Weinbautag 2004

GARTNER H. 2002: Festschrift anläßlich des 50-Jahr-Jubiläums der Obstbauversuchsanlage

St. Andrä der Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Kärnten

HARFLINGER O. et al. 2002: Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung, Klimatographie Teil 2, Strahlung, Weinbau, Phaenologie; Universitätsverlag Wagner, Innsbruck

KROMP-KOLB H.et al. 2004: Klimaänderung - Forschungsergebnisse von StartClim, Quelle: BMLFUW -News in "Ländlicher Raum print"

KROMP-KOLB H. 2004: Die Klimaänderung und die Auswirkungen auf die Landwirtschaft,

Vortrag anläßlich der 51. Südtiroler Obstbautagung, Obst- und Weinbau 2/2004

PODESSER A. 2003: Klimaerwärmung zeigt Einfluß auf die Landwirtschaft, Vortrag im Rahmen des

7. Steir. Obstbauseminares in Seggauberg, Besseres Obst 3/2003, Österr. Agrarverlag

PULSINGER R. 1994: Agrarklimatologische Untersuchungen im Lavanttal unter besonderer Berücksichtigung des Weinbaues, Diplomarbeit am Institut für Geographie der Karl-Franzens-Universität Graz

STOCKINGER F. 2004: Trend der Lufttemperatur seit 1813 in der Region Österreich-Süd als Abweichung vom 30-jährigen Mittel 1961 bis 1990, ZAMG Wetterdienststelle Klagenfurt

STRALLHOFER-HÖDL H. 2003: Weinexoten Österreichs, Weinbauregion Bergland Oberösterreich, Kärnten, Salzburg, Tirol, Vorarlberg; Unikum Verlag Graz

Autor

Ing. Herbert GARTNER, Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Kärnten, Obstbauversuchsanlage, Schulstraße 6, A-9433 ST. ANDRÄ/LAV. , e-mail: h-gartner@lk-kaernten.at

Phytopathologische Risiken für den Weinbau durch Klimaänderung

MICHAEL MAIXNER

Mit der Änderung von Umweltfaktoren und Anbaubedingungen sind neue Risiken für den Weinbau verbunden. Klimatische Faktoren wirken sich auf die Wasser- und Nährstoffversorgung und damit auf die Physiologie der Rebe aus und tragen zur Entstehung von Schäden mit abiotischen Ursachen bei. Sie beeinflussen aber auch das Auftreten, die Populationsdichte bzw. den Infektionsdruck und das Schadenspotential biotischer Schaderreger. Gerade in den nördlichen Weinbaugebieten sind Weinbauareale mit ihrem bevorzugten Mikroklima von Phänomenen wie der Klimaerwärmung besonders betroffen. Viele Wärme liebende Schadorganismen finden hier bereits optimale Bedingungen bevor sie sich bei fortgesetzter Erwärmung weiter ausbreiten können.

Klima und Phänologie

In Bernkastel-Kues an der Mosel zeigt der Jahresdurchschnitt der Lufttemperatur in den letzten 50 Jahren einen positiven Trend mit einem Trendwert von 1,8 °C. Besonders deutlich ist die Temperaturerhöhung in den Monaten Mai (2,4 °C) und August (3,1 °C). Im August nahm auch die Zahl der Sonnenscheinstunden signifikant um 58 h zu, im September, zur Zeit der Traubenreife, ist der Trend dagegen negativ. Von Mai bis August fällt heute deutlich weniger, während der Reife im September und Oktober dagegen signifikant mehr Regen. Diese Veränderungen bleiben nicht ohne Wirkung auf die Entwicklung der Reben, wie die Analyse der phänologischen Daten zeigt. Die Trends der Stadien ‚Austrieb', ‚Vollblüte', ‚Erbsengröße' und ‚Reifebeginn' seit 1967 sind hochsignifikant und zeigen, dass diese Entwicklungsstadien heute zwischen 12 und 18 Tagen eher eintreten als vor 37 Jahren.

Krankheiten und Schädlinge

Schäden mit abiotischen Ursachen

Schäden durch Sonnenbrand, Hitze und Trockenheit treten seit einigen Jahren, bedingt durch die extremeren sommerlichen Verhältnisse, regelmäßig auf. Zwar kann Wassermangel besonders Junganlagen in ihrer Existenz bedrohen, wichtiger sind jedoch die negativen Auswirkungen dieser Stressfaktoren auf die Traubenqualität und die auf Gärstörungen zurückzuführenden Geschmackfehler. Die Abhärtung der Trauben durch vorsichtige Entblätterung sowie eine die Bodenwasservorräte schonende Bewirtschaftung tragen dazu bei, diese Schäden zu verringern. Längerfristig muss gegebenenfalls auch über Unterlagen mit höherer Trockenresistenz und das Rebsortenspektrum nachgedacht werden.

Schaderreger

Auch viele Schadorganismen sind direkt oder indirekt von der Änderung des Klimas betroffen. Höhere Temperaturen und Strahlungsintensitäten während der Vegetationszeit können dazu führen, dass sich das Schadenspotential bereits vorhandener Schadorganismen erhöht. Dies beruht auf der Zunahme der Populationsdichten z.B. bei Rebzikaden, der Auslösung von Krankheitssymptomen durch bisher latent vorhandene Viren und pilzliche Schaderreger oder auf der Ausbildung zusätzlicher Generationen, wie es z.B. bei den Traubenwicklern beobachtet wird. Höhere Durchschnittstemperaturen während der Wintermonate verringern die Mortalität bei tierischen Schaderregern während sich das Infektionspotential von Schadpilzen erhöht.

Daneben finden auch neue Schädlinge Bedingungen vor, die es ihnen erlauben, sich in bisher nicht geeigneten Weinbaugebieten zu etablieren. So breitet sich zum Beispiel in Deutschland seit zwei Jahren eine neue Pilzkrankheit, die Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*), an Mosel, Nahe und Mittelrhein aus. Dieser Pilz, der auf feuchtwarme Witterungsbedingungen im Frühjahr angewiesen ist, wurde schon im 19. Jahrhundert nach Europa eingeschleppt, war jedoch bisher auf Südeuropa beschränkt. Neben den verbesserten klimatischen Verhältnissen spielen bei der Ausbreitung der Schwarzfäule jedoch auch Kulturbedingungen eine Rolle, denn ein hohes Infektionspotential

entwickelt sich besonders in nicht mehr bewirtschafteten, verwilderten Weinbergen (Drieschen), von denen aus die Sporen weit verbreitet werden und Ertragsweinberge infizieren.

Eine besondere Rolle spielen wärmeliebende Zikaden im Weinbau als Überträger von Rebkrankheiten. Phloemsaugende Arten übertragen Phytoplasmen, welche Vergilbungskrankheiten der Rebe wie die Schwarzholzkrankheit und die Flavescence dorée verursachen. Die Bedeutung dieser Phytoplasmosen nimmt seit ca. 15 Jahren in ganz Europa immer mehr zu.

Die Schwarzholzkrankheit (Bois noir) wird durch die südosteuropäische Glasflügelzikade *Hyalesthes obsoletus* übertragen, die in Deutschland schon seit längerem heimisch, aber noch immer weitgehend auf die mikroklimatisch bevorzugten Weinbausteillagen beschränkt ist. Dort überträgt sie den Erreger der Schwarzholzkrankheit von Wildpflanzen auf die Reben. Auch in Österreich breitet sich die Schwarzholzkrankheit zurzeit ebenso aus wie z.B. in Slowenien und Südtirol. Molekularbiologische Untersuchungen haben ergeben, dass verschieden Übertragungszyklen des Schwarzholz-Phytoplasmas unter Einschluss natürlicher Wirtspflanzen existieren, die unterschiedliche geographische Schwerpunkte besitzen. Ob dies ebenfalls auf klimatische Faktoren zurückzuführen ist und inwieweit die Klimaentwicklung Auswirkungen auf den Infektionsdruck und die Schadwirkung hat, ist Gegenstand aktueller Untersuchungen.

Die Flavescence dorée ist aufgrund ihres hohen Schadenspotentials als Quarantänekrankheit eingestuft. Sie wird durch die aus Nordamerika eingeschleppte Kleinzikade *Scaphoideus titanus* übertragen, deren Verbreitungsgebiet durch die minimale Temperatursumme beschränkt wird, die zur Vollendung ihres Generationszyklus notwendig ist. Damit ist es zu erklären, dass dieser Vektor sein Verbreitungsgebiet zurzeit ebenfalls nach Norden erweitert. Österreich und Deutschland sind bisher noch nicht besiedelt, während *S. titanus* in Slowenien, Norditalien und der Südschweiz bereits auftritt. In den von *S. titanus* besiedelten Weinbaugebieten besteht ein hohes Risiko des Ausbruchs der Flavescence dorée, die, wie die Erfahrungen aus Italien und Frankreich zeigen, nur durch intensive Rebschutzmaßnahmen kontrolliert werden kann. Mit dem Auftreten dieser Krankheit sind daher nicht nur direkte Schäden für den Weinbau verbunden, sondern auch gravierende Auswirkungen auf integrierte und ökologische Weinanbausysteme.

Eine Bakterienkrankheit, von der bisher nicht zweifelsfrei belegt wurde, dass sie sich in Europa etabliert hat, ist die durch *Xylella fastidiosa* verursachte Pierce's Disease. Sie wird unspezifisch von einer Vielzahl xylemsaugender Zikaden übertragen, die auch in Europa in Rebflächen weit verbreitet vorkommen, z.B. die Wiesenschaumzikade *Philaenus spumarius* oder *Cicadella viridis*. Aufgrund der Temperaturansprüche des Erregers wären nach der Einschleppung dieser Krankheit für die nördlichen Weinbaugebiete Europas zunächst nur geringe Schäden zu erwarten. Bei einer fortschreitenden Klimaänderung könnte sich das Risiko jedoch erhöhen.

In Zukunft ist in den nördlichen Weinbaugebieten aufgrund der Entwicklung der klimatischen Faktoren mit dem verstärkten Auftreten bekannter und einer Reihe neuer Schaderreger zu rechnen. Der Zeitraum, über den sich diese Entwicklung erstreckt, muss dazu genutzt werden, um Gegenmaßnahmen zu ergreifen und Regulationsstrategien zu entwickeln. Für die Winzer ergibt sich die Notwendigkeit, das Anbausystem an die veränderten Bedingungen anzupassen. Die Aufgabe der Forschung ist es, auch weiterhin die Risiken zu analysieren, auf mögliche Entwicklungen rechtzeitig hinzuweisen, die Ausbreitung von Schaderregern zu überwachen und Bekämpfungsstrategien zu erarbeiten.

Autor

Dr. Michael MAIXNER, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Weinbau, Brüningstraße 84, D-54470 BERNKASTEL-KUES,
e-mail: m.maixner.bba@t-online.de

Klimatische Bedingungen für die Pflanzenproduktion in Österreich

OTMAR HARLFINGER

Österreich weist aufgrund seiner geographischen Lage ein vorwiegend gemässigtes Klima mit meist humiden Bedingungen auf, das aber regional von ozeanischen, kontinentalen und mediterranen Einflüssen unterschiedlich stark geprägt wird. Die gravierendsten Unterschiede im Klima ergeben sich jedoch durch die Seehöhe.

Um die klimatische Vielfalt im Hinblick auf die Wachstumsbedingungen transparent zu machen, wurden zahlreiche Methoden vorgeschlagen (z.B. Steinhauser et al. 1958, Bobek 1971, Fliri 1982 und Schwarz 2002), die als Ordnungssystem zu verstehen sind. Entscheidend für eine praktikable Lösung ist aber, dass einerseits jene klimatischen Unterschiede, die massgeblich die natürliche Ertragsfähigkeit verändern, eindeutig abgrenzbar sind, andererseits sollte aus Gründen der Überschaubarkeit eine zu grosse Typenvielfalt vermieden werden.

Einen ersten Einblick in die ökoklimatischen Bedingungen Österreichs gewinnt man durch eine grobe thermisch-hygrische Abgrenzung, die auf das Klassifikationssystem der Österreichischen Bodenschätzung zurückgeht (Harlfinger und Knees 1999). Demnach kann mehr als die Hälfte der österreichischen Fläche dem kühl-gemässigten humiden Klima zugeordnet werden, das vorwiegend der Grünlandwirtschaft dient. Das warm-gemässigte Klima wird nach semi-aridem und humidem Bereich getrennt, weist einen Anteil von insgesamt 27 % auf und ist dem a-Klima der Bodenschätzung gleichzusetzen (Abb. 1). Hier dominiert die Ackerwirtschaft. Boreales- und Tundrenklima eignet sich dagegen nur noch für den Almbetrieb.

Da die Österreichische Bodenschätzung die Aufgabe hat, die natürliche Ertragsfähigkeit aller landwirtschaftlich genutzten Flächen festzustellen, liegt es nahe, dass sich gerade diese Organisation intensiv mit dieser Fragestellung auseinandersetzt. Speziell die Klimabearbeitung wurde in den letzten Jahren auf einen aktuellen Wissensstand gebracht und stellt die Basis für die weiteren Ausführungen dar.

Auf der Grundlage der Klimaperiode 1961 – 1990 konnten von zahlreichen Klimaparametern, die agrarklimatologisch bedeutsam sind, statistische Kenngrössen und Höhengradienten für die einzelnen Klimaräume errechnet und mit Qualitäts- und Ertragsdaten in Verbindung gebracht werden. Dabei hat sich bestätigt, dass insbesondere die Wärme- und Wasserhaushaltsverhältnisse für das Pflanzenwachstum und die landwirtschaftliche Produktionsfähigkeit entscheidend sind. Vor allem bei wärmeanspruchsvollen Kulturpflanzen, wie z.B. beim Wein fanden sich meist hochsignifikante Zusammenhänge zwischen Mostgewicht, Säure und der Wärmesumme (Harlfinger et al. 2002 und Formayer et al. 2003). In einer neueren Untersuchung mit wöchentlichen Erhebungen (Reifeparameter) in der Zeit zwischen Reifeentwicklung und Lese aus den Jahren 2000 bis 2002 konnte beim Grünen Veltliner die Inzidenz eindrucksvoll bestätigt werden (Abb. 2).

Als thermisches Ordnungssystem hat sich in der Österreichischen Bodenschätzung die Einteilung nach Klimastufen bewährt (Abb. 3). Dabei unterscheidet man fünf Hauptstufen mit jeweils drei Subtypen, die durch die 14-Uhr Temperatur in der Vegetationszeit, durch die Jahresmitteltemperatur und durch die Wärmesumme definiert sind. Die Abgrenzung basiert auf den verschiedenen Wachstumsbedingungen bzw. dem Vorkommen bestimmter Kulturpflanzen.

Aus dem digitalen Klimamodell (Rasterweite 500 x 500 m) war es möglich, für jede Substufe die mittlere Seehöhe sowie deren Streuung festzulegen. Dabei zeigt sich z.B., dass die Klimastufe a im Österreichmittel knapp unterhalb von 500 m NN endet, die c/d Grenze bei ca. 1000 m liegt. Betrachtet man allerdings die räumliche Verteilung der c/d Grenze innerhalb Österreichs, so findet man erhebliche regionale Unterschiede wie Abb. 4 deutlich macht. Demnach tritt die grösste thermische Ungunst im Bereich des nördlichen Waldviertels auf, während in Osttirol und im Tiroler Oberland die gleichen thermischen Bedingungen 400 bis 500 m höher liegen. Diese seehöhenmässige Verschiebung findet sich auch bei den Wuchsbedingungen des Waldes wieder (Kilian et al. 1994).

Neben dem thermischen Aspekt spielt die hygrische Komponente für das Wachstum der meisten Kulturpflanzen eine wesentliche Rolle. Deshalb beinhalten auch alle vegetationsorientierten

Klimaklassifikationen diesen Gesichtspunkt (z.B. Köppen 1936, Nagl 1983). Die Berücksichtigung wurde früher über die Niederschlagsmenge vorgenommen, in neuerer Zeit vorwiegend über die klimatische Wasserbilanz. Unter klimatischer Wasserbilanz versteht man die Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung, ohne Berücksichtigung des Bodenoberflächenabflusses und der Wasserspeicherung im Boden. Die Schwierigkeit bei der Berechnung liegt jedoch in der Feststellung der tatsächlichen Verdunstung. Ohne auf diese Problematik näher eingehen zu wollen, hat sich die aus der Penman-Beziehung abgeleitete Referenzverdunstung als brauchbar erwiesen. Sie wird als FAO-Standard empfohlen und gilt für einen über das ganze Jahr einheitlichen Grasbestand von 12 cm Höhe bei fehlendem Wasserstress (Bodenfeuchte > = 70 % nFK). Zur Feststellung der Referenzverdunstung (Etr) kann die nach Wendling und Müller-Westermeier (1995) abgeleitete Formel verwendet werden. Sie eignet sich zur Berechnung von Monatswerten und lautet:

$$Etr = \frac{G\,(t + 22)}{162\,(t + 123)} \times \frac{1}{1 + 0{,}0003\,H}$$

Es bedeuten:
G = Globalstrahlung (J/m²Tag)
t = Lufttemperatur in °C
H = Seehöhe in Meter

Demnach beträgt die mittlere Jahressumme der Referenzverdunstung im Pannonikum rd. 600 mm, in 1000 m rd. 450 mm. Daraus ergibt sich, dass der Verdunstungsgradient pro 100 m etwa 18 mm beträgt. Ein Wert der auch von Baumgartner et al. (1983) für den Alpenraum gefunden wurde.

Mit Hilfe einer von Celjaninov entwickeltem Ansatz, der näherungsweise die klimatische Wasserbilanz (K-Index) erfassen kann, besteht die Möglichkeit den Grad der Humidität bzw. Aridität auf einfache Weise zu errechnen. Die Formel dazu lautet:

$$K = \frac{0{,}16\Sigma t}{R}$$

K = K-Index in 1/100
Σt = Temperatursumme
R = Jahresniederschlagsmenge
0,16 = Koeffizient

Die Formel basiert auf der Annahme, dass die jährliche Temperatursumme (Wärmesumme) eine enge Beziehung zur Nettostrahlung aufweist, die wiederum zur Höhe der Evapotranspiration korreliert. Untersuchungen ergaben, dass die potentielle Evapotranspiration mit dem Produkt aus Temperatursumme und dem Koeffizienten von 0,16 am besten koinzidiert (Domrös und Gongbing 1988).

Der K-Index wurde entsprechend den österreichischen Klimabedingungen in sechs Klassen unterteilt (Harlfinger und Knees 1999).

K-Index (1/100)	**Aridität / Humidität**
< 40	stark humid
40 – 59	mässig humid
60 – 79	schwach humid
80 – 99	semi humid
100 – 115	schwach semi-arid
> 115	semi-arid

K-Werte unter 100 weisen eine positive Wasserbilanz auf (bezogen auf die Referenzverdunstung), während höhere Werte im langjährigen Mittel eine negative Wasserbilanz erwarten lassen. Bei einem K-Wert von 115 beträgt z.B. das Minus 85 mm, bei einem K-Wert von 130 bereits 163 mm.

Aus der räumlichen Verteilung des K-Indexes kann man entnehmen, dass Werte über 100 den typischen pannonischen Klimaraum gut abgrenzen, während semi-humide Bedingungen als

subpannonisch zu bezeichnen sind. Schwach humide Verhältnisse treten vorwiegend im Steirischen Riedelland, im Südburgenland, im nördlichen und südöstlichen Alpenvorland auf. Kleinräumig finden wir solche Bedingungen noch im östlichen Waldviertel, im Kärntner Becken (Lavanttal, Gurktal) sowie im mittleren und oberen Inntal. Der übrige Landschafts-raum in Österreich wird von mässig bis stark humiden Verhältnissen bestimmt.

Zur Feststellung des klimatischen Wachstumspotentials wurden die sechs Wärmesummenklassen (a1, a, b, c, d und e) mit den sechs Klassen der klimatischen Wasserbilanz verschnitten und zu einer ökoklimatischen Klassifizierung zusammengefasst (Harlfinger 1998). Sie unterscheidet 22 Klimatypen und zeigt die wesentlichen agrar-klimatisch relevanten Unterschiede innerhalb des Bundesgebietes. Hohe Wärmesummen in Verbindung mit schwach semi-ariden und semiariden Bedingungen treten nur im Nordosten und Osten Österreichs auf. Die klimatische Wasserbilanz ist im Sommerhalbjahr in diesem Gebiet im langjährigen Mittel negativ. Aufgrund des Niederschlagsmangels kommt es deshalb immer wieder zu Ertragseinbussen, die in der Bodenschätzung durch niedrigere Ackerzahlen Berücksichtigung finden. Bei Wärmesummen von über 3050 °C in Verbindung mit schwach humiden Bedingungen sind dagegen die besten Voraussetzungen für den Ackerbau gegeben.

Diese Verhältnisse treten grossräumig vom Linzer Zentralraum über das nördliche und südöstliche Alpenvorland bis zum südlichen Burgenland und dem Steirischen Riedelland (Illyrikum) auf. Kleinräumig finden wir diese Verhältnisse noch im Kärntner Becken und im mittleren und oberen Inntal. Wärmesummen von über 3050 °C in Verbindung mit mässig bis stark humiden Bedingungen treten im Rheintal und kleinräumig im Salzburger Flachgau auf und stellen ausgezeichnete Voraussetzungen für die Grünlandwirtschaft dar.

Während im nordalpinen Raum bei unterschiedlichen thermischen Bedingungen – in Abhängigkeit von der Seehöhe – die stark humiden Bedingungen überwiegen, beschränken sich diese im südalpinen Gebiet auf wenige Landschaftsräume. Im Mühl-, besonders aber im Waldviertel finden wir aber selbst im c-Klima meist nur noch mässig bis schwach humide Bedingungen vor.

Literatur beim Verfasser.

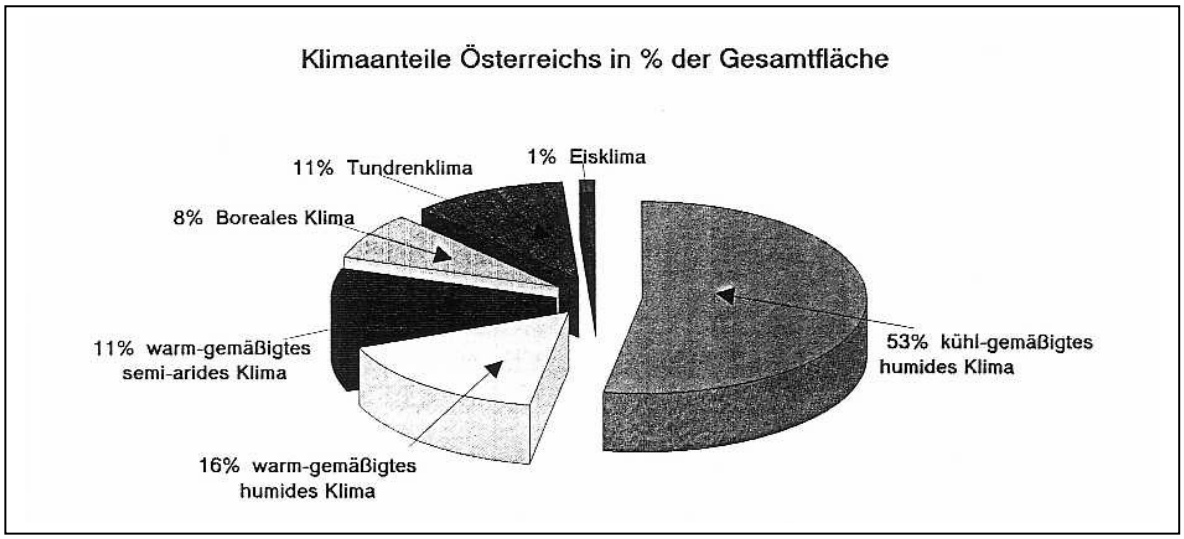


Abb. 1: Klimaanteile Österreichs in Prozent der Gesamtfläche

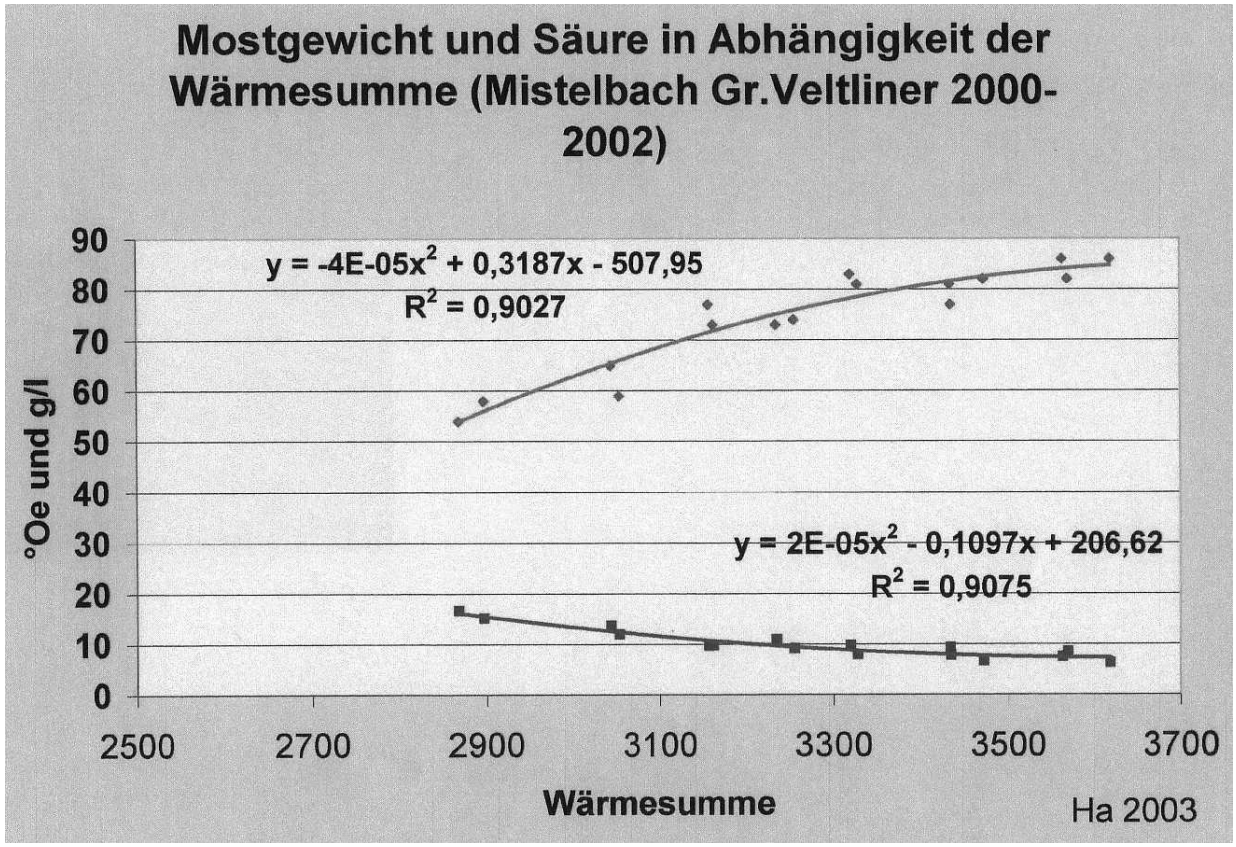


Abb. 2: Mostgewicht und Säure in Abhängigkeit der Wärmesumme (Mistelbach, Grüner Veltliner 2000 bis 2002)

Die Zuordnung der 5 Klimastufen mit den jeweiligen Subtypen erfolgt nach folgenden Kriterien:

Klimastufe	14-Uhr-Temperatur	Jahresmitteltemp.	Wärmesumme	Seehöhenbereich	Kulturpflanzen
a1 *)	> = 20,6	> = 8,5	> = 3600	< = 650 m	Getreide, Körnermais, Zuckerrübe, Tabak, Edelobst, Wein
a2	20,5 - 19,1	> = 8,0	3200 - 3599		
a3	20,5 - 19,1 19,0 - 18,6	< = 7,9 > = 8,0	3050 - 3199		
*) Für die Klimastufe a1 ist ein K-Wert zwischen 60 und 80 erforderlich.					
b1	19,0 - 18,6 18,5 - 17,6	< = 7,9 > = 8,0	2900 - 3049	350 - 950 m	Kartoffeln, Getreide, Wirtschafts-, Mostobst
b2	18,5 - 17,6	7,9 - 7,0	2750 - 2899		
b3	18,5 - 17,6 17,5 - 17,1	< = 6,9 > = 7,0	2600 - 2749		
c1	17,5 - 17,1 17,0 - 16,0	< = 6,9 > = 7,0	2450 - 2599	550 - 1200 m	Futterbau, Gerste, Roggen, Hafer, Kartoffel, Rot-, Wundklee (Mostobst)
c2	17,0 - 16,0	6,9 - 5,6	2300 - 2449		
c3	17,0 - 16,0 15,9 - 15,5	< = 5,5 > = 5,6	2150 - 2299		
d1	15,9 - 15,5 15,4 - 13,0	< = 5,5 > = 5,6	1900 - 2149	800 - 1650 m	Grünland-Almwirtschaft
d2	15,4 - 13,0	5,5 - 3,5	1650 - 1899		
d3	15,4 - 13,0 12,9 - 12,1	< = 3,4 > = 3,5	1400 - 1649		
e1	12,9 - 12,1 < = 12,0	< = 3,4 > = 3,4	1100 - 1399	> = 1250 m	Almwirtschaft an oder über der Wald-/Baumgrenze
e2	12,0 - 10,0	3,4 - 2,0	850 - 1099		
e3	< = 9,9	< = 1,9	< 850		

Abb. 3: Die Zuordnung der fünf Klimastufen mit den jeweiligen Subtypen

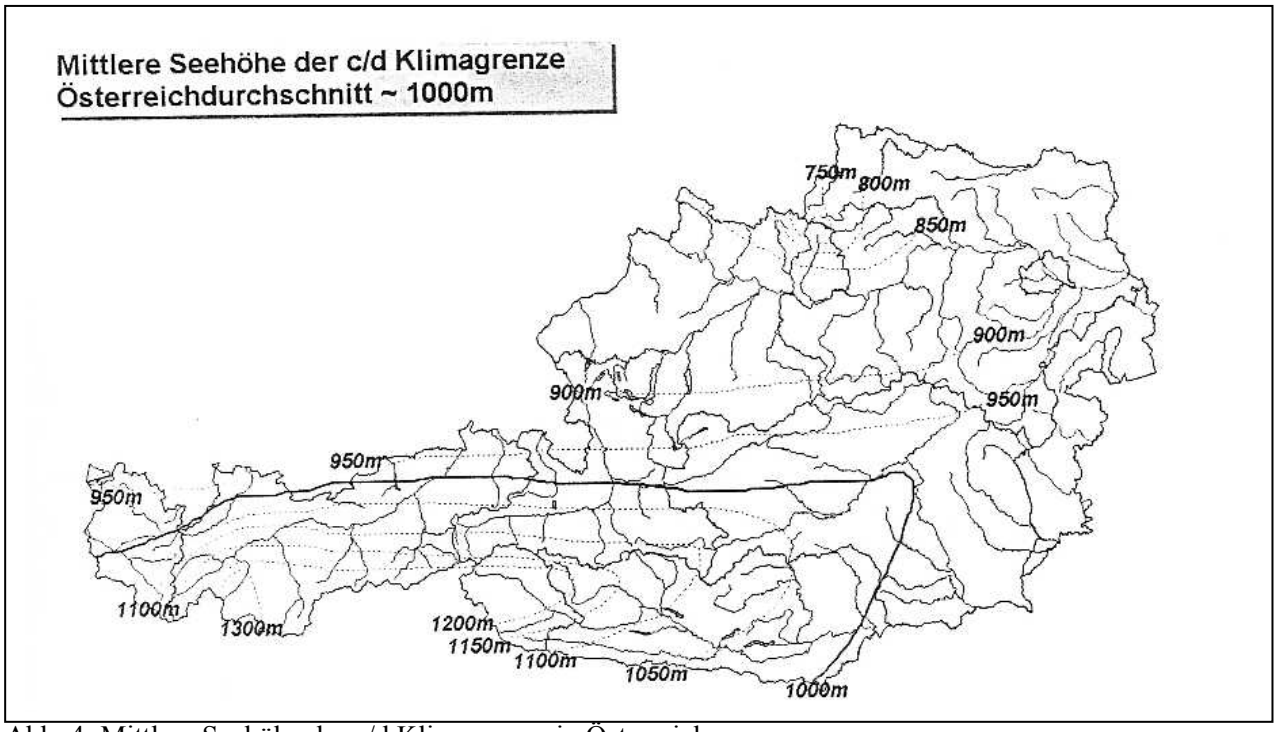


Abb. 4: Mittlere Seehöhe der c/d Klimagrenze in Österreich

Autor

Dr. Otmar HARLFINGER, Österreichische Gesellschaft für Biometeorologie und Angewandte Klimatologie, Hohe Warte 38, A-1190 WIEN

Klimawandel und Wetterextreme die Auswirkungen auf die Landwirtschaft

JOSEF STROBLMAIR

Der Klimawandel – ein Faktum

Der dritte Bericht des Intergovermental Panel on Climate Change (IPCC) bestätigt, dass der Einfluss des Menschen durch den Ausstoß von Treibhausgasen auf das globale Klima jetzt stärker denn je nachweisbar ist. Gleichzeitig wird innerhalb der nächsten 100 Jahre ein weltweiter Anstieg der durchschnittlichen Temperaturen über der Erdoberfläche um 1,4 bis 5,8 Grad Celsius vorausgesagt.
Die Aufzeichnungen zeigen, dass wir uns bereits von den natürlichen Klimaschwankungen der letzten 10.000 Jahre entfernt haben. Die Ursache liegt in einem starken Anstieg der Konzentrationen von anthropogenen Treibhausgasen in der Atmosphäre. Der Klimawandel und die damit verbundene Zunahme von Extremwetterereignissen ist ein Faktum und wird von der Wissenschaft bestätigt.

Für die Versicherungswirtschaft ist die Situation bei den extremen Wetterereignissen und den dadurch bedingten Schadensfällen besonders kritisch. In den vergangenen vier Jahrzehnten erhöhten sich die Risken aus wetterbedingten Katastrophenereignissen nach Aufzeichnungen der Münchener Rückversicherung um den Faktor 3 bei der Zahl der Schäden, um den Faktor 8 bei der Schadenshöhe und um den Faktor 15 beim versicherten Schadensvolumen. Der Agrarsektor – und somit unsere Partner, die versicherten Landwirte – und die Versicherungswirtschaft sind also Hauptbetroffene vom Klimawandel.

Die Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Als agrarischer Spezialversicherer für Wetterrisiken sind wir das gesamte Jahr mit den Auswirkungen von Wetterkapriolen infolge des Klimawandels unmittelbar konfrontiert.

Eine Zunahme von Wetterextremen wie Hagelunwetter in Verbindung mit schweren Stürmen, intensivere Niederschläge, mehr Überschwemmungen sowie häufigere und länger andauernde Trockenperioden treffen die Landwirte mit ihrer Werkstatt unter freiem Himmel unmittelbar und am härtesten. Denn in der Landwirtschaft hängen 80 Prozent des Ertrages vom Wetter ab.

Die Folgen des Klimawandels sind:

Eine Zunahme von Wetterextremen. Durch erhöhte Temperaturen kann mehr Wasserdampf in der Atmosphäre aufgenommen werden, dementsprechend kommt es bei Entladungen zu heftigeren Ereignissen. Die Folgen sind Starkregenereignisse, Überschwemmungen und Hagelstürme.

Länger anhaltende Trockenperioden durch eine Veränderung der Niederschlagsverteilung

Mit der Temperaturerhöhung geht die Entwicklung stärkerer Stürme mit Hagel einher

Verschiebung der Vegetationszonen

Rückgang der Schneedecken und somit eine erhöhte Frostgefahr

Auch die Schadensbilanz 2003 der Österreichischen Hagelversicherung zeigt ein Jahr der vielfältigen Schäden für die Landwirtschaft. Genau genommen gibt es kaum ein Risiko, das im Jahr 2003 nicht eingetreten wäre.

Beginnend mit großflächigen Frostschäden mit Temperaturen bis minus 20° Celsius in Niederösterreich und im Burgenland zu Jahresbeginn, was einen großflächigen Wiederanbau von rund 16.000 Hektar erforderte.

Durch die anhaltende Sommerdürre und Rekordhitze wurden vor allem im Osten und Südosten massive Trockenschäden mit bis zu 70 Prozent verursacht. Besonders betroffen waren Getreide-, Mais-, und Sonnenblumenkulturen was zu Entschädigungszahlungen alleine durch die Österreichische Hagelversicherung von rund EUR 10 Mio. führte.

Sturm- und Hagelschäden in den Monaten Mai bis August führten zu schwersten Schäden bei Obst, Wein und Ackerkulturen.

Hagel dominiert naturgemäß die Schadensbilanz, liegt doch Österreich weltweit in einem Hagelzentrum.
Insgesamt langten im Jahr 2003 über 25.000 Schadensmeldungen ein. Schadensbegutachtungen wurden auf insgesamt 125.000 Feldstücken durchgeführt, was zu Aufwendungen für Schadensfälle von über EUR 43 Millionen führte.

Strategie der Österreichischen Hagelversicherung

- Produktinnovation – mehr als nur Hagel versicherbar zu machen und somit den Risikoausgleich zu erhöhen
- Flächendeckende Absicherung zu günstigsten Bedingungen
- Initiativen für den Klimaschutz zu setzen

Produktinnovation - die Mehrgefahrenversicherung

Die Österreichische Hagelversicherung hat als starker und verlässlicher Partner der Bauern rechtzeitig auf das Gefahrenpotenzial durch den Klimawandel reagiert und sich in den vergangenen Jahren vom reinen Hagelversicherer zum agrarischen Spezialversicherer weiterentwickelt. Seit 1995 wird der Versicherungsschutz in der Mehrgefahrenversicherung, die neben Hagel zehn weitere Risiken, wie z. B. Trockenheit, Frost, Sturm und Überschwemmung versichert, kontinuierlich ausgeweitet. Mit dieser Produktinnovation sind wir in Europa federführend.

Flächendeckende Absicherung

In Österreich sind von den 1.000.000 Hektar hagelversicherter Flächen bereits über 50 Prozent mehrgefahrenversichert, d.h. über das Risiko Hagel hinaus abgesichert. Die Bauern haben das erweiterte Angebot rasch angenommen und betreiben immer aktiveres Risikomanagement, was die Flächenzuwächse der letzten Jahre bestätigen.

Initiativen für den Klimaschutz

Der Klimaschutz steht seit mehreren Jahren ganz im Zeichen unserer Öffentlichkeitsarbeit. Weltweit ist der Kampf für den Klimaschutz eine unausweichliche umwelt- aber auch wirtschaftspolitische Herausforderung. Die Sensibilisierung der Öffentlichkeit und die Notwendigkeit dagegen etwas zu tun, sind wichtiger denn je.

Als Naturkatastrophenversicherer erleben wir Jahr für Jahr die Veränderungen rund ums Wetter hautnah mit. Wir haben daher ein existenzielles Interesse am Klimaschutz.

Mit unseren Klimaschutzaktivitäten wollen wir die Auswirkungen des Klimawandels thematisieren und einer breiten Öffentlichkeit kommunizieren.

- Die Österreichische Hagelversicherung ließ sich bereits im Juni 2002 zum Klimabündnisbetrieb zertifizieren. Wir haben uns verpflichtet, unsere CO_2-Emissionen schon in den ersten drei Jahren um ein Drittel zu reduzieren. Mit dem Beitritt zum Klimabündnis engagieren wir uns aktiv für den Klimaschutz.

- Bereits zum dritten mal wurde der von der Österreichischen Hagelversicherung gestiftete

Klimaschutzpreis in Kooperation mit dem Lebensministerium in den Kategorien Wissenschaft und Journalismus verliehen.

- Eine weitere Klimaschutz-Initiative der Österreichischen Hagelversicherung in Kooperation mit dem Lebensministerium startete Ende Februar in allen Tageszeitungen Österreichs. Kommuniziert wird das neue Konzept in Form einer Bauernregel mit dem Aufruf zum Kauf klimafreundlicher, bäuerlicher Produkte. Auf den Inseraten sehen Sie neben unserem Logo auch das Logo klima:aktiv. Es steht für ein mehrjähriges Klimaschutz-Programm des Lebensministeriums.

Die Kampagne soll uns vor Augen halten, dass wir alle mit einer einfachen Maßnahme zum Klimaschutz beitragen können: Durch den Kauf von Produkten aus der Region.

Die Botschaft

Jeder Einzelne kann seinen Beitrag zum Klimaschutz leisten

Kaufen Sie Produkte aus der Region, denn kurze Transportwege schonen das Klima

Jeder kann beim Einkaufen eine Entscheidung für den Klimaschutz treffen

Mit diesen Maßnahmen wollen wir auch in Zukunft ein Zeichen in Richtung aktiven Klimaschutz setzen.

Autor

Dipl.Ing. Josef STROBLMAIR, Die Österreichische Hagelversicherung, Lerchengasse 3-5, A-1080 WIEN, e-mail: stroblmair@hagel.at

Die Auswirkung der Klimaänderung auf den Bodenwasserhaushalt und die Erträge im Marchfeld - eine Simulationsstudie

ELMAR STENITZER & JOHANNES HÖSCH

1) Einleitung

Die vorliegende Arbeit soll die Möglichkeit zur Abschätzung der Auswirkung einer Klimaänderung auf den Bodenwasserhaushalt und damit auf den Pflanzenertrag mit Hilfe des Bodenwasserhaushalts- und Pflanzenertrags-Modells SIMWASER anhand einer typischen Fruchtfolge im Marchfeld auf zwei unterschiedlichen Standorten vorstellen.

2) Material und Methoden

2.1) Klimaszenarien

Die mit Klimamodellen berechneten 30-jährigen gemittelten monatlichen meteorologischen Parameter wurden vom Institut für Meteorologie und Physik der BOKU vom IPCC DDC (Intergovernmental Panel on Climate Change Data Distribution Center) für die Periode 2040-2069 regionalisiert übernommen und für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt (Eitzinger, 2004). Die Klimamodelle sind jene des Max-Planck Institutes für Meteorologie (ECHAM4), des UK Hadley Center for Climate Prediction and Research (HadCM2), des Canadian Center for Climate Modeling and Analysis (CGCM1), des Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO-Mk2b) und des Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL-R15). Dabei wurden die Ergebnisse des Simulationslaufes "business as usual" verwendet, wobei der Treibhausgaseffekt und der Effekt von Schwefeldioxidaerosolen berücksichtigt sind. Die bei den genannten Szenarien zu erwartenden Änderungen der Niederschlags- und Verdunstungs-Verhältnisse sind in Tab 1 zusammengefasst. Zur Beschreibung des IST-Zustandes werden der Bodenwasserhaushalt und die Erträge der Fruchtfolge Zuckerrübe - Winterweizen - Kartoffel - Winterweizen - Sommergerste für die Jahre 1987-2003 simuliert.

Tab. 1: Veränderung der Temperatur, der potentiellen Evapotranspiration und des Niederschlages bei den einzeln Klima-Szenarien

Szenario	T (°C)	Prozent (%)	PET (mm/a)	Prozent (%)	Niederschlag (mm/a)	Prozent (%)
ISTZUSTAND	10.2	100	824	100	538	100
CGCM1	12.6	123	994	120	577	107
CSIRO	14.3	140	1024	124	584	108
ECHAM4	16.3	159	1131	137	535	99
GDFL-R15	16.2	158	1133	137	594	110
HadCM2	13.7	134	993	120	548	101

Die Auswirkung der Klimaänderung wird für den selben Zeitraum berechnet, mit der Annahme, dass durch die erhöhte CO2_Konzentration bei allen Kulturen laut Center for the Study of Carbon Dioxide and Global Change (2004) eine Ertragssteigerung von rund 30 % erwartet werden kann.

2.2) Simulation des Bodenwasserhaushaltes und der Pflanzenerträge

Das numerische Modell SIMWASER (STENITZER 1988) berechnet die Wasserbilanz sowie den Pflanzenertrag für beliebige Fruchtfolgen und Zeiträume, sofern für diese die erforderlichen täglichen Wetterdaten (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Wind, Globalstrahlung und Niederschlag) zur Verfügung stehen. Das Modell wurde anhand von Feldmessungen auf verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Kulturen erfolgreich getestet. Im vorliegenden Fall erfolgte die Modellerprobung

anhand der Lysimetermessungen des Institutes für Agrarökologie der AGES Wien in Hirschstetten (Hösch 2004) und anhand der Bodenwasserhaushaltsuntersuchungen des Institutes für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt Petzenkirchen auf dem Versuchsfeld der Landwirtschaftlichen Fachschule Obersiebenbrunn.

3) Ergebnisse

Als Beispiel für die Modelleichung zeigen die Abbildungen 1 und 2, dass mit SIMWASER sowohl der Wasserhaushalt als auch die Ertragsbildung gut nachvollzogen werden, sodass mit realistischen Ergebnissen bei der Abschätzung der Auswirkung der Klimaänderung gerechnet werden kann.

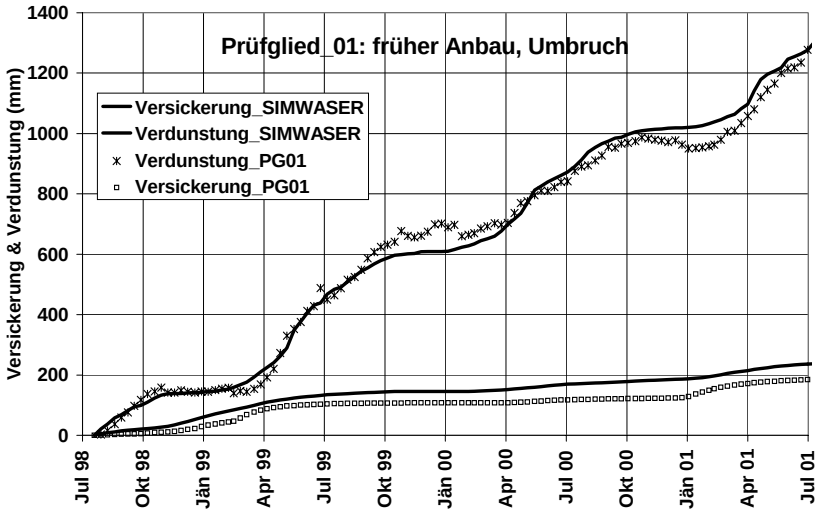


Abb.1 : Vergleich zwischen gemessener und berechneter Versickerung und Verdunstung (Stenitzer & Hösch, 2003)

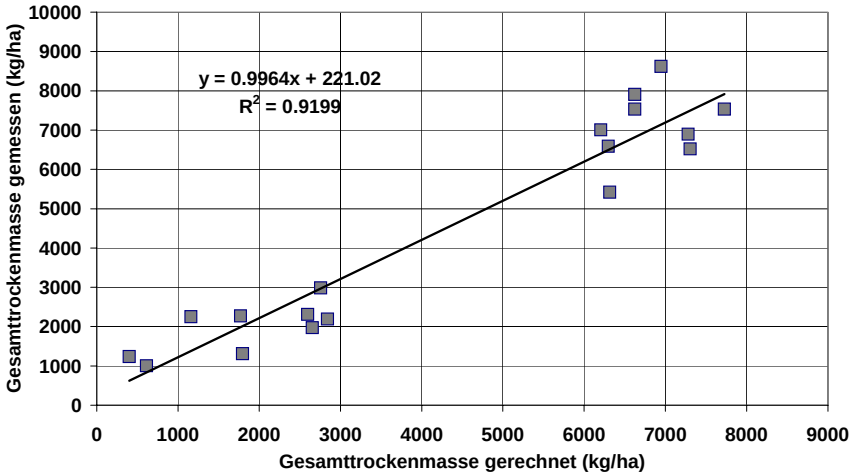


Abb. 2: Vergleich zwischen gemessener und berechneter Ertragsbildung (Stenitzer & Hösch, 2003)

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die berechneten Trockenmasserträge (Rübe und Blatt; Knollen und Kraut; Ähren und Stroh) bei den einzelnen Klima-Szenarien für einen Tschernosem mit der Bodenzahl 60 und für einen Paratschernosem mit der Bodenzahl 30.

Die (rechnerische, potentielle) Gesamttrockenmasse beim Istzustand beträgt auf dem Tschernosem bei Zuckerrübe 22500, bei Winterweizen 17000, bei Kartoffel 16500 und bei Sommergerste 12500 kg TM/ha. Beim Paratschernosem lauten die Werte: Zuckerrübe 17500; Winterweizen 12500, Kartoffel 15500 und Sommergerste 11500 kg TM/ha.

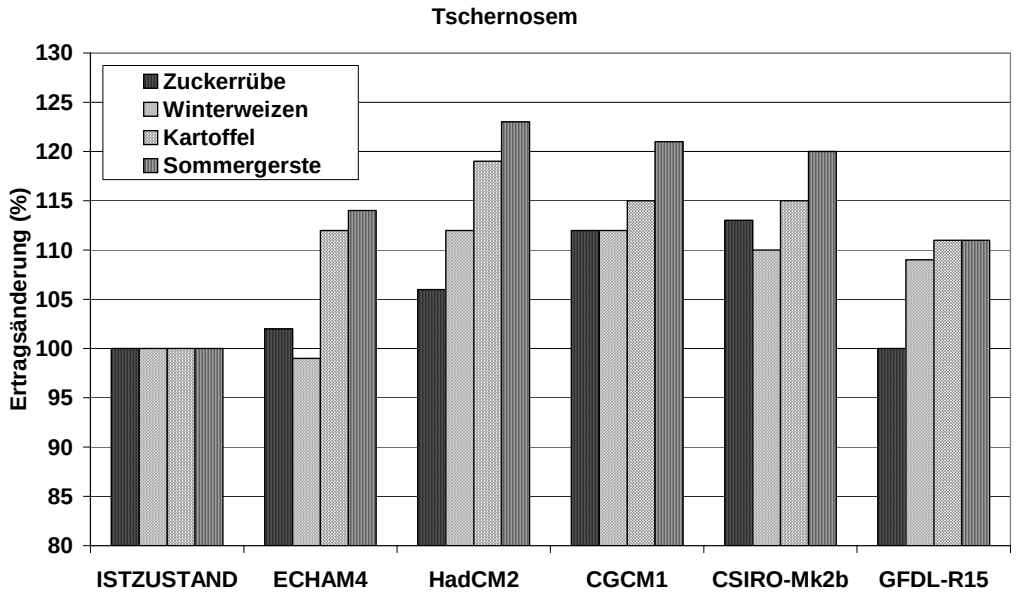


Abb. 3: Berechnete prozentuelle Änderung der Trockenmasseerträge bei den einzelnen Klimaszenarien

auf einem Tschernosem mit Bodenzahl 60

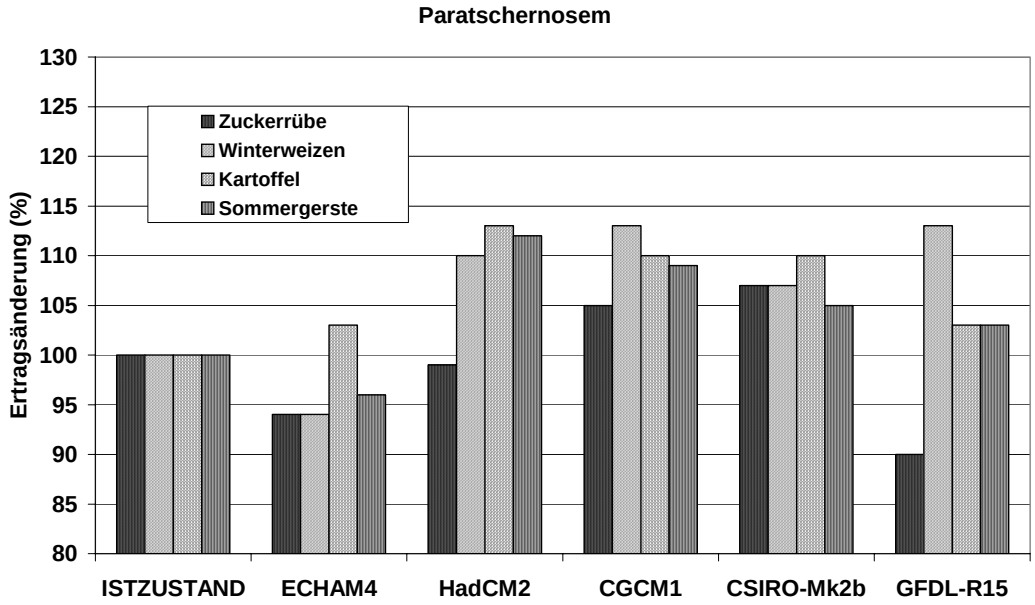


Abb. 4: Berechnete prozentuelle Änderung der Trockenmasseerträge bei den einzelnen Klimaszenarien

auf einem Paratschernosem mit Bodenzahl 30

4) Diskussion

Die dargestellten Berechnungsergebnisse zeigen, dass auf dem tiefgründigen Tschernosem infolge der Mehrproduktion bei verdoppeltem CO2-Gehalt der Luft unabhängig vom jeweils angenommen Szenario im allgemeinen eine Ertragssteigerung zu erwarten ist, während beim weniger speicherfähigen Paratschernosem die Ertragssteigerungen – von einem niedrigeren Ertragsniveau ausgehend – generell geringer ausfallen und dass insbesondere bei den Szenarien ECHAM4 und GFDL-R15 (mit den höchsten Zunahmen der potentiellen Evapotranspiration) mit

Ertragsminderungen zu rechnen ist. Hier kommt der unterschiedliche Wasserhaushalt beider Vergleichs-Standorte zu Ausdruck: während zum Beispiel die Zuckerrübe beim Tschernosem beim IST-Zustand durchschnittlich 279 mm/a und beim Szenario ECHAM4 sogar 304 mm/a dem Boden entziehen kann, sind es beim Paratschernosem beim IST-Zustand nur 218 mm/a und beim Szenario ECHAM4 auch nur 227 mm/a. Beim Szenario GFDL-R15 beträgt der Wasserentzug durch die Zuckerrübe beim Tschernosem 306 mm/a, während er beim Paratschernosem auf 222 mm/a beschränkt bleibt.

Die Simulationsergebnisse als solche sind aber - unabhängig von der Tatsache, dass die zugrundeliegenden Klimaszenarien lediglich grobe Anschätzungen darstellen - mit Vorsicht zu bewerten, da die Berechnungen mit langjährigen Monatsmittelwerten der vorausgesagten Änderungen durchgeführt wurden: das zu erwartende Auftreten gehäufter Niederschlags- und Temperatur-Extreme sowie von Gewittern und Hagelschlag wurde nicht berücksichtigt.

Zusammenfassung

Die Auswirkung von fünf unterschiedlichen Annahmen über die Klimaänderung auf den Bodenwasserhaushalt und den Ertrag einer typischen Zuckerrübe-Winterweizen-Kartoffel-Sommergerste-Fruchtfolge im Marchfeld wurde für einen tiefgründigen Tschernosem und einen seichtgründigen Paratschernosem mit dem Simulationsmodell SIMWASER abgeschätzt. Während beim Tschernosem generell eine Ertragssteigerung zwischen 0 und 20% erwartet werden kann, ist dies beim Paratschernosem nur beschränkt der Fall: bei zwei Klimaszenarien mit einer um mehr als 30 % erhöhten potentiellen Evapotranspiration sind auch Ertragsminderungen um bis zu 10 % zu erwarten!

Literatur

BÖHM, K. & J. HÖSCH (2001): Der Zwischenfruchtanbau als Instrument der Stoffkonservierung. Bericht über die 9. Gumpensteiner Lysimetertagung, S. 51 – 56. BAL Gumpenstein, A-8952 Irdning

Center for the Study of Carbon Dioxide and Global Change (2004): www.co2science.org

EITZINGER, J. (2004): Persönliche Mitteilung

HÖSCH, J. (2004): Messdaten der Lysimeteranlage Hirschstetten. Unveröffentlicht

STENITZER, E. (1988): SIMWASER - Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrages eines Standortes. Mittlg. der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt Nr. 31, A-3252 Petzenkirchen.

STENITZER, E. & J. HÖSCH: (2003): Extrapolation von Lysimeter-Ergebnissen mit Simulationsmodellen:

Auswirkung einer Zwischenbegrünung auf den Wasserhaushalt und den Ertrag im Marchfeld. Bericht über die 10. Gumpensteiner Lysimetertagung, S. 111 – 114. BAL Gumpenstein, A-8952 Irdning

Autoren

Dr. Elmar STENITZER, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN, e-mail: elmar.stenitzer@baw.at

DI Johannes HÖSCH, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Zentrum Versuchswesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: johannes.hoesch@ages.at

Der Waldboden als Kohlenstoffsenke – Vorräte und Vorratsänderungen.

Probleme und Möglichkeiten der Quantifizierung.

FRANZ MUTSCH & ROBERT HACKER

Kohlenstoffdioxid – Die globale Situation: Ausgangslage und Auswirkungen

Das Klima der Erde hat sich mit dem Beginn des vorindustriellen Zeitalters nachweislich geändert. So hat seit 1750 das atmosphärische CO_2 weltweit um rund 30 % zugenommen, wobei gleichzeitig die Steigerungsrate im vergangen Jahrhundert beispiellos ist. Der gegenwärtige CO_2-Anstieg wird vor allem von anthropogenen Emissionen verursacht, von denen dreiviertel auf das Verbrennen fossiler Energieträger zurückzuführen ist. Für den Rest ist die Änderung der Landnutzung, vor allem die Entwaldung, verantwortlich zu machen. Alle Berechnungen gehen davon aus, dass die globale Durchschnittstemperatur und die CO_2-Konzentration im 21. Jahrhundert weiterhin steigen werden (UNECE and EC, 2003).

In diesem Zusammenhang werden derzeit in verschiedenen Studien und Szenarien die möglichen Auswirkungen auf den Wald diskutiert (Geburek et al., 1997; Weiss et al., 2000; UNECE and EC, 2003). Dabei befindet sich der Wald einerseits in der Rolle eines betroffenen und gefährdeten Ökosystems, andererseits stellt der Wald eine bedeutende Größe als Kohlenstoffsenke dar. Dabei wollen wir insbesondere dem Waldboden unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Die europäische Dimension

Auf Basis von Monitoring-Programmen wird geschätzt, dass die netto Zunahme an Kohlenstoff in den europäischen Wäldern (Bäume und Boden zusammengenommen) rund 100 Megatonnen [Mt] (= 100.000 Kilotonnen [kt]) pro Jahr ausmacht; das sind etwa 25-50 % der gesamten europäischen Kohlenstofffixierung. Dabei ist zu beachten, dass der Kohlenstoff*vorrat* der Bäume deutlich niedriger ist als jener des Bodens, dass aber umgekehrt die jährliche Kohlenstoff*aufnahme* von Bäumen rund 5- bis 7-mal höher ist als die Fixierung von Kohlenstoff im Boden. Diese Kohlenstoff-Aufnahme („Carbon-Sequestration") der Wälder verzögert den CO_2-Anstieg der Atmosphäre und verringert dadurch die Geschwindigkeit des Klimawandels.

Bei der Diskussion solcher Daten darf jedoch nicht vergessen werden, dass die vorhandenen Darstellungen über die Kohlenstoffaufnahme teilweise beträchtlich variieren, einerseits wegen unterschiedlicher Methoden von Messung und Berechnung, andererseits wegen der geringen Zahl entsprechender Untersuchungen. Dabei ist die Kohlenstoffaufnahme des Bodens noch schwieriger zu kalkulieren als die der oberirdischen Biomasse (De Vries et al., 2003; UNECE and EC, 2003). Dies nicht zuletzt wegen unzureichender Harmonisierung bei der Probenahme sowie Schwierigkeiten bei der Abschätzung des Grobskelettgehaltes und der Bestimmung der Bodendichte.

Die österreichische Dimension

Für den österreichischen Wald wurden für das Jahr 1990 folgende *Vorräte* an organischem Kohlenstoff ausgewiesen (Weiss et al., 2000):

- Waldbiomasse (ober- und unterirdisch): 320 ± 42 Mt
- Waldboden (Auflagehumus und Mineralboden bis 50 cm Tiefe) 463 ± 185 Mt
- Summe aus Waldbiomasse und Waldboden 783 ± 190 Mt

Der gesamte Kohlenstoff*vorrat* in Österreichs Wäldern von rund 800 Mt (800.000 kt) entspricht etwa 40 österreichischen CO_2-Äquivalenten (jährlichem Ausstoß an CO_2). Dieser Zusammenhang belegt, wie wichtig im Zusammenhang mit der Treibhausproblematik eine nachhaltige und den Boden schonende Waldbewirtschaftung sowie der Schutz des Waldes und des Waldbodens sind.

Die jährliche Kohlenstoffbindung durch Zuwachs (Kohlenstoff*aufnahme*) übertraf im Zeitraum 1961-1996 die jährliche Kohlenstoff*freisetzung* durch Nutzung. Die österreichische Waldbiomasse war

somit in diesem Zeitraum eine netto Kohlenstoffsenke, in einer jahresabhängigen Größenordnung zwischen rund 1000 kt und 3700 kt mit einem Mittelwert von rund 2500 kt (Unsicherheit 750 kt). Das entspricht rund 14 % der österreichischen Brutto CO_2-Äquivalentemission an Treibhausgasen (CO_2, CH_4, N_2O).

Unterstellt man für Österreich die europäischen Zahlen einer jährlich rund 5- bis 7-mal höheren Kohlenstoff*aufnahme* der Bäume im Vergleich zu den Böden, so liegt die jährliche Kohlenstofffixierung des österreichischen Waldbodens zwischen etwa 350 und 500 kt mit einem Mittel von etwas über 400 kt. Bei einer Waldfläche von knapp 4 Millionen ha errechnet sich daraus eine mittlere Kohlenstoff*aufnahme* von rund 100 $kg.ha^{-1}.a^{-1}$.

Organisch gebundener Kohlenstoff im Waldboden – Ergebnisse aus Österreich

Im Rahmen der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur (Level I), die knapp über 500 in einem regelmäßigen Raster über Österreich verteilte Flächen umfasst und für welche die Probenahme in den Jahren 1987-1989 erfolgte, wurden folgende Daten erhalten (Englisch, 1992):

Tabelle 1: Organischer Kohlenstoff in österreichischen Waldböden [%]

Tiefenstufe	carbonatbeeinflusste Böden			carbonatfreie Böden		
	Mittelwert	Standardabw.	n	Mittelwert	Standardabw.	n
Auflagehumus	34,3	7,1	158	32,5	7,4	305
0-10 cm	10,6	7,7	172	5,8	4,2	331
10-20 cm	6,0	4,8	158	3,0	2,4	330
20-30 cm	4,1	3,4	150	2,1	1,7	328
30-50 cm	3,5	3,3	141	1,6	1,5	326

Diese Daten sind Konzentrationsangaben, welche sich auf den Feinbodenanteil (< 2 mm Korngröße) des Waldbodens beziehen. Für die Angabe von Masse Kohlenstoff pro ha (also die Angabe des Vorrats) ist die zusätzliche Kenntnis der Volumenanteils des Grobbodens (≥ 2 mm Korngröße) und der Bodendichte notwendig. Für diese Parameter wurden die weiter oben gemachten Angaben über die Vorräte in österreichischen Waldböden nach definierten Prozeduren geschätzt (Weiss et al., 2000).

Für die Feststellung von Änderungen des Kohlenstoffvorrates von Waldböden während eines bestimmten Zeitraums genügt es jedoch, die Änderungen von Konzentrationen zu erfassen, da sowohl der Grobskelettanteil als auch die Bodendichte in den betrachteten Zeiträumen von einigen Jahren oder Jahrzehnten (etwa die Umtriebszeit eines Bestandes) praktisch unveränderlich sind.

Nimmt man die oben angeführte Annahme einer mittleren Kohlenstofffixierung von rund 100 $kg.ha^{-1}.a^{-1}$ für österreichische Waldböden als Grundlage so errechnen sich, unter der Annahme von 1000 t Feinboden je ha (entspricht rund 10 cm der oberen Mineralbodenschicht, die wohl vorwiegend als C-Senke in Frage kommt) und abhängig vom Ausgangsgehalt an organischem Kohlenstoff sowie der Zeitspanne zwischen den Beprobungen, die in Tabelle 2 angeführten Zunahmen an C_{org} in Relativprozent.

Tabelle 2: Geschätzte Zunahme an organischem Kohlenstoff im Boden

in Relativ-% abhängig von Ausgangsgehalt und Zeitspanne

Ausgangsgehalt C_{org} in %	Zunahme an C_{org} in Relativ-%		
	nach 5 Jahren	nach 10 Jahren	nach 20 Jahren
2	2,5	5,0	10,0
5	1,0	2,0	4,0
10	0,5	1,0	2,0

5 Jahre ist der Zeitrahmen einer „Kyoto-Verpflichtungsperiode“ (Kyoto committment period). Etwa 20 Jahre werden vermutlich der Abstand zwischen der Erstaufnahme der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur und ihrer ersten Wiederholungsaufnahme sein.

Kritische Mittelwertdifferenzen bei Mehrfachbeprobung

Bei Wiederholungsuntersuchungen interessiert, ob sich die Konzentration eines bestimmten Parameters, in unserem Fall des Kohlenstoffs, nach einer gewissen Zeitspanne auf einer bestimmten Fläche verändert hat oder nicht. Zur Beantwortung dieser Frage, wie groß Differenzen sein müssen, um noch als signifikant erkannt zu werden, wurden die 20 Level-II-Flächen der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur (EU01 bis EU20) herangezogen und die Tiefenstufen 0-5 cm, 5-10 cm und 10-20 cm beprobt. Es wurden jeweils 8 Stichproben gezogen und getrennt analysiert. In Abbildung 1 sind die 95 % -Konfidenzbereiche der Mittelwerte abgebildet.

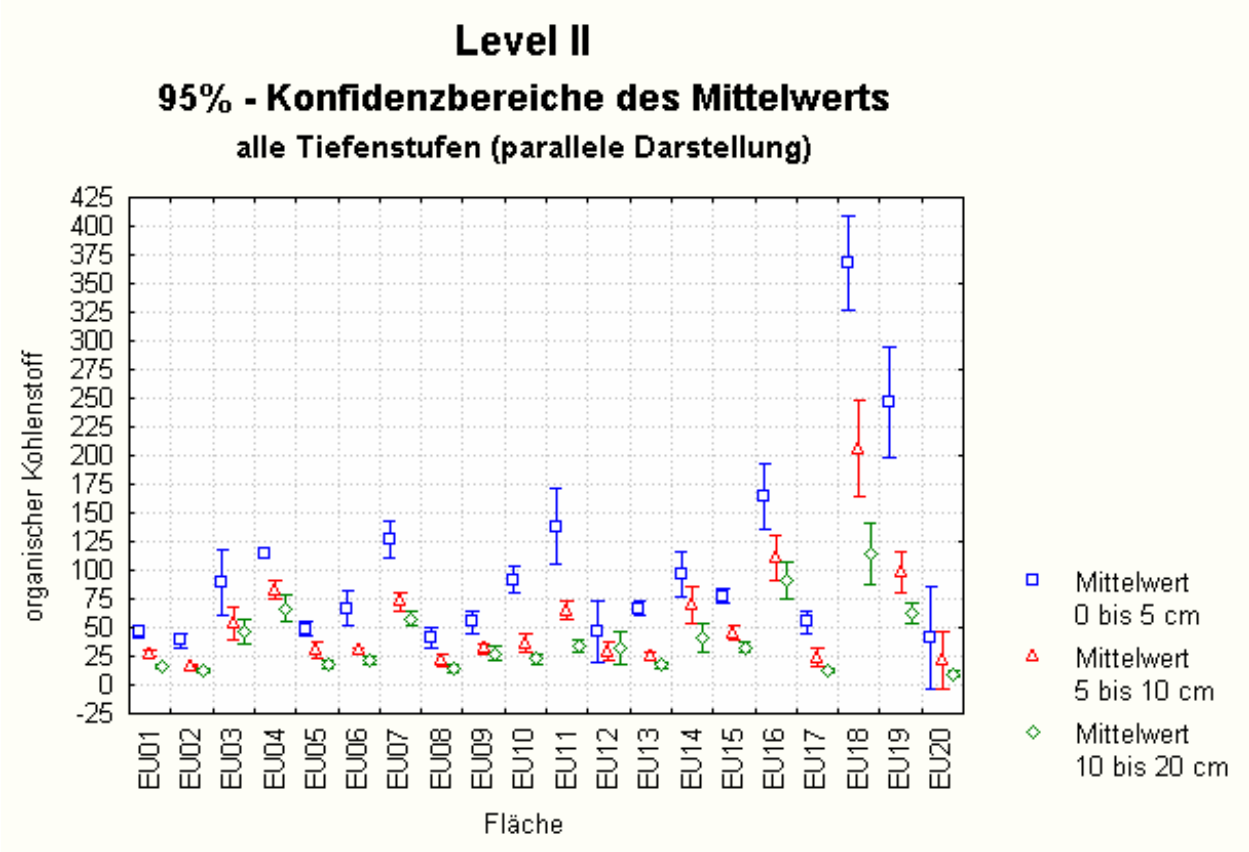


Abbildung 1: 95 % -Konfidenzbereiche des Mittelwertes für den organischen Kohlenstoff [mg.g^{-1}] von Level-II-Flächen getrennt nach Tiefenstufen

Auf Grundlage dieser Daten wurde ermittelt,

- dass im günstigsten Fall (EU04, 0-5 cm) Mittelwertunterschiede erst ab etwa ≥ 3 % als signifikant erkannt werden,
- dass in einem durchschnittlichen Fall (EU19, 5-10 cm) Mittelwertunterschiede erst ab etwa ≥ 15 % als signifikant erkannt werden und
- dass im schlechtesten Fall (EU20, 5-10 cm) Mittelwertsunterschiede erst ab etwa ≥ 75 % als signifikant erkannt werden.

Zum schlechtesten Fall muss ergänzt werden, dass hier eine einzige Probe der 8 Stichproben extrem falsch gezogen wurde und somit auch diesen extrem schlechten Wert verursachte. Deutlich unkorrekte Probenahmen werden vermutlich keine Einzelfälle darstellen und somit ein Problem sein, mit dem wir uns auseinandersetzen müssen.

In der eben zitierten Untersuchung wurde von Änderungen auf Einzelflächen ausgegangen; werden größere Kollektive untersucht (beispielsweise alle carbonatfreien Böden Österreichs), wären Änderungen leichter nachweisbar. Bei größerem Stichprobenumfang wird die Varianz kleiner, daher die Schätzung genauer und somit auch kleinere Unterschiede leichter feststellbar.

Vergleicht man dieses Ergebnis mit den erwarteten durchschnittlichen Zunahmen an C_{org} in Relativ-% (Tabelle 2) so wird deutlich, dass nur auf sauren Böden für die als C-Senke vermutlich besonders

relevante Tiefenstufe 0-10 cm (Tabelle 1) im günstigsten Fall nach 20 Jahren signifikante Unterschiede erfasst werden könnten. Für eine „Kyoto-Verpflichtungsperiode“ (5 Jahre) werden nach den vorliegenden Ergebnissen mit Sicherheit keine messbaren Unterschiede nachweisbar sein. Ähnliches berichtet auch Freibauer (2002).

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Obgleich die Rolle des Waldbodens als Kohlenstoffpool und Kohlenstoffsenke bedeutend ist, sind seine diesbezüglichen Veränderungen nur schwer und auch dann nur über größere Zeitabstände (kaum viel kürzer als 20 Jahre) nachweisbar.

In diesem Beitrag nur angedeutet ist, dass sich vor allem durch eine harmonisierte und reproduzierbare Probenahme mit Sicherheit bessere Ergebnisse erzielen lassen. Vermutlich werden aber auch im analytischen Bereich noch Punkte zu holen sein.

Jedenfalls rechtfertigt und erfordert die Bedeutung des (Wald)Bodens als Kohlenstoffsenke weitere Anstrengungen, um die Methoden zur Quantifizierung des Kohlenstoffpools und seiner Veränderungen treffsicherer zu machen.

Literatur

DE VRIES, W., G.J. REINDS, M. POSCH, M.J. SANZ, G.H.M. KRAUSE, V. CALATAYUD, J.P. RENAUD, J.L. DUPOUEY, H. STERBA, E.M. VEL, M. DOBBERTIN, P. GUNDERSEN, J.C.H. VOOGD, 2003: Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe. Technical Report 2003. EC-UN/ECE, Brussels, Geneva.

ENGLISCH, M., 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur, Teil III: Atmogene Hauptnährstoffe. Mitt. Forstl. BVA 168, S. 45-58.

FREIBAUER, A., 2002: CarboEurope – A cluster of projects to understand and quantify the carbon balance of Europe. CarboEurope European Office, Max-Planck-Institute for Biogeochemistry, Jena, Deutschland.

GEBUREK, TH., H. HAGER, M.J. LEXER, F. MÜLLER, F. NOBILIS, A. SCHOPF, U. SCHULTZE, F. STARLINGER, 1997: Klimaänderung – Mögliche Einflüsse auf den Wald und waldbauliche Anpassungsstrategien. Hrsg.: Österreichischer Forstverein. Zentrum für Umwelt und Naturschutz. Univ. Bodenkultur, Wien.

UNECE and EC, 2003: The Condition of Forests in Europe. 2003 Executive Report. Geneva and Brussels.

WEISS, P., K. SCHIELER, K. SCHADAUER, K. RADUNSKY, M. ENGLISCH, 2000: Die Kohlenstoffbilanz des österreichischen Waldes und Betrachtungen zum Kyoto-Protokoll. Monographien Band 106. Umweltbundesamt, Wien

Autoren

Dr. Franz MUTSCH, Robert HACKER, Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 WIEN, e-mail: franz.mutsch@bfw.gv.at

Bodenbewirtschaftung und Erosionsschutz mit Witterungsextremen

FRANZ XAVER HÖLZL

1. Ausgangssituation

Renommierte Klimaforscher sehen die Zunahme von Starkregenereignissen als erwiesen. Diese Situation konfrontiert die Landwirtschaft mit höherer Abschwemmungsgefahr. Verstärkte Erosionsschutzmaßnahmen, insbesondere bei Risikokulturen in Hang-lagen, sollten umgesetzt werden.

2. Maßnahmen gegen Erosion

Die Erosion auf hängige Ackerflächen war und ist teilweise eines der Probleme in der Landwirtschaft. Die Oö. Bodenschutzberatung hat sei Beginn ihrer Tätigkeit seit dem Jahre 1992 einen wesentlichen Schwerpunkt ihrer Versuchs- und Beratungsarbeit auf Maßnahmen zur Reduzierung des Bodenabtrags gelegt. Der wesentliche Eckpfeiler war die Implementierung des Systems „Immergrün" (= Anbau von abfrostenden Zwischenfrüchten mit Mulchsaat der Folgekultur). Der Zwischenfruchtbau (Mulchsaat) ist erfreulicher Weise eine der zentralen Maßnahmen im österreichischen Umweltprogramm aufgenommen worden.

Grundsätzlich kann behauptet werden, dass Bodenschutzmaßnahmen auch Gewässer schützen. Bodenschutz ist daher untrennbar mit Gewässerschutz verbunden.

Im Folgenden wird die Thematik Erosion grundsätzlich abgehandelt

Tolerierbarer Bodenabtrag[1.]

Die Bodenerosion ist ein natürlicher Prozess, der auch nicht völlig verhindert werden kann. Sie kann aber auf ein akzeptables Maß reduziert werden. Dieses akzeptable Maß wird als tolerierbarer Bodenabtrag bezeichnet. Dieser tolerierbare Bodenabtrag müsste eigentlich gleichzusetzen sein mit der Bodenneubildungsrate oder sollte darunter liegen. Da in unseren Klimabreiten die Bodenneubildungsrate nur sehr gering und fast nicht messbar ist, wurde aus praktischen Gründen der tolerierbare Bodenabtrag an die Gründigkeit der jeweiligen Böden angepasst. Die Anpassung erfolgt so, dass das natürliche Ertragspotential der Böden in den nächsten 300 bis 500 Jahren nicht entscheidend geschwächt ist.

Kulturbedingte Erosion[1.]

Im Gegensatz zur „normalen Erosion" versteht man unter der „kulturbedingten Bodenerosion" die vom Menschen ausgelöste Verlagerung von Bodenbestandteilen durch Wasser und Wind. Der Einfluss des Menschen besteht dabei überwiegend in der Beseitigung der natürlichen, den Boden ausreichend schützenden Pflanzengesellschaften. Meist verstärkte der auf die Beseitigung der natürlichen Pflanzengesellschaften folgende Ackerbau die Erosion.

Den Bodenabtrag bestimmende Faktoren[1]

Die wesentlichen Faktoren, die den Bodenabtrag bestimmen (Allgemeine Bodenabtragsgleichung von Wischmeier und Smith):

- Der Regen- und Oberflächenabflussfaktor (R)
- Der Bodenfaktor (K)
- Hanglänge (L)
- Hangneigung (S)
- Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor (C)
- Erosionsschutzfaktor (P)

Regenereignisse und Oberflächenabfluss[2]

Erfahrungsgemäß sind im gemäßigt-humiden Klima nur Regenereignisse erosionswirksam, die mindestens ca. 10 – 12 mm mit einer Intensität von mindestens ca. 10 mm/h erbringen. In

Mitteleuropa fallen die meisten der erosiven Niederschläge zwischen Mai und August, und sie sind deutlich ungleichmäßiger über das Jahr verteilt als die Niederschläge selbst.

Die aufprallenden Regentropfen bewirken häufig auch eine Versiegelung der obersten Millimeter des Bodens, weil durch sie Ton- und Schluffteilchen in die Poren wandern und diese teilweise verstopfen. Hierdurch sinkt die Infiltrationsrate und der Oberflächenabfluss beginnt, bevor tiefere Teile der Krume durchfeuchtet werden.

1 mm Abtrag entspricht bei einem Vol.-Gew. von 1,3 – 1,6 g cm^{-1} einem Abtrag von 13 – 16 t/ha. Die Neubildungsrate liegt dagegen nur bei 1/10 bis 1/100 dieses Wertes.

Bodeneigenschaften

Unter den Bodeneigenschaften fördert ein hoher Schluff- und Feinstsandgehalt (0,002 – 0,1 mm) und eine geringe Durchlässigkeit die Erodierbarkeit, während sie mit steigendem Gehalt an Steinen, organischer Substanz, Ton und Sand (> 0,1 mm) und steigender Aggregatstabilität sinkt. Humusarme und tonverarmte Lössböden sowie feinsandreiche Böden sind daher sehr erosionsanfällig.

Hanglänge - Hangneigung

Naturgemäß steigt der Abtrag stark mit zunehmender Hangneigung, aber auch, wenn auch schwächer, mit zunehmender Hanglänge, da hierdurch Menge und Schleppkraft des Oberflächenwassers ansteigen.

Biologische Maßnahmen

a) Ackerbauliche Maßnahmen

- Humuszufuhr
- Kalkung
- Bodenbearbeitung: reduzierte Bodenbearbeitung Minimalbodenbearbeitung termingerechte Bodenbearbeitung Grubbern statt Pflügen Saatbettbereitung so rau wie möglich
- Verminderung der Bodenverdichtung – Befahren möglichst nur im trockenen Zustand – Verminderung der Achslasten (Breit- und Terrareifen)
- Lockerung der verdichteten Spur bis in die Krumentiefe
- Keine Fahrspuren in Falllinie
- Reduzierung des Bewirtschaftungsverkehrs durch Verwendung von Kombinationsgeräten und Verbesserung der Bestelltechniken

b) Pflanzenbauliche Maßnahmen

Schutz des Bodens durch pflanzliche Bedeckung vor allem zu Zeiten von Niederschlägen mit hoher Intensität

- Anbau gareförderner Pflanzen
- ausreichende Humuszufuhr über die Wurzel- und Erntereste – langfristige Beschattung des Bodens – wasserstabiles Bodengefüge
- Aufweitung von einseitigen Fruchtfolgen
- Einschaltung von Begrünungen

[1] Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, BMLF 1997: „Bodenschutz in Österreich“, Kapitel „Bodenerosion“ und „Erosionshemmende Maßnahmen“ von Univ. Prof. DI Dr. Eduard Klaghofer

[2] Scheffer/Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde

3. Gesetzliche Vorgaben im Aktionsprogramm 2003

Betroffen sind landwirtschaftliche Nutzflächen, die unmittelbar an ein Gewässer angrenzen. Ab einer Neigung von 10 % sind insbesondere bei Hackfrüchten Schutzmaßnahmen zu treffen.

1. Das Ausbringen von stickstoffhältigen Düngemitteln einschließlich Klärschlamm auf Ackerflächen und Dauergrünland hat zu unterbleiben, wenn erfahrungsgemäß Abschwemmungsgefahr in Oberflächengewässer besteht.
   Eine derartige Abschwemmungsgefahr kann insbesondere bei der Ausbringung flüssiger Düngemittel wie Gülle, Jauche und Klärschlamm auf Ackerflächen bereits bei einer durchschnittlichen Neigung des Hanges zum Gewässer ab 10% gegeben sein, sofern keine der in den folgenden Absätzen genannten Schutzmaßnahmen zur Verringerung der Abschwemmung getroffen werden.
   Schutzmaßnahmen in Hanglagen ab 10 % zum Gewässer:
2. Das Ausbringen stickstoffhältiger Düngemittel – ausgenommen Stallmist und Kompost – in derartigen Hanglagen hat bei einer Gesamtstickstoffgabe von mehr als 100 kg Reinstickstoff pro ha jedenfalls in Teilgaben zu erfolgen.
3. Unmittelbar vor dem Anbau dürfen stickstoffhältige Düngemittel bis höchstens 100 kg Reinstickstoff pro ha ausgebracht werden.
4. Bei Kulturen mit besonders später Frühjahrsentwicklung (Zuckerrübe und Mais) ist zumindest eine der folgenden Bestimmungen zusätzlich umzusetzen:
   - Schlagteilung: der Hang zum Gewässer ist durch Querstreifeneinsaat, Quergräben mit bodendeckendem Bewuchs[1] **ode**r sonstige gleichwertige Maßnahmen so in Teilstücke zu untergliedern, dass eine Abschwemmung des Düngers vermieden wird **oder**,
   - Randstreifen: zwischen der zur Düngung vorgesehenen Ackerfläche und dem Gewässer hat ein mindestens 20 Meter breiter gut bestockter Streifen[2] vorhanden zu sein **oder**
   - der Anbau Kultur mit später Frühjahrsentwicklung erfolgt quer zum Hang **oder**
   - Spezielle Anbauverfahren (zB Mulchsaat): der Anbau Kultur mit später Frühjahrsentwicklung erfolgt mit anderen abschwemmungshemmenden Anbauverfahren (zB Schlitzsaat, Mulchsaat, Direktsaat) zu erfolgen **oder**
   - die Flächen sind über den Winter bestockt zu halten (zB Winterungen oder Zwischenfrüchte)

Die ausgeführten Regelungen gemäß Punkt 1 und 4 gelten nicht bei Schlägen unter 1 ha im Berggebiet südlich der Donau. Dadurch sollen unverhältnismäßige Härten für die kleinen, teilweise nur der Selbstversorgung dienenden Ackerflächen unter einem Hektar Schlaggröße im Berggebiet des alpinen Raumes vermieden werden

[1] „Bodendeckender Bewuchs“: im Boden verwurzelte lebende oder tote Pflanzen mit flächenhafter Bedeckung des Bodens

[2] „Gut bestockter Streifen“: ein mit ein- oder mehrjährig auch verholzten Pflanzen mit guter Flächendeckung bewachsener Streifen; „bestockt“: mit ein- oder mehrjährig auch verholzten Pflanzen bewachsen

4. Kurzvorstellung der OÖ Bodenschutzberatung

4. 1. Einrichtung eines Beratungsdienstes

Gemäß § 35 Abs. 1 OÖ Bodenschutzgesetz 1991 hat die Landwirtschaftskammer für Oberösterreich für die Beratung der Eigentümer oder Nutzungsberechtigten von Böden in Angelegenheiten des Bodenschutzes sowie für die Verwendung von Pflanzenschutzmittel einen Beratungsdienst eingerichtet. Der Beratungsdienst, die Bodenschutzberatung der Landwirtschaftskammer für Oberösterreich, ist derzeit mit vier Dienstposten, drei Bodenschutzberatern und einer Sekretärin, besetzt.

4.2. Gesetzliche Aufgabenstellung

Das Versuchs- und Beratungswesen ist die Aufgabenstellung der Bodenschutzberatung gemäß § 34 des OÖ Bodenschutzgesetzes. Die Versuchsprogramme umfassen bodenschutzspezifische Strategien der Landbewirtschaftung, haben den jeweiligen Erkenntnisstand der Wissenschaft zu berücksichtigen und sind mit Bedachtnahme auf die landestypischen Boden- und Klimaverhältnisse durchzuführen.

Die Bodenschutzberatung besteht aus 3 Referenten und 1 Sekretärin

4.3. Bodenschutz in der Landwirtschaft

Arbeitsschwerpunkte der Oö. Bodenschutzberatung:

- Erosionsschutz
- Grundwasserschutz
- Düngung allgemein
- Düngung im ÖPUL
- Wirtschaftsdüngeranwendung
- Bodennahe Wirtschaftsdüngerausbringung
- Zwischenfruchtbau
- Mulch- und Direktsaat
- Reduzierte Bodenbearbeitung
- Versuche
- Lysimeter
- Mitarbeit in Fachgremien

Autor

DI Franz Xaver HÖLZL, Landwirtschaftskammer OÖ, Bodenschutzberatung, Auf der Gugl 3, A-4021 LINZ, e-mail: franz.hoelzl@lk-ooe.at

Einfluss unterschiedlicher Bodennutzungssysteme auf ausgewählte Bodenparameter und den Bodenwasserhaushalt im semiariden Produktionsgebiet Österreichs

PETER LIEBHARD, HELMUT WAGENTRISTL, GOTTFRIED BESENHOFER & GERNOT BODNER

Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

Die ackerbauliche Bodennutzung wird von der Bodenbearbeitung wesentlich geprägt. Durch das vernetzte und komplexe System, das die durchwurzelte Krume darstellt, führt ein Großteil der Bodenbearbeitungsmaßnahmen meist erst nach Jahren zu einer Veränderung in der natürlichen Ertragsfähigkeit. Bereits eine einmalige und im Besonderen eine mehrjährige fehlerhafte Bearbeitung wirken sich negativ auf die Struktur aus und die ist nur langfristig korrigierbar.

Material und Methoden

Der seit August 1996 an der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur in Groß Enzersdorf laufende Versuch „Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf ökologische und ökonomische Parameter im pannonischen Klimaraum“ deckt einen Teil der aktuellen Fragen aus der Praxis ab.
Der Versuch wurde als zweifaktorielle Spaltanlage mit fünf Großteilstücken (Bodenbearbeitungs-systeme) und je zwei Kleinteilstücken (Fruchtfolge) angelegt. Die gesamte Versuchsanlage hat eine Fläche von 5,94 ha und ist 258 m breit und 230 m lang. Die Parzellen der ersten Wiederholung haben eine Größe von 60 x 24 m. Die Parzellen der übrigen drei Wiederholungen 40 x 24 m. Die Längsseiten der Parzellen sind durch zwei m breite und die Querseiten durch 10 m breite Dauergrünstreifen als Fahrgewende angelegt. Die besondere Größe der Parzellen ist wegen dem praxisnahen variantenbezogenen Bearbeiten der Fläche vorgegeben.

Bearbeitungsvarianten

Variante 1: Konventionelle Bearbeitung - Lockerbodenwirtschaft (Pflug)

Variante 2: Extreme Festbodenmulchwirtschaft – (Direktsaat im System)

Variante 3: Lockerbodenmulchwirtschaft (tiefe Grubberbearbeitung)

Variante 4: Festboden - Mulchwirtschaft (flache Grubberbearbeitung)

Variante 5: Integriertes Bodenbearbeitungssystem (LIEBHARD 1995)

Versuchsdurchführung

Die Einhaltung der ceteris-paribus Bedingung ist ein Durchführungsgrundsatz. Sorteauswahl, Düngung und Pflanzenschutz erfolgen nach den Gründsätzen der „Guten fachhlichen Praxis“ und der „Integrierten Pflanzenproduktion“!. Die Unkrautregulierung muss aber meist variantenbezogen durchgeführt werden.

Ergebnisse und Diskussion

° Phosphat- und Kaliumgehalt

Aufgrund der relativ hohen Ausgangsversorgung bei den Makronährstoffen Phosphat und Kalium und der jährlichen Düngung auf Nettonährstoffentzug kam es – wie erwartet – in den ersten 8 Jahren noch zu keiner messbaren Veränderung in den Gehaltswerten (Tab. 1 und 2).

Hervorzuheben sind die deutlich unterschiedlichen Gehaltswerte im Ober- und Unterboden.

° *Humusgehalt*

Die abgestorbene organische Masse des Bodens – meist als Humus bezeichnet – hat aus bodenkundlicher und pflanzenbaulicher Sicht für die Bodenfruchtbarkeit und das Pflanzenwachstum hohe Bedeutung. Er ist, wie er sich in langjähriger Nutzung und vorgegebenen standortspezifischen Bedingungen allmählich einstellt, meist stabil (OBERLÄNDER 1992, BODNER et al. 2002). Der Humusgehalt kann aber kurzfristig (10-jährige Auswirkung) durch hohe Gaben organischer Substanz und durch unterschiedliche Bewirtschaftungssysteme, im besonderen durch eine verschiedenen Bodenbearbeitung im Gehalt geändert werden.

Am angeführten Versuch erfolgte die Zufuhr an organischer Substanz ausschließlich über die jeweiligen gesamten Ernterückstände. Unterlässt man die wendende Bodenbearbeitung, dann verbleiben nach der Ernte die pflanzlichen Reststoffe mehr und oder weniger nahe an der Bodenoberfläche.

Nach der zweifach durchlaufenden Fruchtfolgerotation (ZR-WW-KM-WW) reichte diese Menge an Ernterückständen im Oberboden nur bei den Mulchsaat- und Direktsaatparzellen zu einer deutlichen Humusgehaltserhöhung (Tab.3). Bei den Pflugvarianten und der Kombination reduzierte Bearbeitung trat keine Änderung des Humusgehaltes ein. Die nicht wendenden Bearbeitungsverfahren (Mulch- und Direktsaat) bewirken gegenüber den Pflugvarianten und der Kombination reduzierte Bestelltechnik und Pflug bereits nach 7 Jahren einen um bis zu 0,6 % höheren Humusgehalt.

Mit der Primärbodenbearbeitung werden meist eine Lockerung der Krume und damit eine Erhöhung des Porenvolumens erreicht. Dabei entstehen Sekundärporen größer 50 – 60 µm, die aber wieder leicht durch Platzregen oder durch die Infiltration sowie durch die natürliche Setzung und vor allem durch das Befahren wieder zerstört werden.

° *Lagerungsdichte*

Das Verhältnis von Gewicht zu Volumen ist bei verschiedenen Böden und in verschiedenen Tiefen einerseits von der natürlichen Bodenentwicklung und andererseits von der Bearbeitung abhängig.

Erwartungsgemäß weist im Oberboden nach achtjähriger unterschiedlicher Bodenbearbeitung die Direktsaatvariante (Variante 2) die höchste Lagerungsdichte, von 1,29 bis 1,39 auf (Tab.4). Die geringste Lagerungsdichte zeigen die Varianten mit jährlich tiefgehender Bodenwendung bzw. Lockerung (Variante 1 und 3). Im Bereich der Pflugsohle, von ca. 30 bis 35 cm Bodentiefe steigen die Werte bei den Varianten Pflug, Direktsaat und Mulchsaat wieder an. Eine durchgehend mittlere Lagerungsdichte weist die Variante „Integriertes Bodenbearbeitungssystem“ auf.

° *Eindringwiderstand*

Der Eindringwiderstand gilt als standortspezifisches Maß für die Energie, welche die Pflanzenwurzel aufbringen muss, um in den Boden einzudringen. Hohe Eindringwiderstände wirken ertragsmindernd und ergeben sich aus fehlerhafter Bodenbearbeitung und -belastung. Die Ursachen sind meist das Befahren oder Bearbeiten bei zum nassem Zustand, zu schwere Maschinen, zu geringe Reifenbreiten oder eine gestörte Bodenstruktur.

Der Verlauf des Eindringwiderstandes von 5 bis 40 cm Bodentiefe wird deutlich durch das Bodenbearbeitungssystem geprägt (Abb.3). Die intensive Lockerung der Oberkrume bei den Varianten Pflug und Grubber (Variante 1, 4 und 5) führte zu niedrigen Eindringwiderständen bis 20 cm Bodentiefe. Ab 20 cm Tiefe kam es bei der Pflugvariante beinahe zu einem linearen Anstieg bis zum Durchbrechen der Pflugsohle (bei 38 cm Bodentiefe). Der erreichte Maximalwert von über sechs MP/ cm^{-2} stellt für die Nutzpflanzenwurzeln eine meist unüberwindliche Hürde für das Durchdringen des Verdichtungshorizontes dar. Beinahe unabhängig vom Bearbeitungsgerät entsteht unter der Bearbeitungsgrenze ein mehr oder weniger mächtiger Verdichtungshorizont.

Bodenwasser

Obwohl der **Grundwasserkörper des Marchfeldes** eine hohe Mächtigkeit aufweist, besteht für die Erhaltung der Wassergüte eine hohe Gefährdung.

° *Gravimetrischer Bodenwassergehalt*

Die Werte für den gravimetrischen Bodenwassergehalt wurden aus den Bodenproben der N_{min}-Untersuchungsreihe ermittelt. Trotz der eher geringen Winterniederschläge stieg der Bodenwassergehalt von Oktober 2002 bis April an. Durch den Wasserverbrauch der wachsenden Kulturen (Weizen) und vor allem wegen der Sommertrockenheit von Juni bis zu den ersten größeren Niederschlagsmengen im September fielen die Gehaltswerte stark ab. Die geringen Niederschlagsmengen im Herbst zeigen sich im Ergebnis deutlich wieder.

° *Volumetrischer Bodenwasergehalt*

Bei den Varianten 1, 2, 3 und 4 wurden in der ersten Wiederholung zusätzlich Bodensonden zur kontinuierlichen Erhebung des Vol. % Bodenwassergehaltes eingebaut. Die Bodensonden werden vor der Saat verlegt und die Messung erfolgte jeweils bis 10. Oktober.

Der Kurvenverlauf für den volumetrischen Bodenwassergehalt zeigt eine ähnliche Tendenz (Abb.5). Die Variante 2, die Direktsaat, weist über den gesamten Untersuchungszeitraum die höchsten Bodenwassergehaltswerte auf. Aus dem Kurvenverlauf aller Varianten ist weiters eindeutig ersichtlich, je geringer die Bearbeitungsintensität, umso höher der Wassergehalt in der durchwurzelbaren Krume zwischen 10 und 30 cm Bodentiefe. Von entscheidender Bedeutung für den höheren Wassergehalt in der Oberkrume ist bei den Parzellen mit nichtwendender Bearbeitung der höhere Humusgehalt.

N-Mineralisationsverlauf

Zur Beurteilung des N-Mineralisationsverlaufes in Abhängigkeit unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme wurden an fünf Terminen in bekannter Durchführungsweise bis 90 cm Bodentiefe in drei Tiefenstufen N_{-Min} Proben gezogen (Tab.5 und 6).

Tab.5: Signifikanzniveaus der Varianzanalyse bezüglich des Einflusses der unterschiedlichen Bodenbearbeitung auf den N_{min} Gehalt (kg N ha^{-1}) im Boden bei Weizen, Vegetationsjahr 2002

	Bodentiefe in cm			
Monat	0 - 30	30 - 60	60 - 90	0 - 90
Oktober	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
März	+	+	*	+
April	*	+	*	*
Mai	n.s.	+	*	*
Juli	*	*	+	n.s.

+ = Trend, * = signifikanter Unterschied, n.s. = nicht signifikant

Tab.6: N_{-Min} NO_3-Gehaltswert bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung (kg N ha^{-1}) in 0 bis 90 cm Bodentiefe bei W-Weizen, Vegetationsjahr 2002

Bearbeitungs-Termin	Variante	Bodentiefe in cm 0 - 30	30 - 60	60 - 90	0 - 90
	Pflug	17,1	11,4	4,1	32,6
Oktober	Mulchsaat	15,3	9,2	3,6	28,1
	Direktsaat	13,8	7,2	4,7	25,7
	Pflug	38,2	28,0	15,2	81,4
(Februar)	Mulchsaat	26,8	26,7	8,3	61,8
März	Direktsaat	29,7	31,9	11,5	73,1
	Pflug	82,6	38,1	24,3	145,0
April	Mulchsaat	59,1	36,2	10,6	105,9
	Direktsaat	43,8	27,6	18,1	89,5
	Pflug	108,3	50,4	28,2	186,9
Mai	Mulchsaat	111,9	40,1	9,9	1671,9
	Direktsaat	99,8	35,8	14,8	150,4
	Pflug	87,4	59,3	11,9	158,7
Juli	Mulchsaat	99,2	35,8	7,1	142,1
	Direktsaat	103,8	40,7	6,7	148,2

Schlussfolgerung

- Während der bisherigen Laufzeit (8 Vegetationsjahre) und den relativ hohen Ausgangsgehaltswerten kam es bei den ausgebrachten Düngermenge (nach Nettonährstoffentzug) bei allen Bearbeitungsvarianten und Bodentiefen (bis 40 cm) noch zu keiner signifikanten Veränderung im Phosphat- und Kaliumgehalt.
- Die Höhe des Humusgehaltes wird durch das Bearbeitungssystem gesichert beeinflusst. Bei der standortüblichen Bearbeitung mit jährlichem Pflügen konnte bei Einarbeitung der gesamten Ernterückstände der Humusgehalt gerade noch gehalten werden. Im Oberboden (bis 20 cm Bodentiefe) kam es auf den reduziert bearbeiteten Parzellen zu einer deutlichen Humusgehaltserhöhung.
- In der Oberkrume nahm erwartungsgemäß die Lagerungsdichte in den reduziert bearbeiteten Parzellen zu. Im Pflugsohlenbereich (25 bis 35 cm Bodentiefe) hingegen liegen die Werte in den jährlich gepflügten Varianten deutlich darüber.
- Mit einem Penetrometer war es bei der Eindringwiderstandsmessung möglich, die räumliche Verteilung einer Reihe von bodenphysikalischer und -mechanischer Auswirkungen der unterschiedlichen Bodenbearbeitung zeitgleich abzuschätzen. Die bisherigen Ergebnisse decken sich mit den Werten der Lagerungsdichte.
- Im Bodenwassergehalt kam es bereits zu einer deutlichen Differenzierung. Während des gesamten Vegetationsjahres weist der Oberboden in den reduziert bearbeiteten Parzellen höhere Gehaltswerte (gravimetrisch und volumetrisch) auf.
- Die Stickstoffmineralisierung setzt aber bei den reduziert bestellten Flächen im Frühjahr später ein (wegen der etwas höheren Bodentemperatur – Werte nicht angeführt!).
- Durch die mehrjährig unterschiedliche Bodenbearbeitung kommt es zu einer ± deutlichen Beeinflussung des Kulturpflanzenwachstums, die verschiedenen Arten reagieren unterschiedlich (Aufsummierungseffekt).

Literatur

BODNER G., P. LIEBHARD und R. JUD (2002): Auswirkungen von Zwischenfrucht-Begrünungen auf den Ertrag der Folgefrucht und vorläufige Ergebnisse auf die Beeinflussung des Humushaushaltes. Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten, Jahrestagung 2002 in Klosterneuburg, 135–137.

LIEBHARD, P. (1995): Effekte langjähriger unterschiedlicher Primärbodenbearbeitung auf ausgewählte Bodenkennzahlen und das Ertragsverhalten von Winterweizen (*Triticum aestivum* L.), Körnermais (*Zea mays* L.) und Zuckerrübe (*Beta vulgaris* L. ssp. var. v*ulgaris altissima* Doell) im semihumiden Ackerbaugebiet Oberösterreichs. Habilitationsschrift Univ. für Bodenkultur Wien.

OBERLÄNDER, H. E. (1992): Humusbildung und Humuserhaltung in einer nachhaltigen betriebenen Landwirtschaft. Tagungsber. der Arbeitstagung Riesenschilfgras (Miscanthus sinensis giganteus) vom 11. und 12. 3. 1992. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Wien, 47-72.

Autoren

Ao.Univ.Prof. Dr. Peter LIEBHARD, DI Gernot BODNER, Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau und Züchtung, Gregor Mendel Straße 33, A-1130 WIEN, e-mail: peter.liebhrd@boku.ac.at

Dr. Helmut WAGENTRISTL, Versuchswirtschaft, GROß ENZERSDORF

DI Gottfried BESENHOFER, AGES, Institut für Pflanzenschutzmittelbewertung und –zulassung, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN

BaPS – eine neue Methode zur Analyse der Temperaturabhängigkeit von Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsraten in Böden

ANDREAS BOHNER, MATTHIAS KANDOLF & MARTINA SCHINK

1. Einleitung

Die Brutto-Nitrifikation und Denitrifikation sind von zentraler Bedeutung für den N-Kreislauf in Grünlandökosystemen, weil sie einerseits für gasförmige N-Verluste und Treibhausgasemissionen und andererseits für die NO_3-N-Nachlieferung im Boden verantwortlich sind. Beide Prozesse werden sehr wesentlich von der Bodentemperatur beeinflusst (WHITEHEAD, 1995). Dieser Temperatureinfluss gewinnt anlässlich der von zahlreichen Klimaforschern prognostizierten globalen Temperaturerhöhung von 1,3° - 5,8° C in den nächsten 100 Jahren (KROMP-KOLB, 2003) zunehmend an Bedeutung. Zur Beurteilung der potentiellen Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf Grünlandökosysteme sind daher Kenntnisse über die Temperaturabhängigkeit von Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsraten in Grünlandböden notwendig. Die folgende Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten. Unberücksichtigt bleibt die Annahme, dass sich neben der Bodentemperatur weitere Umweltfaktoren (z.B. Bodenwassergehalt) im Zuge einer Klimaerwärmung ändern können.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungsfläche befindet sich in Irdning im mittleren Steirischen Ennstal auf einer Terrassenverebnung in 718 m Seehöhe. Die Juli-Temperatur beträgt im Durchschnitt 16,6° C, die Jänner-Temperatur –3,4° C und die Jahresmittel-Temperatur 7,4° C. Der Jahres-Niederschlag macht 1056 mm aus. Die Niederschläge sind sehr gleichmäßig über das Jahr verteilt, geringe Maxima sind im Juli und August zu verzeichnen. In der Vegetationsperiode (April bis September) fallen etwa 65 % des Jahres-Niederschlages. Die Untersuchungsfläche wird einmal pro Jahr aus Pflegegründen gemäht und nicht gedüngt. Der Pflanzenbestand kann einer mageren Ausbildung der Frauenmantel-Glatthaferwiese (*Alchemillo monticolae-Arrhenatheretum elatioris*) zugeordnet werden. Der Boden ist eine tiefgründige kolluviale Braunerde aus Phyllit und fluvioglazialen Sedimenten mit der Humusform Mull und der Bodenart lehmiger Sand. Der Wasserhaushalt ist frisch (ausgeglichen). Die allgemeinen Bodenkennwerte wurden nach der jeweiligen ÖNORM analysiert. Die physikalischen Bodenkennwerte wurden nach HARTGE und HORN (1989) und die substratinduzierte Respiration nach BECK et al. (1993) ermittelt. Die Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsraten von ungestörten, feldfrischen Bodenproben wurden unmittelbar nach der Probennahme mittels BaPS (barometrische Prozess-Separation) analysiert. Die ober- und unterirdische Phytomasse sowie deren N-Gehalt wurden nach den üblichen Methoden bestimmt (VDLUFA, 1983).

3. Ergebnisse und Diskussion

Der untersuchte Grünlandboden befindet sich im Austauscher-Pufferbereich. Er weist ein relativ enges C/N-Verhältnis und eine hohe Aggregatstabilität, eine niedrige elektrische Leitfähigkeit, effektive Kationenaustauschkapazität und mikrobielle Biomasse (gemessen als substratinduzierte Respiration) sowie einen niedrigen lactatlöslichen P- und K-Gehalt auf (Tabelle 1, 2). Der Oberboden ist nicht verdichtet (Tabelle 3) und zeigt daher auch keine Merkmale einer Krumenwechselfeuchtigkeit. Der tonarme, gut aggregierte, weder von Stau- noch von Grundwasser beeinflusste Grünlandboden dürfte somit relativ gut durchlüftet sein. Die Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsrate werden im Temperaturbereich 10° C bis 25° C recht gut mit einer exponentiellen Gleichung beschrieben (Abbildung 1, 2). In weitgehender Übereinstimmung mit der van't Hoff'schen Regel bedeutet ein Temperaturanstieg um 10° C eine Steigerung der Brutto-Nitrifikationsrate um den Faktor 1,8; bei der Denitrifikationsrate beträgt dieser Faktor lediglich 1,4. Die Denitrifikationsrate weist – im Gegensatz zur Brutto-Nitrifikationsrate – ein niedriges Bestimmtheitsmaß auf und sie ist in den einzelnen Temperaturbereichen durch relativ hohe Variabilitätskoeffizienten (bis 46 %) charakterisiert. Dies ist ein Hinweis für eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität der Denitrifikation in Grünlandböden (vgl. FOLORUNSO und ROLSTON, 1984; KAMP, 1998). Für eine realistische Schätzung der Denitrifikationsrate in Grünlandböden mittels BaPS ist daher eine große Zahl an Messungen

erforderlich. In der Bodentiefe 0-5 cm beträgt die Brutto-Nitrifikationsrate in der Vegetationsperiode (April bis September) rund 77 kg N pro ha; dies entspricht 1,9 % vom N-Vorrat des Bodens. Für die Denitrifikationsrate lauten die analogen Werte 67 kg N pro ha oder 1,7 % vom N-Vorrat des Bodens. Auch saure, nährstoffarme, gut aggregierte, tonarme, ungedüngte, frische Grünlandböden können offensichtlich ein enormes Denitrifikationspotential aufweisen. Ein Anstieg der Bodentemperatur um 2° C erhöht im Zuge einer Klimaerwärmung bei allerdings gleichbleibender Bodenfeuchte die Brutto-Nitrifikationsrate um den Faktor 1,135 und die Denitrifikationsrate um den Faktor 1,071. Vom willkürlich festgesetzten Beginn der Vegetationsperiode bis zum Schnitttermin (1.4. – 27.5.) beträgt die Brutto-Nitrifikationsrate in 0-5 cm Bodentiefe 18 kg N pro ha; damit werden 82 % des N-Vorrates in der landwirtschaftlich nutzbaren oberirdischen Phytomasse und 33 % des N-Vorrates in der gesamten Phytomasse (ohne Stoppelmasse) abgedeckt. Die Schätzung der N-Nachlieferung eines Standortes erfolgt routinemäßig mit Hilfe der Bebrütungsmethode. Der „nachlieferbare N“ (Tabelle 1) überschätzt allerdings die Menge an mineralisiertem N unter Freilandbedingungen, denn die standardisierte Bebrütungstemperatur von 40° C liegt deutlich über dem Monatsmittel der Bodentemperaturen von Grünlandböden (Tabelle 4). Der mit Hilfe der Bebrütungsmethode festgestellte sog. „nachlieferbare N“ gibt daher nur Auskunft über das potentielle N-Nachlieferungsvermögen eines Bodens; es handelt sich dabei um einen reinen Kapazitätsfaktor.

Zusammenfassung

Die barometrische Prozess-Separation (BaPS) ist eine neue Methode, mit der relativ schnell und einfach Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsraten in Abhängigkeit von der Bodentemperatur an ungestörten, feldfrischen Bodenproben analysiert werden können. Allerdings ist auf Grund der hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität insbesondere für eine realistische Schätzung der Denitrifikationsrate eine große Zahl an Messungen erforderlich. Die Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsrate weisen in ungestörten Grünlandböden eine Temperaturabhängigkeit auf. Vor allem die Brutto-Nitrifikationsrate zeigt im Temperaturbereich 10° C bis 25° C einen exponentiellen Anstieg mit zunehmender Bodentemperatur. Bei einer Temperaturerhöhung um 2° C ist im Zuge einer Klimaerwärmung – bei allerdings gleichbleibender Bodenfeuchte – mit einer Zunahme der Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsrate um den Faktor 1,135 bzw. 1,071 zu rechnen. Dies kann zu erhöhten gasförmigen N-Verlusten durch Denitrifikation führen. Der zusätzlich mineralisierte NO_3-N wird entweder durch ein gesteigertes Pflanzenwachstum gebunden oder im ungünstigeren Fall mit dem Sickerwasser ausgetragen und kann daher zu einer Belastung des Grundwassers oder anderer Ökosysteme führen. In Zukunft sollte auch geprüft werden, wie sich verändernde Bodenwassergehalte und deren Wechselwirkung mit der Bodentemperatur im Rahmen einer Klimaveränderung auf die Brutto-Nitrifikations- und Denitrifikationsraten in Grünlandböden auswirken.

Dank

Wir danken der Firma UMS GmbH München, dass sie uns das BaPS Prozessanalysesystem für Testzwecke kostenlos zur Verfügung gestellt hat. Für die Durchführung von Bodenanalysen danken wir Dr. A. BAUMGARTEN, Dr. R. ÖHLINGER und Dr. O. TOMANOVA.

Literatur

BECK, T., R. ÖHLINGER und A. BAUMGARTEN, 1993: Bestimmung der Biomasse mittels substratinduzierter Respiration (SIR) im Isermeyer-Ansatz. In: Schinner, F., R. Öhlinger, E. Kandeler, R. Margesin (Hrsg.): Bodenbiologische Arbeitsmethoden. Springer Verlag, 68-72.

FOLORUNSO, O.A. and D.E. ROLSTON, 1984: Spatial variability of field-measured denitrification gas fluxes. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 48, 1214-1219.

HARTGE, K.H. und R. HORN, 1989: Die physikalische Untersuchung von Böden. Enke Verl., 175 S.

KAMP, T., 1998: Freiland- und Laboruntersuchungen zu N_2O Freisetzungen eines landwirtschaftlich genutzten Bodens unter definierten Temperaturbedingungen. FAM-Bericht 30, 163 S.

KROMP-KOLB, H., 2003: Ursachen der globalen und regionalen Klimaänderungen und deren mögliche Auswirkungen auf die Landwirtschaft. 1. Klimaseminar zum Generalthema „Klimaforschung für die Grünlandwirtschaft“, BAL Gumpenstein, 22.4.2003, 5-8.

VDLUFA, 1983: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch, Band III.

WHITEHEAD, D.C., 1995: Grassland nitrogen. CAB International, 397 p.

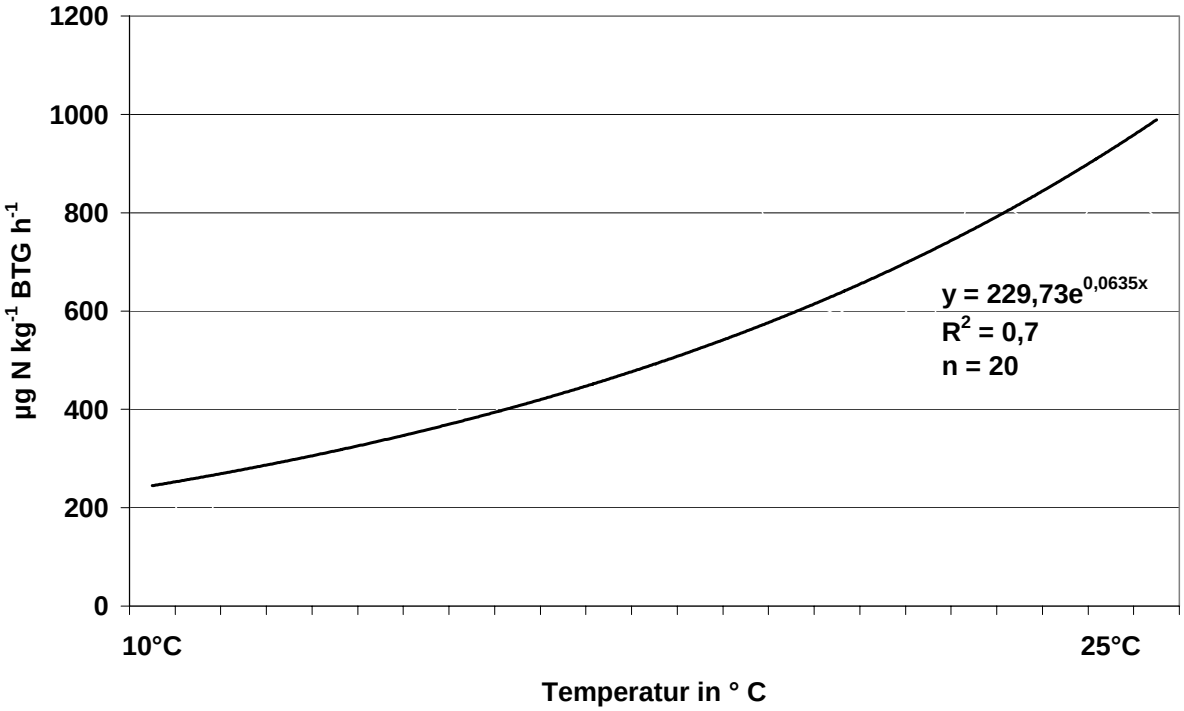


Abbildung 1: Brutto-Nitrifikationsrate im Boden (0-5 cm) in Abhängigkeit von der Bodentemperatur (Wassergehalt der feldfrischen Bodenproben: 16-43 Gew. %)

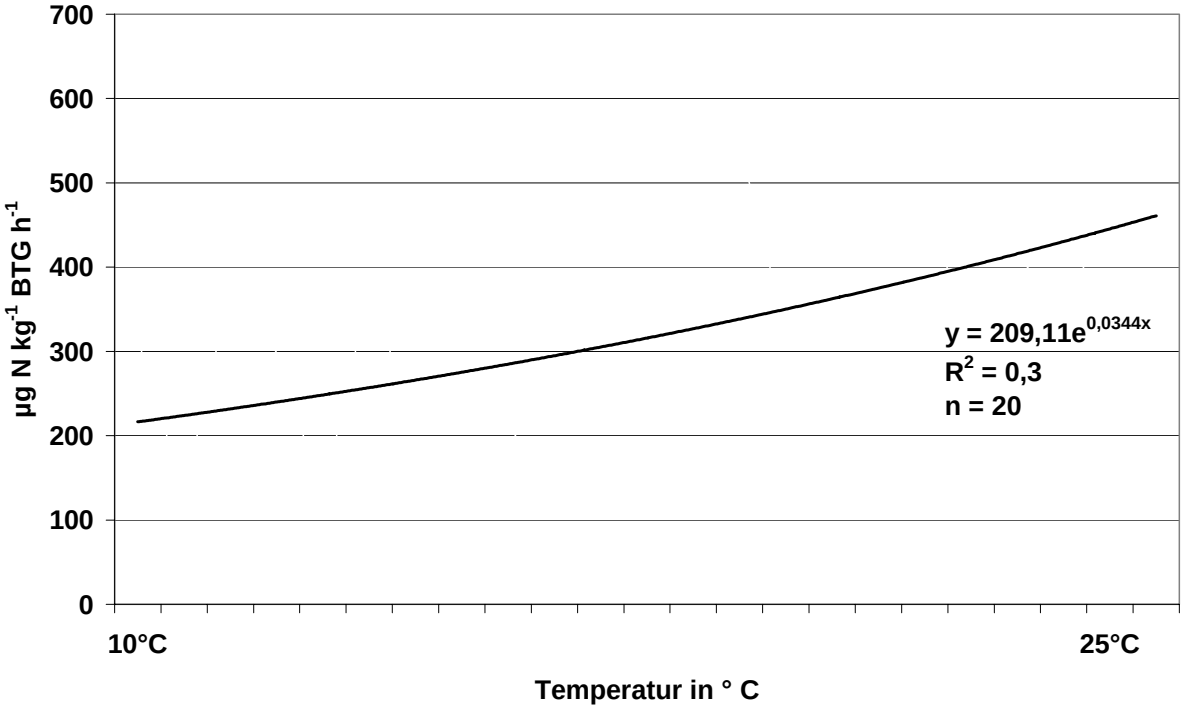


Abbildung 2: Denitrifikationsrate im Boden (0-5 cm) in Abhängigkeit von der Bodentemperatur (Wassergehalt der feldfrischen Bodenproben: 16-43 Gew. %)

Tabelle 1: Allgemeine Bodenkennwerte (0-10 cm Bodentiefe)

						mg kg^{-1}				
$CaCl_2$	µS cm^{-1}	%	%		mg kg^{-1} 7d^{-1}	DL	H_2O	CAL	mval 100 g^{-1}	%
pH	eL	C_{org}	N_{tot}	C_{org}/N_{tot}	nachl. N	P	P	K	KAK_{eff}	BS
4,6	40*	3,30	0,35	9,4	124	17	3,8*	59	6,9	83

eL = elektrische Leitfähigkeit; KAK_{eff} = effektive Kationenaustauschkapazität ($BaCl_2$-Extrakt); BS = Basensättigung; * = arithmetischer Mittelwert aus 11 Einzelmessungen

Tabelle 2: Allgemeine Bodenkennwerte (0-10 cm Bodentiefe) und N-Vorrat in der Phytomasse (ohne Stoppelmasse); Erntetermin: 27.5.2002

%			%	mg CO_2 100 g^{-1} TS h^{-1}	N-Vorrat (kg ha^{-1})		
S	Z	T	ASt	SIR	lw. nb. Phy.	u. Phy.	∑
47	46	7	97	3,9	22	32	54

S = Sand; Z = Schluff; T = Ton; ASt = Aggregatstabilität; SIR = substratinduzierte Respiration (arithmetischer Mittelwert aus 7 Einzelmessungen); lw. nb. Phy. = landwirtschaftlich nutzbare oberirdische Phytomasse; u. Phy. = unterirdische Phytomasse

Tabelle 3: Physikalische Bodenkennwerte

cm	Vol. %	g cm^{-3}	%	
Bodentiefe	Wassergehalt	Lagerungsdichte	Porenvolumen	Porenziffer
0- 5	38	0,94	64	1,8
5-10	47	1,34	51	1,1

Tabelle 4: Monatsmittel der Bodentemperaturen (in °C) im Jahr 2002

Bodentiefe	Monat											
cm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2	-0,8	1,7	5,7	9,2	16,0	20,6	20,7	19,2	14,4	9,0	5,7	0,5
5	-0,2	1,5	5,5	9,4	16,2	20,6	21,0	19,6	15,4	9,7	6,2	0,9
10	0,0	1,4	5,4	9,2	15,7	20,2	20,8	19,7	16,1	10,3	6,7	1,4

Autoren

Dr. Andreas BOHNER, Matthias KANDOLF, Martina SCHINK, Bundesanstalt Gumpenstein, Altirdning 11, A-8952 IRDNING, e-mail: andreas.bohner@bal.bmlfuw.gv.at

Bodenkundliche Methoden in der Archäologie am Beispiel der Keltengräber in Rassing (NÖ)

HOBEL ASTRID

Fundort

Die Grabungsstätte befindet sich im Tullner Hügelland unweit von Herzogenburg. Im Zuge von Gleisbauarbeiten wurde ein Hügelgräber-Feld entdeckt, welches in die Keltenzeit um 320 v Chr. datiert wird. Derer gibt es zwar viele in NÖ, allerdings trat ein Archäologenteam (mit der Kurzbezeichnung PFAU) auf uns zu, um uns mit chemischen Analysen daran zu beteiligen.

In der Nähe der Fundstätte fliesst die Perschling, welche des öfteren ihren Lauf geändert haben dürfte und damit auch die Grabanlagen öfter geflutet hat.

Beprobt wurden die Oberfläche einer Grabkammer (Hügel 1), ein Profil im Schnitt eines Hügels mit einem darin steckenden Schwert (Hügel 2) und ein Profil am Rande des Grabungsgebietes.

- Hügel 1: Grabkammer mit Skelett und Grabbeigaben
- Hügel 2: Überreste eines Schwertes
- Profil

Material, Methoden

Hügel1: Die Bodenproben wurden nach der Räumung der Grabkammer durch die Archäologen gewonnen. Es erfolgte keine Information über die Lage der Fundstücke. Die Probenahme erfolgte nur oberflächlich mit einer kleinen Plastikschaufel.

Hügel2: Das steckende Schwert musste unberührt bleiben. Die Proben wurden unmittelbar daneben und darunter genommen. Darüber durfte wegen Abbröselungsgefahr auch nicht beprobt werden. Es sollte der Diffusionsgrad von Cu und Fe bestimmt werden um damit die Beurteilung anderer Fundstücke in der Grabkammer zu erleichtern.

Im Königswasserextrakt wurden folgende Parameter analysiert:

PO_4 mittels Molybdänblau-Methode am Photometer.
Ca, Mg am ICP.
Fe, Cu in der AAS.
mittels trockener Verbrennung wurden C und N im Profil bestimmt.
CaCO3 mittels Scheibler.
Die pedogenen Fe-Oxide wurden im Pyrophosphat-, Dithionit- und Oxalat-Extrakt in der AAS gemessen.
Di KG-Verteilung wurde in den Profilproben bestimmt.

Ergebnisse

Phosphor

Die P-Analysen haben eindeutige Ergebnisse geliefert. Wir konnten den Fundort und die Lage des Skelettes eindeutig identifizieren. Die Lage von Kopf und Becken ist eindeutig bestimmbar. Auch die Grabbeigaben (Tontöpfe) sind durch die P-Verteilung lokalisierbar.

Der Tontopf in kopfnähe dürfte allerdings im Gegensatz zu den Erwartungen der Archäologen kein Met, enthalten haben. Die hohe P-Konzentration deutet eher auf ein Milchprodukt hin.

Sogar bei den "Schwertproben" wurde ein erhöhter P-Peak mit senkrechter Diffusion gemessen.

Hier kann es sich um eine P-Anlagerung an die Fe-Oxide handeln.

Ca, Mg
Diese Parameter waren im Gegensatz zu unseren Erwartungen wenig aussagekräftig. Durch die Wasserlöslichkeit von Ca konnten wir im oben beschriebenen Tontopf keine erhöhte Ca-Konzentration feststellen.

Fe, Cu

Die Eisenanalyse der Grabkammerproben ergab einen einzelnen hohen Peak. Möglicherweise ein Artefakt durch die Grabungsarbeiten bedingt. In diesem Bereich lag das Schwert beim Leichnam.

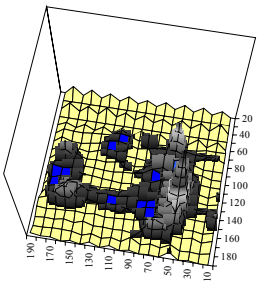
Die Cu-Analyse hat keine aussagekräftigen Ergebnisse geliefert.

Bei Hügel 2 (steckendes Schwert) wurde eine leichte Diffusion von Cu und Fe in senkrechter Richtung festgestellt.

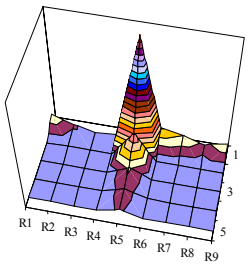
Pedogene Oxide (Fe)

Die Ergebnisse zeigen uns, dass sich die Gräber in einem dauerhaft anaeroben Zustand befanden.

Lage der Funde



Schwertproben



Zusammenfassung

In der Bodenkunde gibt es immer wieder Ansätze für eine Zusammenarbeit mit der Archäologie. Sei es sowohl bei Ausgrabungen von Siedlungen wie auch von Grabanlagen.

Um derlei Funde älteren Datums zu präzisieren ist die Phosphoranalyse aus einem Gesamtaufschluss sicher zielführend. Die Lebensumstände ehemaliger Bewohner archäologischer Fundstätten kann man mit dieser Methode präzisieren. Gemeint sind die Zuordnung von menschlichen und tierischen Behausungen. Auch Leichenfunde können präzisiert werden. Nach einer Grabschändung oder einer vollständigen Verwesung der Knochen kann man immer noch Lage und Größe des Leichnams mit dieser einfachen Methode nachvollziehen.

Phosphor ist ein essentieller Nährstoff für die Primärproduktion von Biomasse und ist als Phosphat ein Baustein der Nukleinsäuren und ein Bestandteil von ATP. P spielt in Verbindung mit Calcium als Calciumphosphat eine wesentliche Rolle beim Aufbau der Knochensubstanz. Da $Ca_3(PO_4)_2$ nicht wasserlöslich ist, ist dieses ein ausgezeichneter Parameter für die archäologische Bodenkunde.

Die C-Analyse diente zur Feststellung, ob der Leichnam in einem Holzsarg bestattet wurde. Die Hügel wurden zuerst aufgeschüttet, lt. Vermutung der Archäologen wurde dann die Grabkammer mit einem Holzverschlag ausgekleidet und nach der Beisetzung vollends zugeschüttet. Wegen den ungenauen Angaben zur Grabkammer, war uns ein Nachweis des Holzsarges nicht möglich.

Wünschenswert wäre eine bessere Zusammenarbeit zwischen dem Archäologenteam und dem Laborteam. Denn durch einen gezielten Verdacht kann man die Probenahme und die Analysen besser abstimmen.

Literatur

Bezugsnormen: - ÖNORM L 1085; - ÖNORM L 1088 3.4.2; - ÖNORM L 1080; - ÖNORM L 1095; - ÖNORM L 1084; - ÖNORM L 1061

Bildmaterial: ARGE PFAU (F. Preinfalk); IBF (A. Mentler, E. Cuncl)

Autor

Astrid HOBEL, Universität für Bodenkultur, Dep. f. Wald- und Bodenwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 WIEN, e-mail: astrid.hobel@boku.ac.at

Einsatz von Bodenzusatzstoffen zur Immobilisierung von Schwermetallen am Standort Arnoldstein (Kärnten)

JOHANNES FRIEDL, WOLFGANG FRIESL; OTHMAR HORAK & H.MARTIN GERZABEK

Einleitung

Die großflächige Kontamination durch Schwermetalle von landwirtschaftlich genutzten Flächen wie etwa im Raum Arnoldstein stellt in Bezug auf die Sicherung und/oder Sanierung derzeit eine noch ungelöste Umweltfrage dar. Werden die Flächen nicht aus der Produktion genommen, so müssen entsprechende Schritte zur Sanierung eingeleitet werden. Eine möglich Alternative zu den konventionelle („harten“) Verfahren, die oft aus Kostengründen nicht durchführbar oder in bestimmten Fällen nicht adäquat sind, stellen in situ Sicherungs-/Sanierungsverfahren („weiche Verfahren“) dar. Diese Verfahren wie etwa die Verwendung von Bodenzusatzstoffen zur Immobilisierung von Schwermetallen kombiniert mit der Verwendung von Getreidesorten, die eine geringe Aufnahme von Schwermetallen zeigen, sollen einerseits die Bodenfruchtbarkeit erhalten und andererseits den Transfer von Schwermetallen in die Nahrungskette minimieren. Im Zuge des Projektes INTERLAND (Gerzabek, 2002) (siehe http://interland.arcs.ac.at) wurde neben einem Screening von Bodenzusatzstoffen ein Screening auf Gerstensorten durchgeführt und deren Resultate in einem Gefäßversuch kombiniert.

Material und Methoden

Die in den Versuchen verwendeten Böden (A, B) stammen aus der unmittelbaren Umgebung einer Pb- und Zn- Schmelze in Arnoldstein. Diese Böden sind stark mit Pb, Zn, Cd und As kontaminiert.

Aus der Vielzahl der aus der Literatur bekannten Bodenzusatzstoffe wurden insgesamt 15 ausgewählt und im ersten Batch-Versuch (n=2) getestet (Friesl, 2003). Aufgrund der Ergebnisse wurde ein zweiter Batch-Versuch (n=2) durchgeführt mit speziellem Fokus auf mögliche Kombinationen von Bodenzusatzstoffen bzw. der Wirksamkeit einer zeitlich gestaffelten Zugabe. Für Boden A wurden im Batch-Versuch 2 insgesamt 10 Varianten getestet, bei Boden B waren es 13. Tabelle 2 zeigt die untersuchten Varianten für Boden B. Der labile Pool der Schwermetalle wurde mit einer 1M NH_4NO_3 Lösung bestimmt.

Tabelle 1: Batch-Versuch 2 - Zugabemengen der Bodenzusatzstoffe

Bodenzusatz	ZUGABEMENGE %
Ferrihydrit + Calcit*	1+0,5
Ferrihydrit	1
Kiesschlamm Kärnten + Biokompost*	4+1
Kiesschlamm Kärnten	4
Biokompost	1
Kiesschlamm Kärnten + Calcit*	4+0,5
Synthetischer Zeolit	4
Synthetischer Zeolit + Thomasphosphat*	0,5+1,5
Thomasphosphat (THO)	0,5

(Varianten, die mit * markiert sind wurden auch mit einer zeitlich gestaffelten Zugabe untersucht)

In einem Hydroponicversuch (n=4) wurden 7 Sommergerste-Sorten, die normalerweise in dieser Region angebaut werden, hinsichtlich ihrer Aufnahme auf Schwermetalle untersucht. Es waren dies die Sorten BARKE, BACCARA, BODEGA, ELISA, HELLANA, MESSINA und VIDEO.

Ergebnisse

Im ersten Batch-Versuch konnte die Wirksamkeit von Goethit, Ferrihydrit, Kiesschlamm, Zeolith und Kalkgabe für die Elemente Cd, Zn und Pb gezeigt werden. Im 2. Batch-Experiment zeigten sich für

Boden B folgende Ergebnisse: Ferrihydrit und Kalk verringerten die Extrahierbarkeit von Zn, Cd, und Blei um jeweils 63%, 48% und 72% im Vergleich zur Kontrolle. Kärntner Kiesschlamm und Kalk verringerten die Extrahierbarkeit von Zn, Cd, und Pb um jeweils 59%, 50% and 63%, während Zeolith und Thomasphosphat die Extrahierbarkeit von Zn, Cd, und Pb um jeweils 42%, 48% und 58% verringerten.

Unter allen getesteten Gerstensorten zeigte die Sorte BODEGA die kleinste Aufnahme für Cd, während die Sorte HELLANA die höchste Aufnahme aufwies. Auf Basis der erhaltenen Ergebnisse wurde ein Gefäßversuch angelegt (n=4). Tabelle 1 zeigt die für Boden B verwendeten Bodenzusatzstoffe und deren Zugabemengen. Um den Sorteneffekt auf die Schwermetallaufnahme zu evaluieren wurden zwei Kontrollen angelegt, eine mit der Sorte HELLANA, die andere mit der Sorte BODEGA.

Tabelle 2: Gefäßversuch, Zusätze und verwendete Gerstensorten (n=4)

Boden B			
Varianten		**Zugabe in %**	**Gerstensorte**
B1	Kontrolle	0	Bodega
B2	Kontrolle Hellana	0	Hellana
B3	Ferrihydrit	0,5	Bodega
B4	Ferrihydrit + Kärntner Kiesschlamm	0,5+2,5	Bodega
B5	Rotschlamm + Kärntner Kiesschlamm	0,5+2,5	Bodega
B6	Kärntner Kiesschlamm + Kalk	2,5+0,5	Bodega
B7	Ferrihydrit + Kärntner Kiesschlamm + Biokompost	0,5+2+0,5	Bodega

Zusammenfassung und Ausblick

Auch im Gefäßversuch zeigte sich, dass durch entsprechende Sortenwahl kombiniert mit entsprechenden Bodenzusatzstoffen die Aufnahme von Cadmium in Stroh und Korn verringert werden kann. Für Zn und Pb konnten keine entsprechenden Resultate festgestellt werden.

Auf Basis der Resultate aus dem Gefäßversuch wird 2004 ein Freilandversuch in Arnoldstein angelegt. Ziel dieses Freilandversuches ist es einerseits die Resultate aus den Gefäßversuch zu überprüfen und andererseits die Einbringungstechniken zu optimieren um so auf lange Sicht effiziente Methoden und Instrumente zur Sicherung und Sanierung von großflächigen Kontaminationen zu schaffen.

Literatur

FRIESL W. (2003): Sanierung schwermetallbelasteter Böden am Standort Arnoldstein (Kärnten) - Teil 2 Methoden der Bodensicherung bzw. sanierung. Bericht ALVA-Jahrestagung 2003, Ernährungssicherheit-Kontrolle der Nahrungskette, 26. Bis 28. Mai 2003: 145 - 146.

GERZABEK H. M. (2002): INnovative TEchnologies for Remediation of LANDfills and Contaminated Soils. (http://interland.arcs.ac.at)

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Projekt „INTERLAND“ (Projektpaket 3) wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft gefördert.

Autoren

Dr. Johannes FRIEDL, Wolfgang FRIESL, Dr. Othmar HORAK, ARC Seibersdorf research GmbH, Umweltforschung, A-2444 SEIBERSDORF, e-mail: wolfgang.friesl@arcs.ac.at, othmar.horak@arcs.ac.at

H. Martin GERZABEK, Universität für Bodenkultur, Institut für Bodenforschung, Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 WIEN

Neue düngemittelrechtliche Bestimmungen in Österreich und der EU

MICHAEL DACHLER

Im abgelaufenen Halbjahr wurden sowohl die europäischen als auch die nationalen, österreichsichen Düngemittelbestimmungen neu gefasst.

Die europäischen waren zuletzt auf 16 verschiedene Richtlinien verteilt und für den Bürger nur mehr schwer nachzuvollziehen. Die EU hat nun die so genannte SLIM Initiative gesetzt, im Zuge derer diese Richtlinien zu einer „Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel (L 304/1)“ zusammengefasst wurden.

Aufgrund der Neufassung der EG – Richtlinie wurde auch die österreichische Düngemittelverordnung überarbeitet und als 100. Verordnung am 27. Februar 2004 veröffentlicht

Im Folgenden sollen auf wesentliche Änderungen in den beiden Regelwerken eingegangen werden.

Düngemittelverordnung 2004

Der Aufbau der österreichischen Verordnung lehnt sich nunmehr stark an die europäische Verordnung an. Im Verfügungsteil finden sich u. a. allgemeine Begriffs- und Kennzeichnungsbestimmungen und solche zu Probenahme, Toleranzen und Gebühren. In insgesamt vier Anlagen werden die Typen beschrieben, sowie besondere Anforderungen (=Schadstoffgrenzwerte, Sicherheitskennzeichnungen und Verbote) und spezielle Regelungen zu Toleranzen und Probenahme festgeschrieben.

Begriffsbestimmungen

Begriffsbestimmungen wurden zahlreich aufgenommen unter anderem folgende:

- Grüngutkompost: kompostiertes pflanzliches Material aus dem landwirtschaftlichen Bereich sowie Garten- und Grünflächenbereich
- Langzeitdünger: auf chemischem oder physikalischem Weg hergestellter Dünger mit besonders

  langsamer Nährstofffreisetzung
- Gesteinsmehl: fein gemahlenes Gestein mit sehr geringem Nährstoffgehalt (z.B. Basalt, Diabas)
- Erde: natürliche oberste Bodenschicht bestehend aus Mineralen und Humus ohne Zusatz von anderen Stoffen, die für das Wachstum von Pflanzen geeignet ist.

Ausgangsstoffe

Zulässige Ausgangsstoffe sind im jeweiligen Typ abschließend geregelt. Andere Ausgangsstoffe dürfen nur verwendet werden, wenn sie gemäß § 9a Düngemittelgesetz zugelassen sind, wobei „Stoffe, Rückstände und Nebenprodukte aus der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie und der pharmazeutischen Industrie sowie gleichzuhaltender Bereiche nur verwendet werden dürfen, wenn sie in Produktionsverfahren mit getrennter Prozesswassererfassung hergestellt wurden“ (Anlage 1, II, 3. Ausgangsstoffe).

Organische und organisch-mineralische Dünger

Aufbereiteter Mist und andere tierische Ausgangsstoffe dürfen enthalten sein, soweit sie den Anforderungen der „VO 1774/2002/EG mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte“ entsprechen.

Dünger mit tierischen Ausgangsstoffen dürfen keine Hinweise im Hinblick auf eine Ausbringung auf Weideland im Sinne des Art. 22 der VO 1774/2002/EG enthalten.

Kultursubstrate

Die Bestimmungen wurden vereinfacht. Es werden keine Nährstoffgehaltsspannen für verschiedene Einsatzbereiche mehr vorgeschrieben.

Pflanzenhilfsmittel

Als Pflanzenhilfsmittel gelten auch Produkte, die in der BRD als Pflanzenstärkungsmittel in Verkehr gebracht werden dürfen.

Schwermetallfrachtenregelung

Die Düngemittelverordnung 1994 sah eine Halbierung der Schwermetallfrachten mit 2004 vor. Dieser Vorgabe wurde mit kleinen Adaptierungen entsprochen, allerdings gelten nunmehr dieselben Werte sowohl für Ackerland, als auch für Grünland, Obst und Gemüse.

Düngemittel, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsmittel dürfen nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn folgende Schwermetallfrachten mit der in der Kennzeichnung angegebenen maximalen Aufwandmenge auf landwirtschaftlichen Nutzflächen nicht überschritten werden:

	Alte Regelung Ackerland	Alte Regelung Gemüse, Obst und Grünland	Neue Regelung Alle Kulturen
Schwermetall	g/ha in einem Zeitraum von zwei Jahren		
Blei	1250	625	600
Cadmium	20	10	10
Chrom	1250	625	600
Kupfer *	1250	625	700
Nickel	750	375	400
Quecksilber	20	10	10
Zink *	5 000	2500	3 000

* Ausgenommen mineralische Spurennährstoffdünger

Schwermetallgrenzwerte

Schwermetallgrenzwerte für Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Pflanzenhilfsmittel und Kultursubstrate mit mehr als 10 % organischer Substanz in der Trockenmasse

Schwermetall	Einheit	Grenzwert		
		Düngemittel, Bodenhilfs-stoffe, Pflanzenhilfsmittel	Mineralische Düngemittel mit mehr als 5 % P2O5	Kultursubstrat
Blei	mg/kg TM	100	100	50
Cadmium [1)]	mg/kg TM	3	75 mg /kg P2O5	1
Chrom [1)]	mg/kg TM	100	2500	70
Nickel	mg/kg TM	100	100	70
Quecksilber	mg/kg TM	1	1	0,5
Vanadium	mg/kg TM	-	4000	-

Grenzwerte für organische Schadstoffe und Radioaktivität

Die Grenzwerte für organische Schadstoffe blieben zum Teil unverändert (PCB, Dioxine und Furane), zum Teil wurden sie verschärft (Organochlorpestizide). Die Grenzwerte für Cypermethrin, Deltamethrin und Fenvalerate, organische Lösungsmittel und Formaldehyd wurden gestrichen, weil sich aufgrund der Kontrollen herausgestellt hat, dass die Belastung vernachlässigenswert gering war. Neu aufgenommen wurde hingegen ein Grenzwert für polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH).

Parameter	Einheit	Grenzwert
Polycyklische aromatische Kohlenwasserstoffe: Summe von Benzo(a)pyren Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Fluoranthen, Indeno-(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TM	6
Organochlorpestizide: Summe von Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptachlorepoxid, Summe Hexachlorhexan (alpha-, beta-, gamma-, delta-HCH), DDT, DDE, Chlordan und Hexachlorbenzol	mg/kg Produkt	0,5
Polychlorierte Biphenyle - Summe der Kongenere 28, 52, 101, 138, 153 und 180	mg/kg TM	0,2
Polychlorierte Dibenzodioxine/Dibenzofurane Toxizitätsäquivalent des 2-,3-,7-,8-TCDD	ng TE/kg TM	20
Aktivität der Summe von Cäsium-134 und Cäsium-137	Bq/g Produkt	0,5

EG Düngemittelverordnung

„Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel (L 304/1)“

Das Ziel der Verordnung über Düngemittel ist es, das Gemeinschaftsrecht einfach und klar zu gestalten und dem Bürger leichter zugänglich zu machen

Aufbau:

Verfügungsteil: eigentliche Verordnung mit 38 Artikeln

Anhang I Liste der EG Düngemitteltypen

Anhang II Toleranzen

Anhang III Bestimmungen für Ammonnitratdüngemittel mit hohem Stickstoffgehalt

Prinzipiell wurden keine weitreichenden Veränderungen gegenüber den ursprünglichen Bestimmungen vorgenommen. Technische Spezifikationen finden sich fast unverändert in den Anhängen, nur teilweise neu geordnet.

Einige Änderungen von allgemeinem Interesse werden im Folgenden herausgegriffen:

- Hersteller: Natürliche oder juristische Person, einschließlich des Importeurs, die ein Düngemittel in Verkehr bringt. Insbesondere der Erzeuger, der Importeur, der Verpacker, der auf eigene Rechnung arbeitet, oder jede Person, die die Eigenschaften eines Düngemittels ändert, wird als Hersteller erachtet. Ein Händler, der die Eigenschaften eines Düngemittels nicht verändert, wird nicht als Hersteller betrachtet.
- Bestimmungen über Ammonnitrat-Einnährstoffdünger mit hohem N-Gehalt schließen nunmehr Mehrnährstoffdünger ein.
- Mitgliedstaaten benennen befähigte und berechtigte Laboratorien zur Überprüfung von EG-Düngemitteln; Kommission veröffentlicht eine Liste dieser Laboratorien
- Vorschlag der Kommission bezüglich Cadmium in Düngemitteln

Österreich, sowie Finnland und Schweden haben sich in ihrem Beitrittsvertrag zur EU eine Ausnahme bezüglich der Beibehaltung ihres schon zuvor geltenden Cadmium Grenzwertes ausbedungen.

Nach langwierigen und kontroversiellen Verhandlungen hat die Kommission den Mitgliedsstaaten folgenden vorläufigen Entwurf vorgelegt:

Cadmium-Grenzwerte für Phosphat-Düngemittel 5 Jahre nach Inkrafttreten des Entwurfs

mg Cd/kg P2O5	
60	Grenzwert
40	Obergrenze für Jahresmittel jedes Herstellers
>20	Cadmium Deklarationspflicht ab 1. 1. 2006 bei > 5 % P2O5

EG - Hygieneverordnung 1774/2002:

Aufgrund der BSE Krise wurde auch die Verwendung von tierischen Nebenprodukten als Düngemittel eingeschränkt. Durch die „Verordnung 1774/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte“ (ABl. Nr. L273 vom 10.10.2002) wurden EU-weite Anforderungen für die Verarbeitung und Verwendung von tierischen Nebenprodukten geschaffen, um jegliches Risiko der Verbreitung von Krankheitserregern (z.B. BSE) zu vermeiden.

Verboten sind demnach

1. Kategorie: aus BSE-verdächtiger oder anderer gefährlicher Herkunft

2. Kategorie: Abfälle, die nicht in die Nahrungskette gelangen

Zugelassen ist

3. Kategorie: Genusstaugliche Schlachtkörperteile, Häute, Hufe, Hörner, Schweineborsten, Federn, Blut von Nichtwiederkäuern, Fische außer Meeressäugetiere, Küchen- und Speiseabfälle etc.

Strengere nationale Vorschriften sind möglich.

Zusammenfassung

Das Düngemittelrecht ist mit Herausgabe der EG-Verordnung 2003/2003 für mineralische Düngemittel innerhalb der EU praktisch vollständig harmonisiert.

Daneben können mineralische, organische, organsich-mineralische Düngemittel, Pflanzenhilfsmittel und Bodenhilfsstoffe sowie Kultursubstrate in Österreich auch nach der Düngemittelverordnung 2004 in Verkehr gebracht werden.

Als Pflanzenhilfsmittel gelten auch Produkte, die in der BRD als Pflanzenstärkungsmittel in Verkehr gebracht werden dürfen.

Die EU-Kommission hat einen Entwurf für eine Begrenzung des Cadmium-Gehalts in Phosphatdüngern vorgelegt.

Die Verwendung von tierischen Nebenprodukten, also Material der Kategorie 3, als Düngemittel ist unter gewissen Voraussetzungen wieder gestattet.

Autor

DI Dr. Michael DACHLER, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Zentrum Versuchswesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: michael.dachler@ages.at

Auswirkungen DMPP-haltiger Dünger (ENTEC®[1]-Dünger) auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Reben und Obst

REINHARDT HÄHNDEL, WOLFRAM ZERULLA

Der in Österreich seit Oktober 2000 zugelassene Nitrifikationsinhibitor DMPP (3,4-Dimethylpyrazolphosphat, ENTEC-Dünger) verzögert den ersten Schritt der Nitrifikation (Umwandlung von Ammonium zu Nitrit) für 4 bis 10 Wochen durch eine selektive Hemmung der Bodenbakterien Nitrosomonas. Diese Nitrifikationshemmung bewirkt erhebliche ökologische, pflanzenbauliche und ökonomische Vorteile (vgl. dazu Beitrag von ZERULLA et al. in diesem Tagungsband, ZERULLA et al. 2001).

Unter anderem wird durch den Zusatz von DMPP

- Die Gefahr von Nitrat-Auswaschungsverlusten erheblich reduziert. Dieses führt zu einer besseren N-Ausnutzung, häufig verbunden mit Mehrerträgen oder der Möglichkeit Mineraldünger-N einzusparen (LINZMEIER et. al., 2001).
- Eine durch den Zusatz von DMPP hervorgerufene partielle Ammoniumernährung wirkt sich positiv auf den Energiehaushalt der Pflanzen aus und fördert die Synthese von Polyaminen und die Bildung der Phytohormone Cytokinin und Gibberelin. Damit wird die Blütenbildung und das Wachstum positiv beeinflusst.

ENTEC-Dünger wurden umfassend pflanzenbaulich geprüft. In bis heute über 700 Exaktversuchen, überwiegend in Westeuropa durchgeführt, wurden die Vorteile und Grenzen dieser Dünger herausgearbeitet (PASDA et al., 2001). Im Obst- und Weinbau wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Obstbau

Die Überprüfung der Wirkung von ENTEC-Düngern in Obst-Dauerkulturen wie Apfel, Pfirsich oder Zitrus erfolgte in mehrjährigen stationären Dauerversuchen in Deutschland, Südfrankreich und Spanien in Zusammenarbeit mit anerkannten Forschungsinstituten.

ENTEC-Dünger bewirkten unter den für Nitrifikationsinhibitoren sehr ungünstigen Standort- und Witterungsbedingungen Spaniens (schwere Böden, sehr hohe Bodentemperaturen) beim Einsatz zu Zitrus eine erhebliche Reduktion der NO_3-Auswaschungsverluste bei Bewässerung (- 25 bis - 40 %; BANULS et al. 2000; SERNA et al. 2000). Dadurch konnte die N-Aufwandmenge zu Zitrus deutlich reduziert und gleichzeitig der Ertrag gesteigert bzw. einige Qualitätsparameter verbessert werden (BANULS et al. 2000, 2002).

Sowohl bei Steinobst als auch bei Kernobst zeigten sich die Vorteile einer ENTEC-Düngung vor allem bei folgenden Parametern:

- geringerer Holzzuwachs und kompakterer Habitus der Bäume
- höherer Ertrag in Folge eines erhöhten Blütenansatzes
- häufig bessere Kalibrierung
- häufig bessere Ausfärbung der Früchte
- höherer Kohlenhydratgehalt der Früchte
- geringere Varianz

Diese Effekte werden beispielhaft an Ergebnissen mit Apfel der Sorte Golden Delicious deutlich. Die Versuche wurden in Deutschland, Belgien und Südfrankreich durchgeführt (vgl. Abbildung 2, Ergebnisse aus Südfrankreich).

[1] ENTEC = eingetragenes Warenzeichen der COMPO GmbH & CoKG, Münster

Abbildung 2: Einfluss von ENTEC-Düngern auf Ertrag, Kohlenhydratgehalt der Früchte, vegetatives Wachstum und Varianz von Apfelbäumen

(Golden Delicious, Pflanzung 1991, sandig-toniger Lehm, Toulouse)

Versuchsglied/Parameter	Ertrag (dt/ha)	Frucht-gewicht (g)	Kohlenhydratgehalt (Zucker und Stärke)) g/kg g/kg TS	Varianz pro Baum	Trieb-länge (cm)	Triebdurch-messer (mm)
Ohne Düngung	489 d *)	175	77,0	34	24,3	4,2
40 kg/ha N NPK	511 c	179	86,6	30	29,9	4,4
80 kg/ha N NKP	512 c	173	82,5	29	31,5	3,6
40 kg/ha N ENTEC-NPK	539 b	168	98,8	22	26,5	4,8
80 kg/ha N ENTEC-NPK	602 a	172	92,8	24	27,3	4,6

*) Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sich signifikant verschieden (DUNCAN-Test, 5%)

In einjährigen Obstkulturen, wie der Erdbeere, wurden einige der oben genannten Effekte bestätigt. Auch bei dieser Kultur war nach dem Einsatz von ENTEC-Düngern in üblicher Aufwandmenge die Anzahl der Blüten pro Pflanze und damit der Beerenertrag erhöht, ohne dass dies zu kleinen Früchten oder einer Reifeverzögerung führte. Um ein standortbekanntes Ertragsniveau zu halten war mit ENTEC-Düngern auch die Einsparung von Mineraldüngerstickstoff möglich (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3: Ertrag von Erdbeeren nach Düngung mit ENTEC im Vergleich zu herkömmlicher Düngung

(Pfalz, n=3, 2002 – 2003)

Düngungstermin/-höhe (kg/ha N	Ohne Düngung	NPK	ENTEC-NPK	ENTEC-NPK	ENTEC-NPK
August	-	SW *) 60	SW 60	SW 60	SW 60
Februar	-	30	30	30	-
April	-	SW 80	-	SW 80	SW 80
Düngung gesamt	-	140	80	140	110
Marktertrag (dt/ha)	138	159	154	172	160

*) SW = Sollwert

Weinbau

Der Einsatz von ENTEC-Düngern im Weinbau wurde in zahlreichen Versuchen in Frankreich und Deutschland geprüft. Neben der Überprüfung des Einflusses DMPP-haltiger Dünger auf das Potenzial an NO_3-Auswaschungsverlusten unter den besonderen Bedingungen des Weinbaus (klimatisch begünstigte Gebiete mit überdurchschnittlichen Temperaturen, langer Zeiträume zwischen Düngung und substanzieller N-Aufnahme der Rebe aus dem Boden, geringer N-Bedarf der Rebe) standen vor allem Fragen einer möglichen Qualitätsverbesserung im Mittelpunkt des Interesses.

Reduktion des Potenzials an NO3-Auswaschungsverlusten:

In einem mehrjährigen Dauerversuch an der LVWO Weinsberg konnte gezeigt werden, dass durch die Verwendung von ENTEC-Düngern die Nitratgehalte im Boden (0 – 90 cm) bei Winterbegrünung statistisch signifikant niedriger waren als bei Verwendung herkömmlicher Dünger bei gleicher Düngungshöhe. Die NO_3-Gehalte nach ENTEC-Düngung lagen dabei statistisch gesehen auf gleicher Höhe wie bei einer Dauerbegrünung des Weinbergs (vgl. Abbildung 4). In einigen Versuchen wurden signifikant höhere Erträge gegenüber der Kontrolle durch eine ENTEC-Düngung erzielt.

Abbildung 4: Einfluss unterschiedlicher Dünger auf die NO_3-N-Gehalte (0-90 cm) in einem Weinbergsboden
(LVWO Weinsberg; Standort Gundelsheim, Spätburgunder, N-Düngung: 60 kg/ha N)

		Winterbegrünung		**Dauerbegrünung**	
		NPK	ENTEC-NPK	NKP	ENTEC-NPK
1998	Austrieb	41	23	23	14
	Juni	125	86	54	60
	September	86	40	15	21
	n. Ernte	6	8	9	22
1999	Austrieb	5	6	8	13
	Juni	47	58	33	42
	September	74	72	19	19
	n. Ernte	29	19	21	15
2000	Austrieb	8	7	20	17
	Juni	82	53	38	33
	September	67	50	25	31
	n. Ernte	23	23	30	21
2001	Austrieb	11	18	16	17
	Juni	189	66	18	23
	September	86	67	18	16
	n. Ernte	8	10	9	16
2002	Austrieb	5	5	4	17
	Juni	26	23	16	19
	September	30	24	17	18
	n. Ernte	9	17	17	27
Mittelwert		48 a *)	34 b	20 b	23 b

*) Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sich signifikant verschieden (DUNCAN-Test, 5%)

Sensorische Bewertungen

Bei Versuchen im Weinanbaugebiet Medoc (Bordeaux) konnte mehrfach gezeigt werden, dass bei Verkostungen Weine, deren Reben mit ENTEC gedüngt wurden, besser abschnitten als Weine, deren Reben mit herkömmlichen Düngern gedüngt wurden (vgl. Abbildung 3).

Diese Ergebnisse wurden in einigen Versuchsjahren auch durch Untersuchungen in Deutschland bestätigt (Baden, Württemberg).

Abbildung 3: Einfluss verschiedener N-Dünger auf die sensorischen Eigenschaften von Wein
(Chambre d´Agriculture de la Gironde , 2001, Merlot)

	Verkostungsnote			Reihenfolge		Durchschnitt
	20 kg/ha N	40 kg/ha N		20 kg/ha N	40 kg/ha N	
Dünger 1	12,7	13,0		5	4	4,5
Dünger II	12,3	12,5		8	6	7,0
ENTEC 26	13,0	13,1		3	2	2,5
Ammonnitrat	12,3	13,1		7	1	4,0

Literatur

BANULS, J.; SERNA, M.D.; QUINONES, A.; MARTIN, B.; PRIMO-MILLO, E.; LEGAZ,F.:

Optimizacion de la fertilizacion nitrogenada con el inhibitor de la nitrificacion (DMPP) con riego por goteo en citricos

Levante Agricola 2. Trimestre 2000, S. 117-121

BANULS, J.; QUINONES, A.; MARTIN, B.; PRIMO-MILLO, E.; LEGAZ, F.: Respuesta de la frecuencia de aplicacion del DMPP como inhibitor de la nitrificacion en clementina de nules

Levante Agricola 1er Trimestre 2002, S. 29-34

Linzmeier, W.; Gutser, R.; Schmidhalter, U.:

Nitrous oxide emission from soil and from a nitrogen-15-labelled fertilizer with the new nitrification inhibitor 3,4-dimetylphyrazole phosphate (DMPP)

Biology and Fertility of Soils, Vol. 34, 2 S. 103-108

PASDA, G.; HÄHNDEL, R.; ZERULLA, W.: Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops

Biology and Fertility of Soils, Vol. 34, 2 S. 85-97

SERNA, M.D.; BANULS, J.; QUINONES, A.; PRIMO-MILLO, E. LEGAZ, F.:

Evaluation of 3,4-dimetylpyrazole phaosphate as a nitrification inhibitor in a Citrus-cultivate soil

Biology and Fertility of Soils, Vol. 32, S. 41-46

ZERULLA, W.; BARTH, T.; DRESSEL, J.; ERHARDT, K.; HORCHLER VON LOCQUENGHIEN,K.; PASDA, G.; RÄDLE, M.; WISSEMEIER, AH.: 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. An introduction

Biology and Fertility of Soils, Vol. 34, 2 S. 79-84

Autoren

Dr. Reinhardt HÄHNDEL, Dr. Wolfram ZERULLA, BASF Agrarzentrum Limburgerhof, Postfach 120, D-67117 LIMBURGERHOF, e-mail: reinhardt.haehndel@basf-ag.de

Ökologische und pflanzenbauliche Effekte des Nitrifikationsinhibitors DMPP (ENTEC®)

WOLFRAM ZERULLA, GREGOR PASDA, & ALEXANDER W. WISSEMEIER

ENTEC-Dünger unterscheiden sich von herkömmlichen Düngern dadurch, dass sie den Nitrifikationshemmstoff DMPP (3,4-Dimethylpyrazolphosphat enthalten. DMPP verzögert die natürliche Umwandlung von Ammonium über Nitrit zu Nitrat durch eine selektive Hemmung der nitrifizierenden Bakterien Nitrosomonas über einen gewissen Zeitraum (Abbildung 1).

$$2NH_4^+ + 3O_2 \xrightarrow{\text{NITROSONOMAS}} \underset{\text{Ammonium}}{} \quad 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+ \quad \underset{\text{Nitrit}}{}$$

$$\underset{\text{Nitrit}}{2NO_2^- + O_2} \xrightarrow{\text{NITROBACTER}} \underset{\text{Nitrat}}{2NO_3^-}$$

Abbildung 1: Wirkungsweise von DMPP

Vorteile von ENTEC-Düngern

Der Zusatz von DMPP zu Düngemittel bietet erhebliche ökologische und ökonomische Vorteile:

- die Gefahr von **Nitrat-Auswaschungsverlusten** aus ENTEC-Düngern ist gegenüber normalen Düngern erheblich **reduziert**: in Gefäßversuchen wurde eine Verminderung der NO_3-Verluste um bis zu 65 %, in Feldversuchen um mehr als 20 % gemessen;
- die **Emission von klimarelevanten nitrosen Gasen**, vor allem von Lachgas wird durch den Zusatz von DMPP zu Düngemitteln durchschnittlich um 50 % **vermindert**;
- geringere N-Verluste und eine zeitweise Ammoniumernährung der mit stabilisierten Düngern gedüngten Kulturen bewirken häufig **Mehrerträge** und
- führen zu einer **besseren N-Ausnutzung** durch die Pflanze;
- durch eine Flexibilisierung von Düngungsterminen und die Möglichkeit Streugänge zusammenzufassen bzw. einzusparen ergeben sich für den Landwirt **arbeitswirtschaftliche Vorteile.**

Vorteile von DMPP gegenüber anderen Nitrifikationsinhibitoren

Weltweit sind zahlreiche Substanzen mit nitrifikationshemmenden Eigenschaften bekannt. Bedeutung haben dagegen bis heute im Wesentlichen nur zwei Verbindungen erlangt: in Europa und eingeschränkt in den USA Dicyandiamid (DCD; „Didin“®[2], „Ensan“®[3] sowie ausschließlich in den USA 2-Chlor-6(Trichlormethylpyridin) (Nitrapyrin, „Nserve“®[4]). In Österreich war bis zum Oktober 2000 ausschließlich DCD zugelassen.

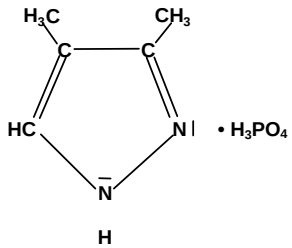
DCD weist erhebliche Nachteile auf. Es ist für einen breiten Einsatz in Landwirtschaft und Gartenbau vor allem zu teuer. Daneben ist seine Wirkung vergleichsweise schwach, so dass hohe Aufwandmengen pro Hektar für eine ausreichende Hemmung der Nitrifikation benötigt werden. Die gute Wasserlöslichkeit bewirkt, dass nach hohen Niederschlägen DCD selbst im Bodenprofil verlagert wird, so dass es zu einer räumlichen Entkopplung von zu stabilisierendem NH_4 und Nitrifikationshemmer kommen kann. Daneben bewirkt der Einsatz von DCD unter bestimmten Witterungsbedingungen phytotoxische Probleme, die zwar zu keinen Ertragseinbußen führen, jedoch die Anwendung z. B. zu Blattgemüsen aus Sicht der Vermarktungfähigkeit dieser Pflanzen verbieten.

[2] Didin, eingetragenes Warenzeichen der SKW Trostberg
[3] Ensan, eingetragenes Warenezichen der BASF AG
[4] Nserve, eingetragenes Warenzeichen der DOW Agrosicence

Nitrapyrin weist einen sehr hohen Dampfdruck auf, der die Aufbringung auf Festdünger verbietet. Deshalb wird Nserve nahezu ausschließlich nur zu wasserfreiem Ammoniak bei der in den USA in weiten Gebieten üblichen N-Düngung vor Winter zugesetzt. Zudem gehört diese Substanz in die Gruppe der Organo-Chlor-Verbindungen, deren Ausbringen in die Umwelt mehr und mehr kritisch gesehen wird. Sie ist darüber hinaus korrosiv und explosiv und zeigt gewisse toxikologische Probleme.

Eigenschaften des Nitrifikationsinhibitors DMPP

Im Rahmen eines Forschungsprojektes des deutschen Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMBF) entwickelte die BASF zusammen mit Hochschul- und Forschungsinstituten einen Nitrifikationshemmstoff, der die Nachteile der oben genannten Verbindungen nicht aufweist. Bei diesem neuen Nitrifikationsinhibitor handelt es sich um 3,4-Dimethylpyrazolphosphat (DMPP; „ENTEC“®[5] , Abbildung 2).



Warenzeichen: **ENTEC**

Strukturformel von Dimethylpyrazolphosphat (DMPP)

Abbildung 2: Strukturformel von Dimethylpyrazolphosphat (DMPP)

DMPP wirkt in sehr geringen Aufwandmengen. Im Vergleich zu DCD wird mit etwa 1/10 der Aufwandmenge mindestens eine gleich gute Hemmleistung erzielt. Mineraldünger mit ENTEC enthalten daher nur 1% Wirkstoff bezogen auf den Ammonium- oder Carbamidstickstoffgehalt des Düngemittels.

DMPP wird im Bodenprofil nicht verlagert. Damit kommt es auch zu keiner räumlichen Entkopplung von zu stabilisierendem Ammonium und Nitrifikationsinhibitor. Sowohl Modellversuche im Mitscherlichgefäß als auch Lysimeterversuche unter den für Nitrifikationsinhibitoren sehr ungünstigen Umweltbedingungen in Spanien belegen, dass die Gefahr einer Verlagerung von Nitrat aus Dünger mit DMPP effektiver vermindert wird als mit DCD.

DMPP wurde umfassend toxikologisch und ökotoxikologisch geprüft. Keine der Untersuchungen zeigte eine problematische Eigenschaft auf, so dass DMPP-haltige Düngemittel keine Gefährdungskennzeichnung aufweisen.

Trotz intensivster Prüfungen zeigte sich bisher in keinem Versuch eine phytotoxische Reaktion auf den Einsatz von ENTEC-Düngern, so dass von einer hervorragenden Pflanzenverträglichkeit ausgegangen werden kann. Dies verwundert nicht, da in Rückstandsversuchen nur in seltenen Ausnahmefällen DMPP in der Pflanze nachgewiesen werden konnte.

Seit 1997 wurden in mehr als 700 Exaktversuchen (randomisierte Blockanlagen mit vier Wiederholungen) ENTEC-haltige Düngemittel auf unterschiedlichen Standorten mit Schwerpunkt in Deutschland, Frankreich, Spanien und Italien geprüft. Davon entfielen fast 60 % der Versuche auf landwirtschaftliche und mehr als 40 % auf gärtnerische Kulturen sowie Sonderkulturen. Neben dem Marktertrag wurden in fast allen Versuchen auch die wichtigsten Qualitätsparameter erhoben. Die Effekte beim Einsatz von ENTEC-Düngern im Wein- und Obstbau werden an anderer Stelle dieses Tagungsbandes beschrieben (Hähndel und Zerulla).

In Abhängigkeit von den Standortfaktoren wurden die deutlichsten Ertragsunterschiede zugunsten ENTEC-haltiger Dünger auf leichteren, auswaschungsgefährdeten Standorten (Ackerzahl <45) erzielt (+ 4,5 % höherer Winterweizenertrag). Dennoch konnten auch auf den sehr fruchtbaren Standorten (Ackerzahl >71) Mehrerträge mit ENTEC in der Größenordnung von + 2,5 % (bei höherem Ertragsniveau) festgestellt werden. Ferner war die Ertragswirkung ENTEC-haltiger Dünger umso größer, je höher die Niederschläge im Zeitraum Januar bis Juli des jeweiligen Anbaujahres waren.

[5] ENTEC, eingetragenes Warenzeichen der COMPO GmbH & Co KG

Da die Mehrerträge auf schweren Böden kaum auf eine bessere N-Effizienz auf Grund reduzierter NO_3-Auswaschungsverluste zurückgeführt werden können, ist es wahrscheinlich, dass diese Effekte auf einer partiellen Ammoniumernährung der Pflanzen beruhen.

In Kombination mit einem Nitrifikationsinhibitor steht der Pflanze nämlich Ammonium über einen längeren Zeitraum und in höheren Gehalten zur Aufnahme zur Verfügung, so dass unter diesen Bedingungen ein substantieller Anteil der Stickstoffernährung über eine Ammoniumaufnahme abgedeckt wird. Dies führt zu einer Reihe von Vorteilen:

- Die Pflanze muss für die Aufnahme von NH_4-N weniger Energie aufwenden als zur Aufnahme von NO_3-N.
- NH_4-N kann direkt für den Proteinstoffwechsel verwandt werden.
- Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass eine Ammoniumernährung sich positiv auf die Synthese von Polyaminen und die Bildung der Phytohormone Cytokinin und Gibberelin auswirkt. Damit wird die Blütenbildung und das Wachstum positiv beeinflusst.
- Die partielle NH_4-Ernährung führt zu einer Absenkung des Rhizosphären-pH-Wertes, so dass die Pflanzenverfügbarkeit von Spurenelementen (Fe, Mn, Zn) verbessert wird.

Diese Effekte von ENTEC-Düngern auf physiologische Vorgänge in der Pflanze führen oft zu pflanzenbaulichen Vorteilen, die besonders im Gemüsebau aber auch bei Sonderkulturen zum Tragen kommen:

- kompakterer Wuchs (geringerer Holzzuwachs)
- bessere Blütenbildung (verminderte Alternanz?)
- dunkelgrünere Blattfarbe
- häufig geringere Nitratgehalte in der Frischsubstanz

Zulassung von DMPP

DMPP ist ein sogenannter Neustoff und wurde deshalb nach Chemikaliengesetz angemeldet. Die Anmeldung wurde 1997 erteilt. DMPP ist in die ELINCS-Liste (European List of Notified Chemical Substances) unter der Nummer 424-640-9 eingetragen. Damit darf DMPP innerhalb der EU vermarktet werden.

Seit Oktober 2000 ist DMPP nach § 9a des österreichischen Düngemittelrechts als Bodenhilfsstoff zugelassen und darf konventionellen mineralischen Düngemitteln zugesetzt werden.

DMPP bzw. DMPP-haltige Düngemittel sind auch in Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien, Slowenien, Tschechien, Griechenland, Großbritannien, Niederlande, Belgien, Dänemark, Litauen und Polen sowie in einigen Ländern in Übersee zugelassen. In Irland, Schweden, Portugal, Rumänien und der Türkei ist die Zulassung beantragt.

Schlussfolgerung

ENTEC-haltige Düngemittel sind in allen landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Kulturen sowie allen Sonderkulturen unter den unterschiedlichsten Boden- und Witterungsbedingungen einsetzbar. Sie zeichnen sich durch eine sehr gute Pflanzenverträglichkeit aus. In den meisten Kulturen werden bei gleicher N-Düngungshöhe mit ENTEC-haltigen Düngern im Vergleich zu Düngern ohne ENTEC höhere Erträge bei annähernd unverändert hohen Qualität erzielt. Bei Ertragsgleichheit kann in jedem Fall die Anzahl an N-Teilgaben um mindestens eine reduziert werden. Die deutlichsten Ertragsunterschiede zugunsten ENTEC-haltiger Dünger werden auf Standorten festgestellt, die Böden mit einem hohen Sandanteil aufweisen, die durch hohe natürliche Niederschläge bzw. Bewässerung/Beregnung und/oder die durch Starkregenereignisse gekennzeichnet sind.

Autoren

Dr. Wolfram ZERULLA, Dr. Gregor PASDA, Prof. Dr. Alexander WISSEMEIER, BASF Agrarzentrum Limburgerhof, Postfach 120, D-67117 LIMBURGERHOF, e-mail: wolfram.zerulla@basf-ag.de

Stickstoff- und Bor-Düngung beim Ölkürbis

WERNER HÖFLER

Einleitung

Es gibt kaum eine landwirtschaftliche Kultur, die so großen Ertragsschwankungen unterliegt wie der Ölkürbis. Dafür verantwortlich sind verschiedene Kriterien während der Wachstumsperiode. Dazu gehören die angewendeten Dünger und die dazugehörigen Ausbringungszeitpunkte, sowie oftmals auftretende Krankheiten. Im Laufe der Versuchsjahre hat sich aber immer wieder gezeigt, dass die Witterung und der Boden selbst einen sehr entscheidenden Einfluss zwischen Erfolg und Misserfolg im Kürbisbau haben.

Versuchsziele

Wie bereits erwähnt hat die Düngung einen wesentlichen Einfluss auf den Ertrag und die Qualität der Ölkürbisse. Dabei kommen neue Dünger auf den Markt, die eine gleichmäßigere Nährstoffversorgung bei Stickstoff gewährleisten sollen. Auch von der Versorgung mit Bor und dem Zeitpunkt, an dem diese Dünger ausgebracht werden, wird eine ertragssteigernde Wirkung erwartet. Als Versuchsstandort wurde eine Fläche neben der land- und forstwirtschaftlichen Fachschule Stainz in der Weststeiermark gewählt. Der Versuch dauerte drei Jahre.

Folgende Fragen wurden für diesen Versuch konzipiert:

- Auswirkung des N-Düngungszeitpunktes (zum Anbau oder kurz vor dem Schließen des Bestandes)
- Einsatz eines Düngers mit Nitrifikationshemmer (Entec-Dünger bzw. Dünger mit DMPP)
- Gibt es eine ertragssteigernde- oder qualitätssteigernde Wirkung durch die Bordüngung

Varianten

Düngungs-variante	8 N-Düngungsvarianten (kg/ha Rein-N)			
	zum Anbau	vor dem Schließen	zum Blühbeginn	kg/ha N
0	--	--	--	0
1	60 N (222 kg NAC ①)	--	--	60
2	--	60 N (222 kg NAC ①)	--	60
3	60 N 2001: 400 kg 15:10:10 + Entec ② 2002: 231 kg Entec 26 ② 2003: 231 kg Entec 26 ②	--	--	60
4	--	60 N 2001: 400 kg 15:10:10 + Entec ② 2002: 231 kg Entec 26 ② 2003: 231 kg Entec 26 ②	--	60
5	2001: keine N-Düngung 2002: 60 N (222 kg NAC ①) 2003: 60 N (222 kg NAC ①)	--	Solubor DF (5 kg ④)	2001: 0 2002: 60 2003: 60
6	60 N (231 kg Bor-NAC ③)	--	--	60
7	--	60 N (231 kg Bor-NAC ③)	--	60

① NAC = Kalkammonsalpeter 27 % N
② mit DMPP (Nitrifikationshemmer)
③ Bor-NAC = Bor-Nitramoncal 26 % N + 0,3 % Bor
④ Solubor DF = 17,4 % Bor

Versuchsanlage und Parzellengröße

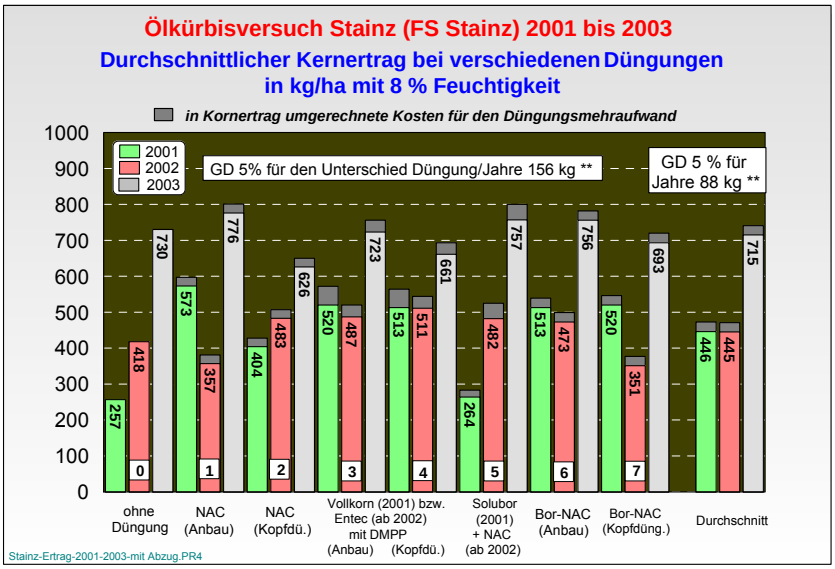
Da die Kürbispflanzen während der Hauptwachstumszeit sehr lange Ranken austreiben und daher sehr weit „laufen“, muss eine sehr große Bruttoparzelle angelegt werden, damit es schließlich zu keinen Vermischungen der einzelnen Varianten kommt. Es wurden bei diesem Versuch 11 x 12,6 m brutto (=138,6 m²) gewählt und schließlich bei der Ernte nur 8 x 8 m netto (=64 m²) herausgemessen und geerntet. Die Düngung mit Phosphor und Kalium, der Anbau und die Unkrautbekämpfung wurde nach praxisüblichen Gepflogenheiten durchgeführt.

Boden

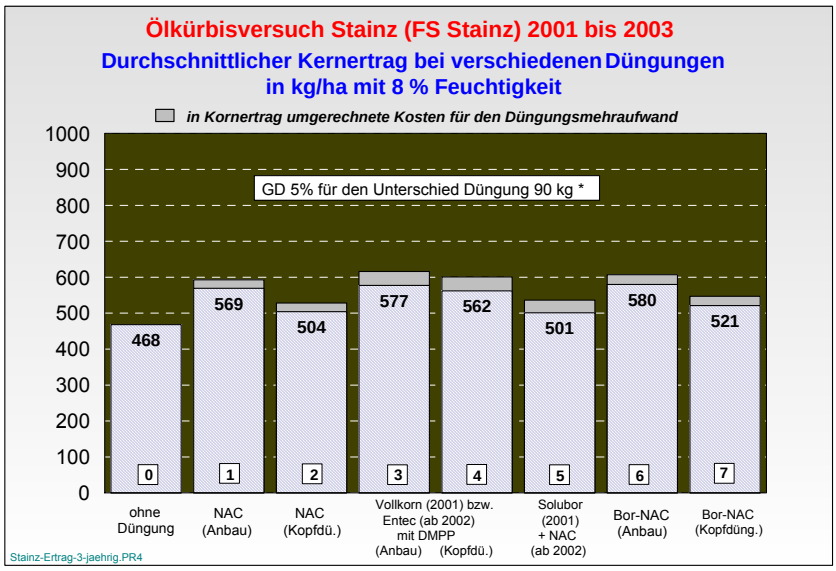
Phosphor:	21 mg/1000g Feinboden	Gehaltsstufe: A (sehr niedrig)
Kalium:	223 mg/1000g Feinboden	Gehaltsstufe: D (hoch)
pH-Wert:	5,2 (sauer)	
Sand:	3,0 %	
Schluff:	73,0 %	
Ton:	24,0 %	
Humusgehalt:	2,0 % (mittel)	

Versuchsergebnisse

Erträge in kg/ha mit 8 % Feuchtigkeit



Die dargestellte Grafik zeigt sehr anschaulich, wie stark die Erträge innerhalb der einzelnen Varianten und Jahre schwankten. Am augenscheinlichsten ist der Unterschied zwischen den Jahren. Das Jahr 2003 sticht durch einen wesentlich höheren Durchschnittsertrag von 715 kg/ha gegenüber der vorangegangen Jahre heraus. Die Jahreswitterung hat scheinbar einen wesentlich höheren Einfluss auf den Kürbisertrag als so manche Düngungsmaßnahme. Dies zeigte sich in diesem Jahr auch bei einem anderen Kürbisversuch in Stein bei Fehring. Besonders auffallend ist die Variante 0 (ohne Stickstoffdüngung), wo im Jahr 2003 sogar 730 kg/ha erreicht wurden. Im Vergleich zu anderen Varianten, die 60 kg/ha N bekommen haben, ist dies ein sehr guter und durchaus bemerkenswerter Ertrag.



Bei Betrachtung der Auswirkung der einzelnen Düngungsmaßnahmen auf den Ertrag im dreijährigen Durchschnitt fällt auf, dass die Variante 0 doch deutlich hinten nach hinkt. Der Ausbringungszeitpunkt der angewendeten Dünger hatte ebenfalls einen starken Einfluss auf die Ertragshöhe. Es zeigt sich überall, dass durch eine Düngung zum Anbau höhere Erträge erzielbar waren als durch eine Kopfdüngung. Bei den Varianten 3 und 4 war dieser Unterschied am geringsten. Eine ertragssteigernde Wirkung von Bor konnte in diesem Versuch weder durch Bor-Nitramoncal, noch durch eine Soluborspritzung erreicht werden.

Variante	Kernerträge in kg/ha							
	Stickstoffdüngung zum Anbau				Stickstoffdüngung vor dem Schließen			
	2001	2002	2003	Mittel	2001	2002	2003	Mittel
1	597	381	801	593				
2					428	507	650	528
3	572	520	756	616				
4					564	544	693	600
6	539	499	782	607				
7					546	377	720	548
Mittel	569	467	780	605	513	476	688	559

Die in der obigen Tabelle angeführten Varianten können bezüglich des Düngungszeitpunktes direkt miteinander verglichen werden. Es zeigte sich, dass die Gabe des Stickstoffes bereits zum Anbau eine positive Wirkung auf den Ertrag hatte. Dies bestätigt vor allem das Jahr 2003, aber auch bereits 2001 war diese Tendenz ablesbar. Der Grund dafür könnte die Trockenheit während der Vegetationszeit sein. Der knapp vor dem Schließen des Bestandes verabreichte Stickstoffdünger löste sich sehr lange nicht auf und konnte daher nicht zur richtigen Zeit zur Wirkung kommen. Die zu späte Wirkung des Stickstoffs brachte keine Steigerung des Ertrages mehr mit sich.

Qualitätsmerkmale

Düngungs-variante	Erntefeuchtigkeit in %				TKM in g			
	2001	2002	2003	Mittel	2001	2002	2003	Mittel
0	58,10	63,85	59,67	60,54	143	196	219	186
1	54,58	64,53	53,10	57,40	150	201	213	188
2	56,53	68,15	55,47	60,05	144	207	204	185
3	54,72	63,47	59,10	59,10	152	198	209	187
4	57,53	67,30	54,20	59,67	154	197	210	187
5	56,67	64,75	58,50	59,97	143	196	219	186
6	55,05	65,90	54,38	58,44	149	202	209	187
7	55,75	62,60	55,75	58,03	154	197	210	187
Mittel	56,12	65,07	56,27	59,15	149	199	212	187
Grenzdifferenzen bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit								
Düngung				3,11 ns				--
Jahre	2,48 **				6 **			
Düng./Jahre	5,38 ns				-			

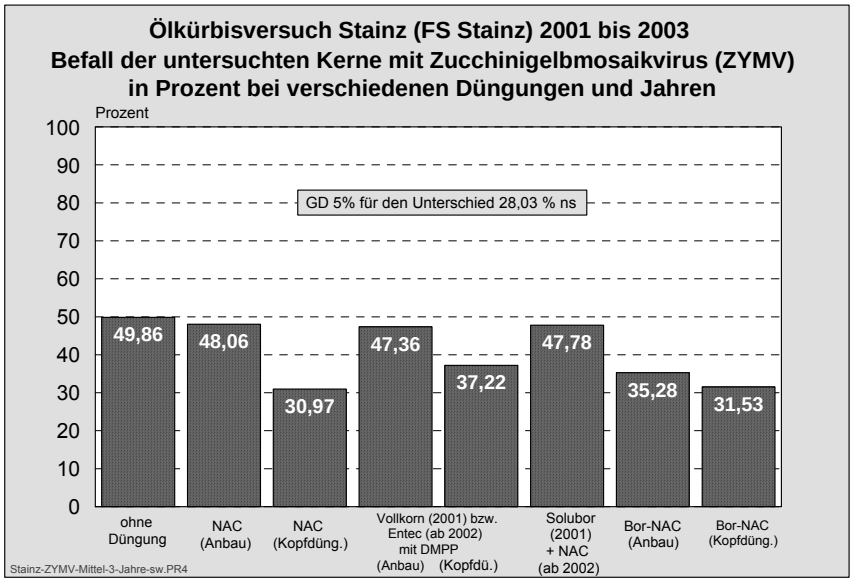
Bei der ***Erntefeuchtigkeit*** gibt es gesicherte Unterschiede zwischen den Versuchsjahren, nicht aber zwischen den Düngungsvarianten. Absolut gesehen schwankte der Wassergehalt der Kerne zum Erntezeitpunkt zwischen 53,10 % und 68,15 %, wobei die Varianten mit der N-Düngung zum Anbau tendenziell die geringere Erntefeuchtigkeit hatten. Dies ist wahrscheinlich darin begründet, dass die späte Wirkung des Stickstoffs bei der Gabe vor dem Schließen des Bestandes eine höhere Erntefeuchtigkeit mit sich bringt. Das Jahr 2002 sticht eindeutig durch eine um ca. 9 % höhere Erntefeuchtigkeit gegenüber der anderen Versuchsjahre heraus.

Bei Betrachtung der ***Tausendkornmasse (TKM)*** ist der Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten nur sehr gering bis gar nicht gegeben. Sehr groß hingegen ist der Unterschied zwischen den einzelnen Versuchsjahren. Er gab hier eine statistisch gesicherte Steigerung im Laufe der letzten drei Jahre. Es verhält sich ähnlich wie der Ertrag (höherer Ertrag = höhere TKM). Die Ursache für eine höhere Tausendkornmasse dürfte in einer besseren Ausreife der Kerne im Herbst liegen.

Virusbefall beim Ölkürbis

Bei den Ölkürbisversuchen war die Verhinderung des Befalles durch das Zucchinigelbmosaikvirus (ZYMV) ein zentrales Anliegen. Da Viren bekanntlich nicht direkt bekämpft werden können, kann man eigentlich nur ihre Verbreitung verhindern. Für die Ausbreitung dieses Virus stehen derzeit mehrere Wege in Diskussion.

Bei der verwendeten Untersuchungsmethode wurden pro Probe 20 Kerne auf Virusbefall untersucht. Das Ergebnis sagt aus, ob ein Kern mit dem Virus infiziert ist oder nicht. Es kann damit bedingt eine quantitative Aussage über die Befallswahrscheinlichkeit gemacht werden. Es besagt aber leider noch nicht, ob eine daraus entstehende Ölkürbispflanze auch tatsächlich mit dem Virus befallen sein wird bzw. wenn ja, ob es zu einer Beeinträchtigung des Ertrages kommt. Diese Methode kann aber zumindest Aufschluss geben, ob die angewendeten Maßnahmen eine Wirkung haben und den Virusbefall der Kerne vermindern können.



Es gibt sehr große Schwankungen, was den Virusbefall in Bezug auf die Düngung betrifft. Es kann daher keine gezielte Aussage getroffen werden.

Sehr deutliche und auch statistisch gesicherte Unterschiede gibt es zwischen den letzten drei Versuchsjahren. Im Jahr 2001 sind im Durchschnitt 16,88 % der untersuchten Kerne mit dem Zucchinigelbmosaikvirus infiziert gewesen. Dieser Wert ist sehr niedrig im Vergleich zum Jahr 2002, wo 80,94 % infiziert waren. Das Jahr 2003 ist mit durchschnittlich 25,21 % infizierten Kernen wieder im mittleren Bereich angesiedelt. Die Kernerträge waren aber mit Abstand im Jahr 2003 am höchsten.

Zusammenfassung

- Die Düngung mit N-stabilisierten Düngern (Entec) brachte im 3-Jahresschnitt tendenziell höhere Erträge, gesicherte Unterschiede sind aber nur zur ungedüngten Variante 0 gegeben.
- Bei den Düngungszeitpunkten war die Gabe zum Anbau ertragreicher als jene unmittelbar vor dem Schließen des Bestandes.
- Die Art des N-Düngers ist für Erntefeuchtigkeit und TKM nicht bestimmend.
- Die Bordüngung führte weder zu einer positiven Beeinflussung des Ertrages noch zu einer Steigerung der Qualität in Laufe dieser drei Versuchsjahre.

Autor

Ing. Werner HÖFLER, Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen, Hatzendorf 181, A-8361 HATZENDORF, e-mail: versuchsreferat.hatzendorf@netway.at

Regionale Klärschlammverwertung – Auswirkung auf Umwelt und Landwirtschaft

HORST MÜLLER, HANNES STOCKINGER

Die Errichtung von Kläranlagen und Kompostierungsanlagen sind äußere Zeichen für das steigende Umweltbewusstsein der Bevölkerung. Dabei wird jedoch vielfach vergessen, dass am Ende der Behandlungskette nicht nur gereinigtes Wasser sondern auch Abfallberge stehen. Klärschlamm und Kompost sind unvermeidliche Endprodukte, die aufgrund ihrer Qualität einer Verwertung oder Beseitigung zugeführt werden müssen.

Klärschlammverwertung möglichst dort, wo er anfällt

Die Überlegungen für die regionale Klärschlammverwertung entstanden aufgrund der Tatsache, dass lange Transportstrecken und geringe Transparenz bei der Anwendung von Klärschlamm die gesamte Verwertungspraxis in Misskredit bringen und dadurch die Akzeptanz bei Landwirten, Bevölkerung und Politik für den Einsatz von Klärschlamm gering ist. Ziel der regionalen Verwertung ist es, Klärschlamm mit geringem Schadstoffgehalt dort zu verwerten, wo er anfällt. Idealerweise wäre die Verwertung im Einzugsbereich der Kläranlage anzustreben. Wenn die Fläche für die Verwertung vor Ort nicht ausreicht, sollte die Zusammenarbeit mit Kläranlagenbetreibern angestrebt werden, die größere Mengen verwerten können als anfallen. Dass dies problemlos funktionieren kann, zeigen einige Beispiele in Oberösterreich, wo Kläranlagen in Grünlandgebieten auf Flächen in Ackerbaugebieten liefern, die von den dortigen Kläranlagen nicht mehr beliefert werden können.

Leider wird in Oberösterreich gelegentlich auch Klärschlamm aus Bundesländern ausgebracht, die die Verwertung grundsätzlich ablehnen (z. B. Salzburg, Tirol) und die bis heute keine Beseitigungsmöglichkeiten geschaffen haben. Transportstrecken von bis zu mehreren hundert Kilometern durch Bundesländer, deren angeblich größtes Umweltproblem der LKW-Verkehr auf den Autobahnen ist, widersprechen dem Gedanken der regionalen Verwertung. Diese Praxis ist eindeutig als Klärschlamm-Tourismus einzustufen und schadet letztlich der Akzeptanz bei allen Beteiligten.

Ein Vorteil der regionalen Verwertung ist eine deutliche Reduktion von Transportstrecken, wodurch auch Schadstoffemissionen merklich verringert werden können. Anlagen für die weitere Behandlung oder Verbrennung von Klärschlämmen müssen für ihren wirtschaftlichen Betrieb sehr groß dimensioniert und in einigen wenigen Zentren errichtet werden. Sie führen daher zu einem entsprechenden Verkehrsaufkommen.

Da die Deponierung von Klärschlamm ab Jänner 2004 nicht mehr möglich ist, steht als Alternative zur Verwertung hauptsächlich die Verbrennung zur Verfügung:

- Verbrennen heißt jedoch, dass ein bereits entwässerter Klärschlamm (mit einem Wassergehalt von ca. 70%) getrocknet werden muss.
- Pro m³ Klärschlamm müssen ca. 700 Liter Wasser verdampft werden, um ca. 150 kg organische Substanz zum Brennen zu bringen und ca. 200 kg Asche zu produzieren. Dafür muss Energie aufgewendet werden, was zusätzliche Emissionen an klimarelevanten Gasen und Schadstoffen bedeutet.
- -Auch bei der Verbrennung von solar getrocknetem Klärschlamm gelangt zusätzliches CO_2 und NO_x in die Atmosphäre. 1 Tonne Klärschlamm-Trockensubstanz enthält ca. 390 kg Kohlenstoff, der bei der Verbrennung zu ca. 1.500 kg CO_2 oxidiert wird.
- -In Österreich fallen ca. 250.000 t Klärschlamm-Trockensubstanz pro Jahr an. Würde die gesamte Menge verbrannt, würden etwa 370.000 t CO_2 zusätzlich zu den Abgasen von Transport und Trocknung in die Atmosphäre gelangen.

Bei der landwirtschaftlichen Klärschlamm-Verwertung wird ein großer Teil des Kohlenstoffes in stabilen Humuskörpern gebunden. Wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass Kohlenstoff an Huminsäuren gebunden bis zu 7.000 Jahre im Boden bleibt. Wenn man bedenkt, dass

unsere Kulturböden in den letzten 10.000 Jahren entstanden sind, kann man das CO_2 – Speicherpotential unserer Böden annähernd begreifen.

Posphat

Ein wesentliches Argument für die Verwertung von qualitativ hochwertigem Klärschlamm ist die Nutzung der enthaltenen Nährstoffe, Spurenelemente und der organischen Substanz. Der Einsatz von ca. 3 Tonnen Klärschlamm-Trockensubstanz pro Hektar reicht aus, um beispielsweise die Phosphatversorgung von Mais sicherzustellen.

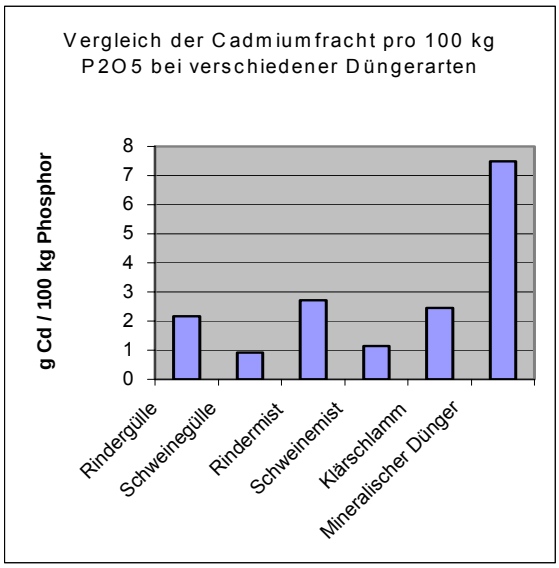
Phosphat muss, wenn es nicht im Wirtschaftsdünger ausreichend vorhanden ist, aus Ländern in Afrika oder Asien importiert werden. Der Aufwand für die Gewinnung ist sehr hoch, da für den Abbau von 1 Tonne Phosphat ca. 60 Tonnen Abraummaterial bewegt werden müssen. Weiters muss das Rohphosphat aufbereitet, verpackt und transportiert werden. Eine Abschätzung des Energieaufwandes und der damit verbundenen Schadstoffemissionen ist schwierig, aber man schätzt dass man mit ca. 5000kWh pro Tonne Phospat rechnen muß.

Tatsache ist, dass der Einsatz von Phosphatdüngern sogar im Biolandbau erlaubt, Klärschlamm jedoch unter Hinweis auf den möglichen Schadstoffgehalt verboten ist. Leider wird von Gegnern der Verwertung immer wieder der „zu hohe Schadstoffgehalt“ in Klärschlämmen ins Treffen geführt obwohl viele seriöse Untersuchungen gezeigt haben, dass die Gehalte an Schwermetallen in guten kommunalen Klärschlämmen nicht höher liegen als in Wirtschaftsdüngern.

Es sei noch vermerkt, dass die derzeit bekannten Phosphatvorkommen noch ca. 80 Jahre ausreichen werden, um bei gleichbleibendem Bedarf die Versorgung sicherstellen zu können. Danach wird man sich wohl überlegen müssen, ob man dann nicht Abfalldeponien als Phosphorquellen heranziehen soll.

Regelblatt 17 sowie OÖ Bodenschutzgesetz und Klärschlammverordnung sind optimale Rahmenbedingungen für die Verwertung:

- Regionale Klärschlammverwertung bedeutet, dass jede Ausbringung von Klärschlamm exakt berechnet und lückenlos dokumentiert wird. Sehr hilfreich ist es dabei, wenn die Landwirte gut beraten werden.
- Bürgermeister und Klärwärter sind oft überfordert, wenn Fragen zum Klärschlammeinsatz auftauchen, aber auch die Berater der Landwirtschaftskammer sind vielfach nur am Rande mit der Klärschlammverwertung vertraut und raten daher eher vom Einsatz ab.
- Speziell geschulte Berater sind in der Lage, **exakte Düngepläne** zu erstellen die der guten landwirtschaftlichen Praxis entsprechen, die auf Förderprogramme wie ÖPUL (Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft), Wasserrecht, Nitratrichtlinie,... abgestimmt sind und die auch das mögliche Einsparungspotential bei der Ergänzungsdüngung aufzeigen. So ist es möglich, die notwendige Transparenz zu gewährleisten und auch zu beweisen, dass Klärschlammverwertung keine Schädigung von Böden und Umwelt nach sich zieht.
- Klärschlämme sind nicht schadstofffrei, genau so wenig wie mineralische Düngemittel oder Wirtschaftsdünger. Klare Qualitätsvorgaben, genaue Kontrollen durch die Behörden und die Einhaltung der „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ gewährleisten jedoch, dass auch Abfalldünger - wie Klärschlamm - so genützt werden können, dass die wertvollen Inhaltsstoffe zur Wirkung kommen und potentielle Schadstoffe nur in solchen Konzentrationen in den Boden gelangen, die keine Schädigung bewirken können.



Quelle: Der Bauer OÖ (Ausgabe 21.04.2004), Untersuchung von Wirtschaftsdünger (Amt der OÖ LR 1995), Mineraldünger = Grenzwert lt. Düngemittelverordnung 1994; §2, Abs.2

Um die Verwertung so effektiv wie möglich zu gestalten empfiehlt es sich, dass Maschinenringe überall dort den Transport und die Ausbringung übernehmen, wo der Klärschlamm übernehmende Landwirt nicht über die erforderlichen Maschinen und Geräte bzw. Zeit verfügt. Dies würde gewährleisten , dass diese Arbeiten von Professionisten durchgeführt und dass die gesamte Wertschöpfung in der Region verbleibt. Ziel ist es, dass alle Beteiligten voll und ganz hinter der landwirtschaftlichen Verwertung stehen.

Dazu gehört aber auch, jeden Kanalbenützer darüber zu informieren, wie er zu einer guten Klärschlammqualität beitragen kann. Diese Informationen sollten in periodischen Abständen über Gemeindezeitungen, bei Kläranlagenbesichtigungen bzw. im Rahmen von Umwelttagen weitergegeben werden. Gut informierte Kanalbenützer sind einerseits eine große Hilfe bei der Erreichung von guten Klärschlammqualitäten und akzeptieren andererseits die Verwertung in der Landwirtschaft als sinnvolle Verwertungsmaßnahme.

Ergänzend dazu ist die Indirekteinleiter-Verordnung ein gutes Instrument, gewerbliche und industrielle Abwasserproduzenten über ihre Möglichkeiten zur Erreichung einer guten Klärschlammqualität zu informieren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

Gemeinsame Anstrengungen für eine gute Klärschlammqualität sind die Voraussetzung für moderate Kanalgebühren. Die Beseitigung von Klärschlamm verursacht heute schon enorme Kosten und würde noch teuerer, wenn die landwirtschaftliche Verwertung als Alternative nicht mehr möglich wäre.

Zeitgemäße und zielführende Rahmenbedingungen für die Klärschlammverwertung wie sie in Oberösterreich seit mehr als 13 Jahren in Kraft sind, sind die Voraussetzung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit von Kläranlagenbetreibern und Landwirtschaft.

Autoren

Ing. Horst MÜLLER, Hannes STOCKINGER, Müller Abfallprojekte GmbH, Hauptstraße 34, A-4675 WEIBERN, e-mail: h.stockinger@tb-mueller.at

Einfluss unterschiedlicher Kultursubstrate und Pflanzenarten auf Pflanzenwachstum und Sickerwasseranfall bei der Schliessung von Deponien und Abbauflächen (Gefäßversuch)

PETER LIEBHARD, KARIN WRIESSNIG & MARKUS RAUCHECKER

Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

Ein Teil der von Deponien und Rekultivierungsflächen ausgehenden belasteten Sickerwässer und Gase können durch eine verbesserte Deponie- und Abdecktechnik vermindert werden. Die Gasbildung aus den abfallbürtigen Materialien setzt bereits relativ früh nach Einbringung in den Deponiekörper ein. Die gasförmigen Emissionen können bei größeren Anlagen über ein Rohrnetz gesammelt und einer thermisch energetischen Verwertung (Blockheizkraftwerk) zugeführt werden oder sie entweichen in die bodennahe Atmosphäre als Deponiegas und verursachen beträchtliche klimarelevante Umweltschäden. Durch einen entsprechenden Schichtaufbau und Verwendung geeigneter Komposte kann ein wesentlicher Teil des extrem treibhauswirksamen Methans durch den mikrobiellen Abbau zu Kohlendioxid und Wasser übergeführt werden. Neben einer entsprechenden Ausgestaltung der Abdeckung ist eine ständige Kontrolle notwendig und häufig sind auch laufende Nachbesserungen in der Abdeckschicht erforderlich.

Dringt belastetes Sickerwasser ins Grundwasser ein, dann besteht eine Langzeitgefahr für das Trinkwasser. Flüssige Emissionen sind technisch durch Sammlung und Abfuhr bzw. durch Reduktion oder Vermeidung des Sickerwasseranfalles lösbar. Einen wesentlichen Einfluss auf den Sickerwasseranfall hat einerseits die Abdeckschicht und andererseits die darauf befindliche Vegetationsdecke. Durch den Pflanzenaufwuchs wird zumindest während der Vegetationszeit das anfallende Niederschlagswasser durch Transpiration und Biomassebildung gebunden und vermindert dadurch die Sickerwassermenge. Das Abdecksubstrat muss daher neben einem entsprechenden Nährstoffvorrat für die aufwachsenden Pflanzen zusätzlich in Abstimmung mit den regional zu erwartenden Niederschlägen über eine entsprechend hohe Wasserspeicherkapazität, Wasserdurchlässigkeit und den notwendigen Luftporenraum verfügen.

In einem Freiland-Großgefäßversuch wurde geprüft, in welchem Ausmaß sich abfallbürtige Materialien wie Bio- oder Klärschlammkompost als Mischungsanteil für Kultursubstrate bei ein- und mehrjährigen Deckpflanzen eignen. Die aufwachsenden Pflanzen werden einer thermisch-energetischen Verwertung zugeführt. Von Bedeutung ist weiters der Einfluss der Abdeckschicht auf den Wasserhaushalt des Deponiekörpers und der anfallenden Sickerwassermenge.

Material und Methoden

Im Frühjahr 1996 wurde am nördlichen Stadtrand von Wien eine Großgefäß-Versuchsanlage errichtet (Tab.1). In diesem landwirtschaftlich bedeutenden Produktionsgebiet herrscht das pannonische Klima vor. Der langjährige Jahresniederschlag beträgt 540 mm, die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9,7 °C. Der Bodentyp am Standort ist eine mitteltiefgründige Schwarzerde. Boden vom Standort wurde auch als Mischungspartner für das Substrat verwendet.

Die Versuchsgefäße waren runde, ca. 200 l fassende, Hartplastiktonnen von 85 cm Höhe und 65 cm Durchmesser. Die Gefäße wurden für die Sickerwassererfassung entsprechend vorbereitet (14 cm Kiesfüllung, darüber Vliesabdeckung, Fühler-Verkabelung und Verschlauchung mit Auffangbehälter - Abb.1). Die Gefäße wurden mit Materialien auf TM-Basis einheitlich befüllt und geringfügig durch Rütteln verdichtet. Die Leerräume zwischen den Gefäßen wurden mit Erde bis auf die Gefäßoberkante aufgefüllt. Dadurch konnte die höhere Erwärmung im Sommer bzw. die stärkere Unterkühlung im Winter vermindert werden (geringfügiger erwarteter „Oaseneffekt“). Das Ausgangsmaterial wurde gemäß ÖNORM 2023 auf chemische und physikalische Eigenschaften analysiert (Untersuchungsmethoden und Güteüberwachung von Komposten). Die Analysenergebnisse ergaben, dass die Komposte den Gütekriterien für Komposte aus biogenen Abfällen der Norm entsprechen. Der Biokompost wies die Güteklasse I, der Klärschlammkompost aufgrund der höheren Schwermetallgehaltswerte die Güteklasse II auf (ÖNORM S 2023). Das Wasserangebot wurde durch

eine zusätzliche Bewässerung so ergänzt, dass es einer jährlichen Niederschlagsmenge von ca. 850 mm entsprach (während der Vegetationszeit wurden wöchentlich ca. 3 l / Gefäß aufgebracht).

Pro Kultursubstrat und Fruchtart wurden fünf Großgefäße (Wiederholungen) gefüllt. Zur Charakterisierung des Standortes und für eine exakte Datenerfassung (Wind, Temperaturverlauf und Niederschläge) wurde eine Wetterstation eingerichtet.

Tab. 1: Versuchsanlage - Prüffaktoren

Faktor A Kultursubstrat und Mischungsanteil	**Kurzbezeichnung**	**Faktor B Fruchtart**
Ackererde	A	Brache
Biokompost 40 % und Ackererde	Bio 40	Gräsermischung
Biokompost 60 % und Ackererde	Bio 60	Knöterich
Klärschlammk.40 % und Ackererde	KSK 40	Miscanthus Giganteus
Klärschlammk. 60 % und Ackererde	**KSK 60**	Pappel

Ergebnisse und Diskussion

Von allen verwendeten Fruchtarten wurde das Decksubstrat ausreichend durchwurzelt und somit vor Erosion geschützt. Es kam auch zu keinen trockenheits- oder frostbedingten Ausfällen von Gefäßen. Mit zunehmender Versuchsdauer änderten sich zwar die Wachstumsbedingungen in den Gefäßen (1996 bis 2000), der Pflanzenaufwuchs, die Entzugswerte über Biomasse und Sickerwasser sind dennoch, getrennt für die jeweiligen hydrologischen Jahre, bewertbar.

Mit zunehmender Versuchsdauer kam es zu einem unterschiedlich hohen Absinken des pH-Wertes im Kultursubstrat, wodurch sich die Verfügbarkeit der einzelnen Elemente änderte.

Jährlich geerntet wurden Gras (3 Schnitte), Knöterich und Miscanthus Giganteus. Die Pappel wurde erst nach dem vierten Vegetationsjahr geerntet. Zwischen Blattzahl, Blattfläche und Biomasseertrag gab es keine absicherbare Beziehungen. Abb. 2 zeigt den Gesamt-Trockenmasseertrag [g]bei den unterschiedlichen Fruchtarten und Kultursubstraten von den vier Vegetationsjahren(1996 – 2000).

Bei **Gräsern** als Deckpflanze ist ein hohes N-Angebot in der Kultursubstrat-Deckschichte erforderlich, außerdem sind horstbildende (*Lolium perenne*) und salztolerante Arten (*Poa pratense*) vorteilhaft.

Bei **Knöterich** kam es vom ersten zum zweiten Vegetationsjahr zu einer Versechsfachung des Trockenmasseertrages. Bei allen Ernteterminen wurde auf den Varianten Bio 40 und KS 40 die höchsten Biomasseerträge geerntet. Trotz hoher Triebzahl und hoher Wuchshöhe im Vergleich zu den übrigen Deckfruchtarten war aber der TS-Ertrag am niedrigsten.

Miscanthus Giganteus erreichte über die Jahre den höchsten Trockenmasseertrag. Zwischen den unterschiedlichen Kultursubstraten gab es überwiegend signifikante Unterschiede mit abnehmender Reihenfolge: KS 40, KS 60, Bio 40, Bio 60 und mit niedrigstem Ertrag bei (A) Ackererde.

Bei **Pappel** kam es bereits ab dem dritten Vegetationsjahr aufgrund der vorgegebenen Gefäßgröße zu verminderten Zuwachsleistungen. Die höchsten Wuchshöhen und Trockenmasseerträge wurden auf den Klärschlammkomposten, gefolgt von den Biokomposten, erzielt.

Erwartungsgemäß wurde die höchste **Sickerwassermenge** in den Brachegefäßen erreicht (Abb.3). Während der Hauptvegetationszeit fiel auf den bewachsenen Gefäßen kein Sickerwasser an. Zwischen den Jahren gab es kultursubstrat- und fruchtartenbezogen kaum Unterschiede. Die Ergebnisse der Wasserspannung zeigen , dass die Ackererde zwar eine geringere Wasserspeicherkapazität, aber eine höhere Verfügbarkeit, als die Kompostvarianten aufweist. Mit steigendem Kompostanteil erhöhte sich die für die Pflanzen **nicht verfügbare** Wassermenge.

Die **Befrachtung des Sickerwassers** wies bei den Kompostvarianten wesentlich höhere Salzgehalte auf. Die höchsten Werte wurden in der Biokompostvariante 60 gemessen. Im Verlauf der Zeitreihe kam es aber zu einer deutlichen Abnahme (Analysengehaltswerte nicht angeführt).

Schlussfolgerung

Die Rekultivierung von Deponien und Abbau- bzw. Altlastflächen mit abfallbürtigen Substraten und die Bedeckung mit Fruchtarten für eine thermisch-energetische Verwertung stellt eine bedeutende Alternative zu den derzeitigen Maßnahmen dar. Für die Rekultivierung von Deponie- und Abbauflächen sind ein- und mehrjährige Fruchtarten als Deckpflanzen sowohl für Bio- als auch für Klärschlammkompost geeignete Decksubstrat-Mischungspartner. Das günstigste Mischungsverhältnis ergab sich bei den angeführten Bedingungen (70 cm hohe Deckschichte) durch Zugabe von 40 % Klärschlamm- oder 40 % Biokompost zu Ackererde. Bei der angeführten Deckschichtstärke und der Deckschichtzusammensetzung ist im Vergleich zu Ackererde keine wesentlich zusätzliche höhere Belastung der Deponiesickerwässer zu erwarten.

Literatur

GOMISCEK, T (1999): Rekultivierung von Deponien mit abfallbürtigen Substraten und Energiepflanzen in Hinblick auf Wasserhaushalt und Biomasseertrag. Diss. Universität für Bodenkultur Wien.

RAUCHECKER M. (2001): Ökologische Aspekte bei der Schließung und Rekultivierung von Deponien und Abbauflächen mit diversen Pflanzenarten auf unterschiedlichen Kultursubstraten zur Produktion von Biomasse und Reduktion des Sickerwasseranfalles. Diss. Universität für Bodenkultur Wien.

LIEBHARD P., T. GOMISCEK und M. RAUCHECKER (2002): Schließung von Deponien und Abbauflächen mit unterschiedlichen Kultursubstraten und Pflanzenarten auf Biomasseaufwuchs und Sickerwasseranfall. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. 45. Jahrestagung Berlin, **14**, Freisinger Künstlerpresse W. Bode, Freising, 261 – 262.

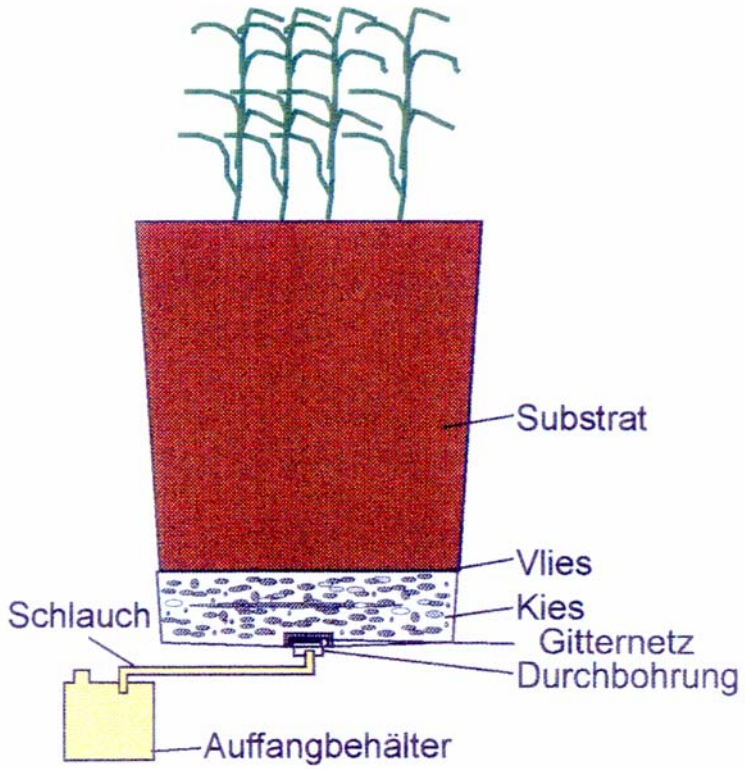


Abb.1: Schematischer Aufbau eines Großgefäßes

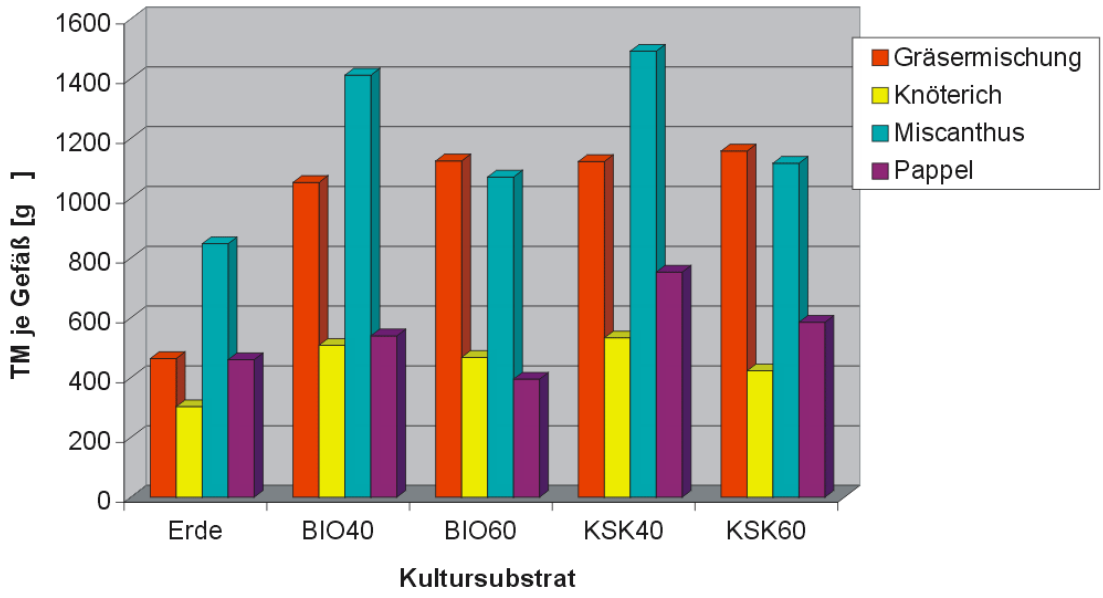


Abb.2: Trockenmasseertrag [g] je Gefäß bei unterschiedlichen Fruchtarten- Vegetationsdecken und Kultursubstraten von vier Vegetationsperioden (1996 – 2000)

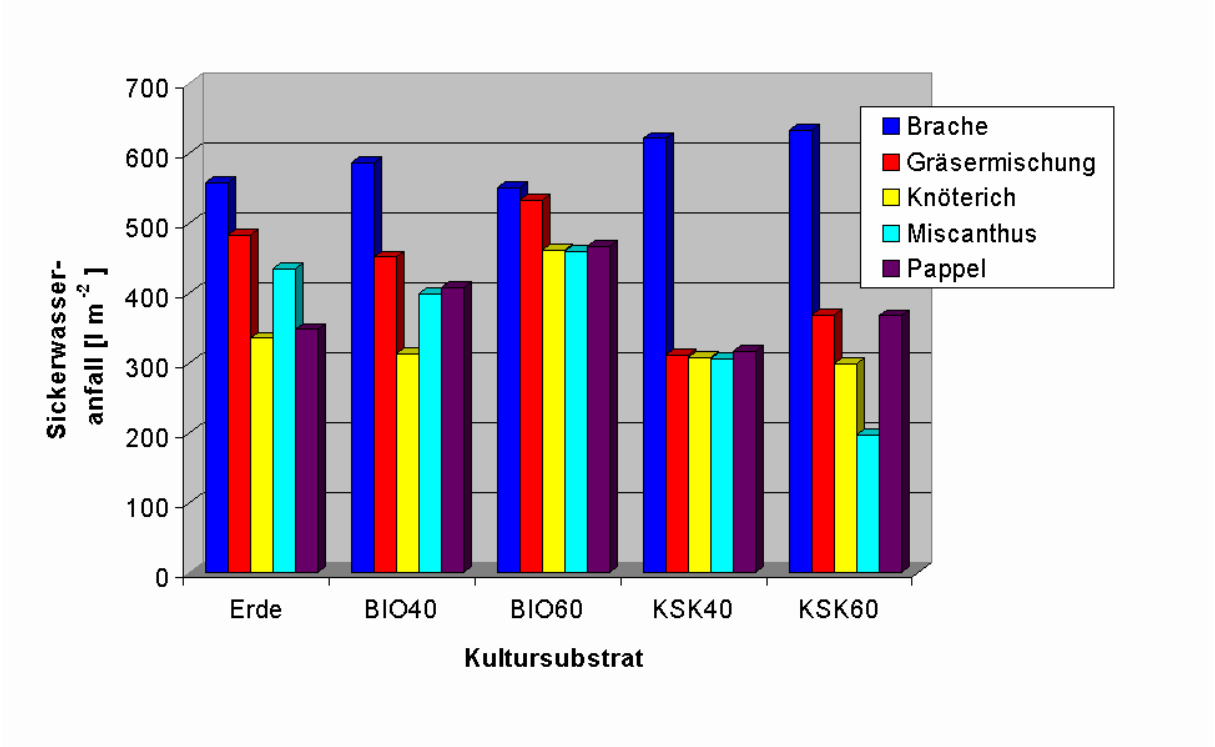


Abb.3: Sickerwasseranfall [mm] m^2 bei unterschiedlichen Fruchtarten-Vegetationsdecken und Kultursubstraten in vier hydrologischen Jahren (1996 – 1999)

Autoren

Ao. Univ. Prof. Dr. Peter LIEBHARD, Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau und Züchtung, Gregor Mendel Straße 33,A-1180 WIEN, e-mail: peter.liebhard@boku.ac.at

DI Karin WRIESSNIG, DI Dr. Markus RAUCHECKER, Universität für Bodenkultur, Institut für Angewandte Geologie, Gregor Mendel Straße 33,A-1180 WIEN

Auswirkungen der Klimaveränderung auf den Reifeverlauf von Reben

KARL BAUER

Klimabeobachtungen über einen längeren Zeitraum ergeben, dass man eine globale Erwärmung feststellen und durch Klimamodellberechnungen ein weiteres Ansteigen der Temperatur vorhersagen kann. Die in den Jahren ab 1990 weltweit auffälligen Witterungserscheinungen werden als Auswirkung der globalen Klimaveränderung zugeordnet.

Veränderungen in Österreich

Auf Grund von Beobachtungen bzw. mit Modellberechnungen ist mit hoher Wahrscheinlichkeit mit folgenden Auswirkungen zu rechnen:

- zunehmende Durchschnittstemperatur,
- höhere Maximumtemperaturen - mehr heiße Tage – längere Trockenperioden,
- zunehmende Extremereignisse,
- stärkere Sonnenenergieeinstrahlung,
- höhere Minimumtemperaturen, weniger kalte Tage und Frosttage,
- intensivere Niederschlagsereignisse,
- Änderung der Niederschlagsverteilung,
- zunehmende Trockenheit im Sommer.

Auswirkungen der Klimaveränderungen auf den Weinbau

Die Auswirkungen auf den Weinbau (positive und negative) sind bereits im Verlauf der Rebblüte und Reifebeginn zu beobachten.

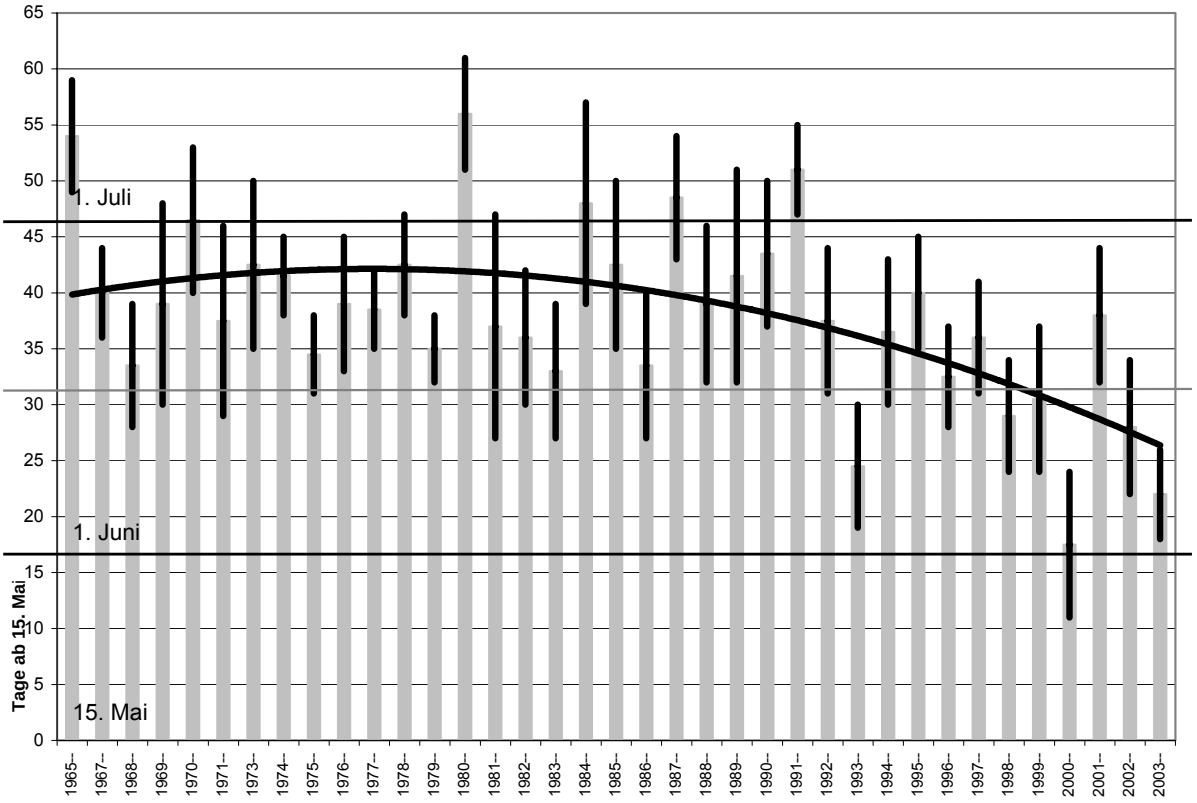


Abb. 1: Blühzeit der Sorte Grüner Veltliner in der Kremser Sandgrube. Die Darstellung beginnt mit 15. Mai.

Die Rebblüte hat sich im Zeitraum v. 1965 bis 2002 um ca. 10 -11 Tage nach vorne geschoben (siehe Abb. 1). Galt in den Jahren 1965 bis Ende der 80iger Jahre Mitte Juni als durchschnittlicher Blühbeginn und Ende Juni als durchschnittliches Blühende (Krems/D. Grüner Veltliner), haben sich diese Terminangaben deutlich ab 1993 um 10 – 11 Tage im Vergleich zum Mittelwert 1995/1992 vorgeschoben. Die Dauer der Rebblüte verkürzt sich, aber die Schwankungen über die Dezennien sind groß und damit ist kein deutlicher Trend erkennbar. Dabei hat die Witterungslage während der Rebblüte den größten Einfluss auf den Verlauf.

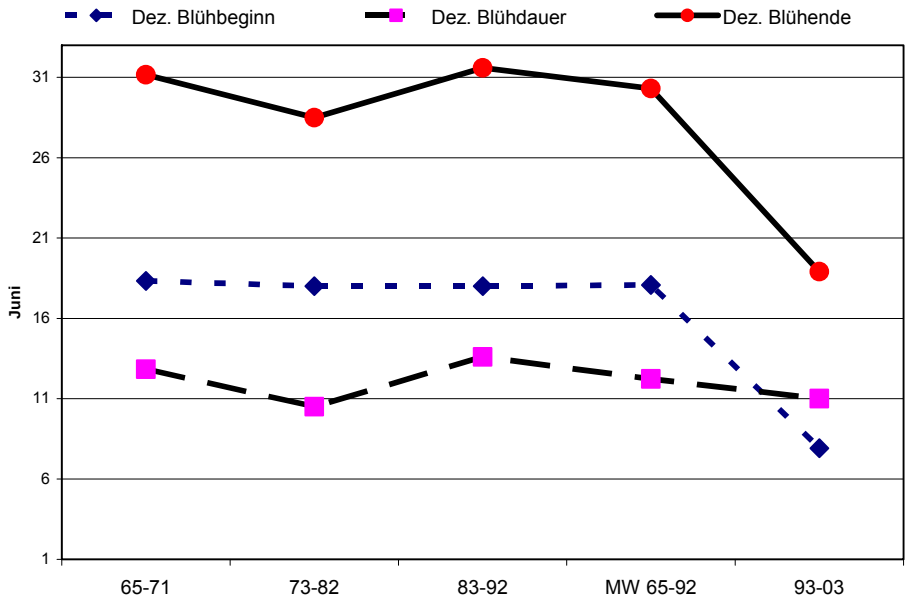


Abb. 2 Durchschnitt von Blühbeginn, Blühende und Blühdauer in den letzten Dezennien, Grüner Veltliner, Kremser Sandgrube (65-72, nur 6 Jahre)

Wenn man nun die Blühzeitverschiebung vergleicht mit Reifemessungen, ist der Zusammenhang zwischen zeitlichem Ablauf der Blüte und der Traubenreife des Jahres deutlich zu erkennen. Ein früher Blühabschluss hat eine frühere Traubenreife zur Folge. Abb. 6 zeigt den Zucker- und Säuregehalt ab 1954, jeweils gemessen am 20. September (+-1 Tag). Ab dem Jahr 1981 ist zu erkennen, dass die Jahre mit einem Zuckergehalt von über 15 °KMW deutlich häufiger aufgetreten sind als im vorher dargestellten Zeitraum (leider fehlen hier einige Jahre). Im gleichen Zeitraum ist der Säuregehalt abnehmend. Trotz gewisser Ungenauigkeiten bei den Probenahmen lässt sich ein deutlicher Trend erkennen. Die Ergebnisse sind nicht von Botrytisbefall beeinflusst, da nur gesunde Beeren für die Proben verwendet wurden.

In der Abb. 3 und 4 sind die Ergebnisse von der Sorte Rheinriesling vom Kremser Wachtberg bzw. Grüner Veltliner (Sandgrube) dargestellt. Bei beiden Sorten ist die gleiche Tendenz einer Reifeverfrühung festzustellen.

Sorten reagieren auf Grund ihrer verschiedenen Standortsansprüche unterschiedlich auf die Klimaveränderung. Einige Rebsorten haben eine eher eingegrenzte Verbreitungsmöglichkeit (z. B. Grüner Veltliner, Rheinriesling) weil sich diese durch ihre spezifischen Sortenansprüche ergeben bzw. weil eine geringe Anpassungsfähigkeit vorliegt. Andererseits gibt es Sorten, welche eine größere Anpassungsfähigkeit und damit Anbaubreite (z. B. Chardonnay) besitzen.

Bei beiden Sorten setzt die Lesereife früher ein. Dies lässt einen größeren Spielraum für die Lese bzw. für die Erreichung bestimmter Qualitätsstufen zu. Eine enge Beziehung besteht auch zwischen dem Blühende und dem Zuckergehalt zur Lese. Jahre mit früherem Blühende ergeben eine bessere Weinqualität, wobei die Witterung im Herbst ungünstig mitmischen kann. Durch die frühere Reife bestehen noch höhere Temperaturen in der Reifephase, die zwar einerseits günstig für die Bildung der primären Aromastoffe sind, aber zu hohe Nachttemperaturen können zu einem verstärkten Säureabbau

führen. In dieser Phase sind die Beeren empfindlich auf Niederschläge. Frühzeitiger Botrytisbefall ist häufiger gegeben, höhere Temperaturen fördern die Grünfäule (Penicillium, Fruchtfliege, Essigstich), welche in keiner Weise gewünscht ist und einen deutlichen Arbeitsmehraufwand bei der Lese verursacht.

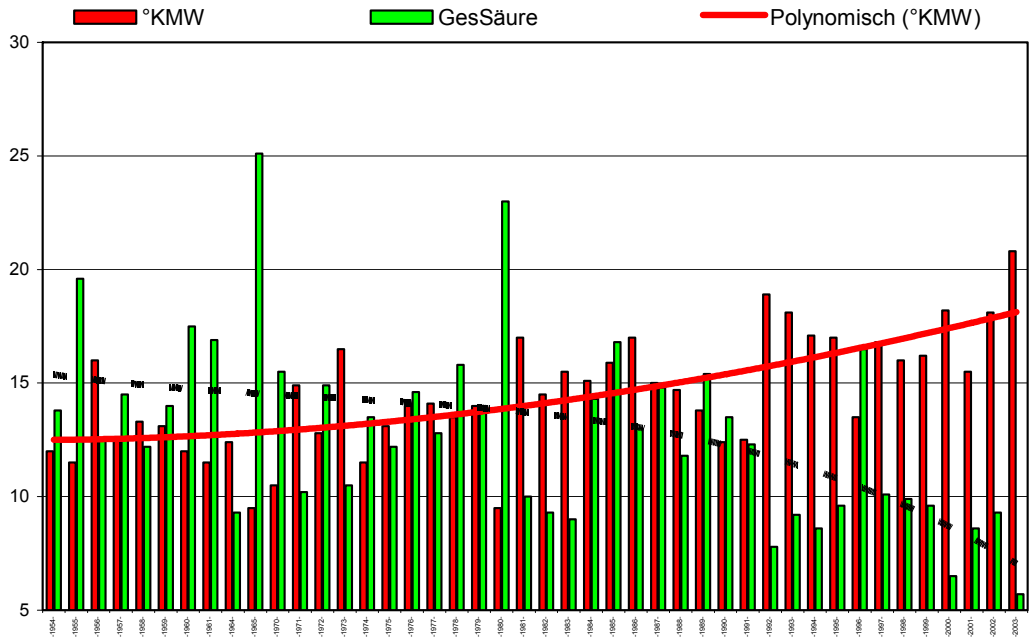


Abb. 3. Probepressungsergebnisse vom 20.9. (+–1 Tag) ab 1954, Grüner Veltliner, Kremser Sandgrube

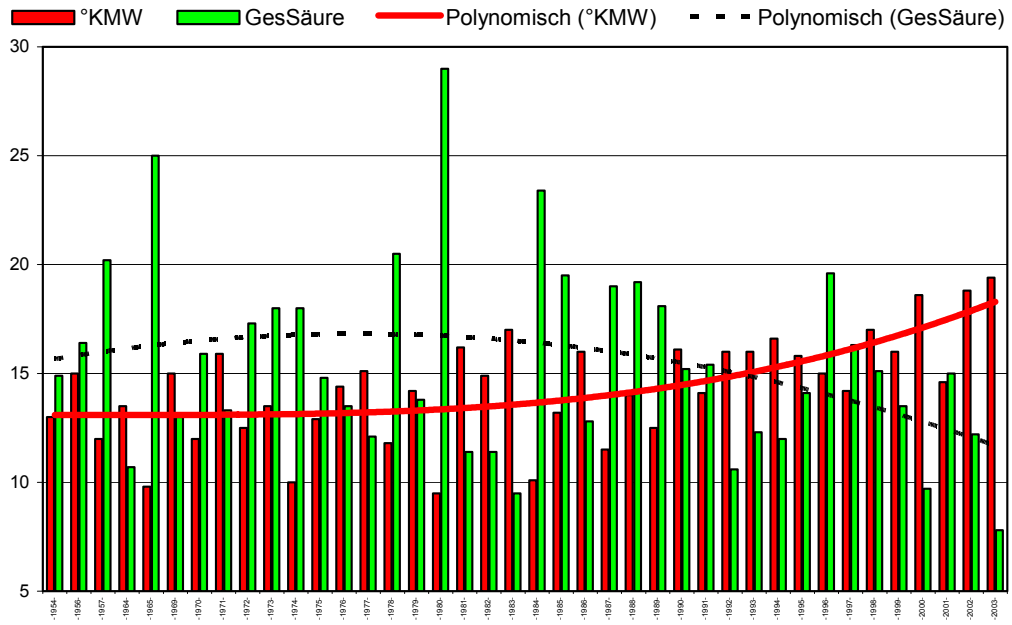


Abb. 4: Probepressungsergebnisse vom 20.9. (+–1 Tag) ab 1954, Rheinriesling, Kremser Wachtberg.

Die Klimamodellberechnungen prognostizieren ein weiteres Ansteigen der bodennahen Temperaturen. Der Schluss wäre, dass sich bestimmte optimale Standortgegebenheiten für eine Sorte auf andere Standorte verlagern (in nördlichere Anbaugebiete, höher gelegene Lagen), dass in unseren Gebieten jene Sorten, welche heute in südlichen Regionen angepflanzt sind, auch in unseren Anbaugebieten reifen. Betrachten wir einmal das Rebsortiment Anfang der 60iger Jahre gegenüber heute. Eine Reihe von Sorten wie Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot, Syrah waren nur in südlicheren Weinbauregionen anzutreffen. Heute sind sie in den Rebsortimenten der Länder (NÖ, Bgld) enthalten. Rotweinsorten haben von der Klimaveränderung längst profitiert.

Für die Rebentwicklung ist zukünftig mit erhöhtem Wasserbedarf aufgrund des zu erwartenden Temperaturanstieges und der daraus resultierenden höheren Verdunstung zu rechnen. Gleichzeitig wird aber das Wasserangebot geringer werden. Diese Veränderung führt in der Kombination zu erhöhtem Trockenstress. Insbesondere auf leichten Böden und auf Terrassen wird das Bodenwasser zum limitierenden Faktor. Bewässerungsanlagen werden noch mehr an Bedeutung gewinnen. Bodenbegrünungsmaßnahmen werden sich soweit reduzieren müssen, dass sich der Wasser- und damit auch Nährstoffstress in Grenzen hält. Die Zufuhr von Nährstoffen über das Rebblatt wird zunehmende Bedeutung erlangen, da Trockenperioden eher länger dauern, zufolge ist die Nährstoffaufnahme über die Wurzeln beeinträchtigt.

Bei der Planung von Neuanlagen verändert sich die Fragestellung betreffend der Unterlagenwahl in Richtung einer hohen Trockenheitstoleranz.

Auswirkungen auf das Auftreten von Schädlingen, Krankheiten

In den österreichischen Weinbaugebieten sind heute Schädlinge anzutreffen wie die Rebzikade, der Bekreuzte Traubenwickler (ausgenommen Burgenland), die vor 2-3 Dezennien fast nur in südlichen Anbaugebieten anzutreffen waren.

Veränderungen bei der Bekämpfung von Oidium und Peronospora haben sich längst in der Praxis ergeben. Chemische Behandlungsmaßnahmen sind in trockenen Anbaugebieten im Wesentlichen nach Oidium auszurichten und nicht wie früher nach dem Peronosporapilz. Ausnahmejahre sind immer wieder möglich (wie z. B. 1999 Peronospora).

Besonders unangenehm für den Winzer ist das verstärkte Auftreten der Grünfäule, meist als Sekundärbefall von Botrytis, aber auch als primärer Befall. Durch die Verfrühung der Entwicklung reifen die Trauben in einer noch wärmeren Witterungsphase. Umso wärmer und feuchter diese Zeit ist, umso leichter können Botrytis und Penicillium (Grünfäule) die Beeren befallen (Essigfäule, Befall durch die Fruchtfliege).

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich durch die Klimaänderung Vorteile und Nachteile ergeben, worauf der Winzer reagieren muss. Einerseits gibt es geringere Reifeprobleme, andererseits nehmen Stresssituationen im Weingarten zu und vom veränderten Klima begünstigte Schadpilze können sich negativ auf die Weinqualität auswirken. Die Bodenpflege ist an das geringere Wasserangebot anzupassen (weniger Begrünung in der Vegetationszeit). Durch das zeitlich längere Offenhalten des Bodens steigen die Probleme mit Erosion. Stark schwankende Bodenfeuchtigkeit hat für die Rebe zur Folge, dass das Nährstoffangebot nicht mit der Bedarfsnotwendigkeit zeitlich übereinstimmt (was auch bis jetzt nicht immer der Fall war). Stickstoffmineralisierungsschübe kommen zu Zeiten, wo diese nicht mehr erwünscht sind. Diese Problematik ist nicht neu, aber wir müssen mit einer Verstärkung in dieser Richtung rechnen.

Die Laubarbeiten sind so auszurichten, dass eine ausreichende Durchlüftung bei den Weiß- und Rotweinsorten erreicht wird, um die Pilzinfektionsgefahr herabzusetzen. Keinesfalls soll die Traubenzone total frei gestellt werden (Entblätterung der Traubenzone). Eine moderate, der Dichtheit der Laubwandstruktur angepasste gezielte Teilentblätterung ist empfehlenswert, um einen ausreichenden phytosanitären Effekt zu erzielen. Während der Beerenreifephase benötigen die Beeren zwar eine gewisse Temperatur, um ausreichend primäre Aromastoffe synthetisieren zu können. Dazu ist aber nicht immer die direkte und andauernde Sonneneinstrahlung erforderlich. Zu intensive direkte Sonneneinstrahlung kann sich besonders bei Weißweinsorten auch ungünstig auf die sensorische Qualität der Weine auswirken. Die zunehmende UV-B Strahlung stellt für die Rebe ein zunehmendes Problem dar (Sonnenbrand).

Autor

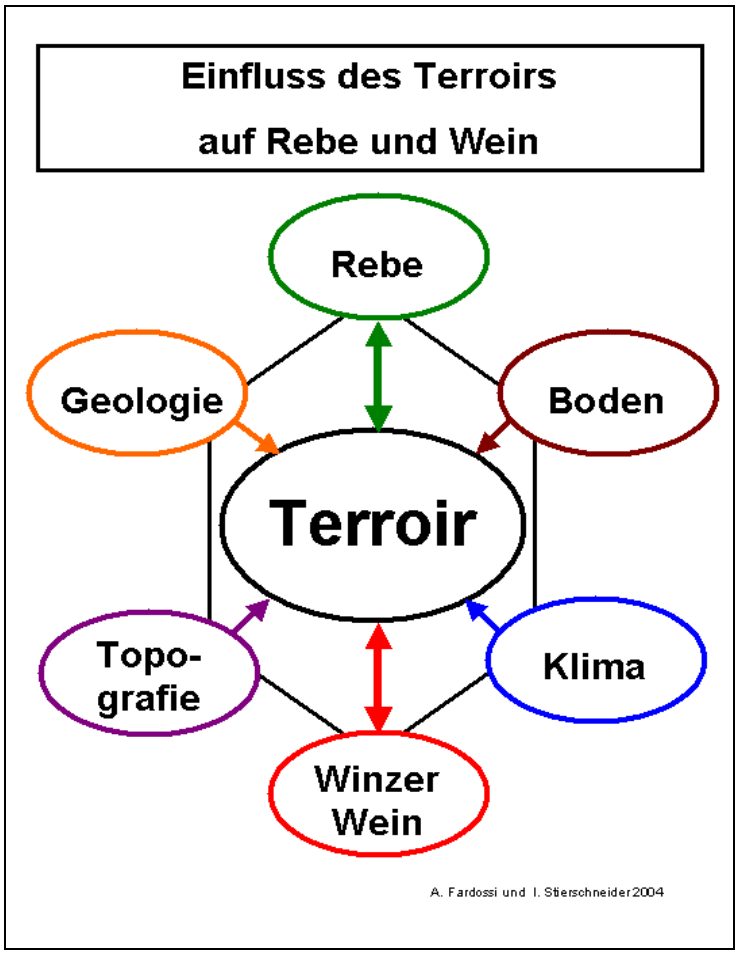
Ing. Karl BAUER, Weinbauschule Krems, Wienerstraße 101, A-3500 KREMS, e-mail: rebschutz@wbs-krems.at

Einfluss des Terroirs auf Rebe und Wein

ADEL FARDOSSI & INGRID STIERSCHNEIDER

Stabile, angemessene Erträge, gesunde Trauben und hohe Weinqualitäten setzen die Erfüllung einer ganzen Reihe von Bedingungen voraus. Wechselwirkungen zwischen mehreren Faktoren, wie Bodenart, Geländeform, Klima, Rebsorte und Kulturmaßnahmen, erlauben es, spezifische und identifizierbare Weine zu keltern. In diesem Fall spricht man vom Terroir-Effekt. Terroir heißt wörtlich übersetzt soviel wie Boden, Herkunft, Heimat. Im Weinbau ist das komplexe Zusammenspiel von geologischem Ausgangsmaterial, von Topografie (Lage), Klima und Boden gemeint. Aus ökophysiologischer Sicht spielt die Kenntnis der funktionellen Zusammenhänge zwischen Bodentypen, Rebsorten und Umweltfaktoren eine wichtige Rolle.

In diesem Sinne werden anhand von einigen Beispielen vor allem die Aspekte Bodeneigenschaften als „Schlüsselfaktoren" für die Auswahl von geeigneten Sorten und Unterlagsreben sowie die Auswirkung der Witterungsbedingungen der Jahre 2000 bis 2003 auf die Weinqualität vorgestellt.



Die Topografie

Für den Anbau von Reben und für die Produktion qualitativ hochwertiger Weine sind die Standortfaktoren, wie Exposition, Hangneigung und Seehöhe, mitentscheidend. In Österreich sind Süd-, Südwest- und Südosthänge durch die Sonneneinstrahlung bevorzugt und können eine wesentlich frühere Reife der Trauben gewährleisten. Nord-, Nordwest- und Nordosthänge werden hingegen als Spätlagen bezeichnet. Die Hangneigung nimmt in der Bewirtschaftung von Weingärten eine Sonderstellung ein. Das österreichische Weingesetz erlaubt für Weine, die aus Weingärten mit mehr als 26 % Hangneigung stammen, die Bezeichnung Bergwein. Ferner spielt die Seehöhe in Zusammenhang mit der Traubenreife eine wichtige Rolle. Höhere Lagen bringen intensiv fruchtigere,

aber auch säurebetontere Weine hervor als tiefere Lagen. Die Obergrenze für den Rebenanbau liegt in Österreich bei etwa 600 m Seehöhe.

Das Klima

Die Rebe verlangt eine Jahresdurchschnittstemperatur von ca. 9 °C und eine Sonnenscheindauer von mindestens 1300 Stunden pro Jahr. Zu geringe Sonneneinstrahlung führt zu hohen Säuregehalten und zu niedrigen Zuckergehalten in den Trauben. Bei zu hoher Sonnenscheindauer und hoher Temperatur werden die Weine oft zu alkoholreich, Nacht- und Tagestemperaturen zur Zeit der Beerenreife können die Zusammensetzung der wertbestimmenden Inhaltsstoffe der Moste und Weine stark beeinflussen. Am besten eignen sich Standorte mit einem trockenen, milden Herbst, die eine gute physiologische Reife der Trauben ohne Fäulnisgefahr ermöglichen. Extreme Hitze und Wasserstress wirken sich vor allem auf die Fruchtigkeit der Weißweine negativ aus. Die besonderen Witterungsverhältnisse der Jahre 2000 bis 2003 lassen sich durch die hochsommerlichen Temperaturen bis zum Abschluss der Weinlese in den Jahren 2000 und 2003 charakterisieren. Die Vegetationsjahre 2001 und 2002 waren hingegen großteils im September kühl und regnerisch. Häufig kam es dadurch zum Reifestillstand, zum Aufplatzen von Beeren und Fäulnis als Folge. Nur durch exakte Lesearbeit konnten auch in diesen beiden Jahren gute Weine gekeltert werden.

Die Geologie

Für den mineralischen Anteil des Bodens ist das Muttergestein als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung entscheidend. Das am meisten verbreitete Ausgangsmaterial im österreichischen Weingartenboden sind Sedimentgesteine. Daneben sind Magmatite und Metamorphite in einigen Weinbaugebieten beteiligt.

Der Boden

Sowohl die Dauereigenschaften des Bodens (pH-Wert, Kalkgehalt, Humus, Bodenschwere etc.) als auch die Wasser- und Nährstoffversorgung sind für die Auswahl von Sorten und Unterlagsreben von großer Bedeutung. Es ist in diesem Zusammenhang bekannt, dass der Boden den Charakter des Weines prägt. So führen leichte Böden zu schlankem Körper und zu eigenen Säurestrukturen im Wein. Auf kalkhaltigen Böden fühlt sich die Säure im Wein eher weich an mit gut balancierten Extrakten. Dies kommt besonders bei der Burgunderfamilie (Weißburgunder, Blauburgunder, Grauburgunder und Chardonnay) deutlich zum Ausdruck. In Frankreich wurden z.B. für die Sorte Chardonnay besondere Bodeneigenschaften verlangt, um beste Weinqualitäten zu erzeugen. Zur Beurteilung des Standortes wurde der so genannte „Summen-Index“ formuliert. Er lautet:

$$S.I. = \frac{\%\ \text{Hangneigung} + \%\ \text{Grobanteil} + \%\ CaCO_3 + \%\ \text{austauschbares K}}{\%\ \text{Tongehalt} + \text{Bodentiefe (cm)}}$$

Der Summen-Index entspricht auch weitgehend der Erfahrung der Weinbaupraxis für die Burgunderfamilie in Österreich.

Der Winzer

Ziel jedes Winzers sollte sein, unter dem Gebot eines qualitätsorientierten und umweltbewussten Weinbaus nur sorten- und terroirangepasste Traubenerträge in den Weingärten zu produzieren und schonend im Keller weiterzuverarbeiten. Terroir spiegelt den Weingarten, den Winzer und den Weinhahrgang wider.

Autoren

Dr. Adel FARDOSSI, Ingrid STIERSCHNEIDER, Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, A-3400 KLOSTERNEUBURG, e-mail: direktion@hblawo.bmlfuw.gv.at

Erkenntnisse und Perspektiven des Reifeprognoseprojektes im Weinbau

REINHARD EDER, VERONIKA SCHOBER, MARIO KARNER, ALFRED ROSNER & WALTER BRANDES

Bedeutung der Traubenreife für die Weinqualität

Die Ernte von optimal reifem Traubengut ist die wesentliche Voraussetzung für die Herstellung qualitativ hochwertiger Weine, was notwendig ist um am internationalen Weinmarkt bestehen zu können. Der Reifefortschritt wird grundlegend durch Zunahme des Zuckergehaltes und Abnahme des Säuregehaltes in der Traube widergespiegelt. Für den weiteren Weinausbau (z.B. BSA) sowie als Reifeindikator ist der pH-Wert der Moste von großer Relevanz. Zusätzlich ist eine Verschiebung des Verhältnisses Äpfelsäure zu Weinsäure zugunsten der Weinsäure ein Maßstab für den Reifezustand. Der Mineralstoffgehalt der Beeren ist für die Vollmundigkeit und die Pufferkapazität der Weine von großer Bedeutung. Bei einigen Nährstoffen (z.B. Kalium) konnten eine reifebedingte Zunahme festgestellt werden, wobei jedoch gelegentlich noch vor dem Lesetermin ein Maximum überschritten wurde. Die ebenfalls zunehmenden Gehalte an Stickstoffverbindungen (Hefenährstoffe) bedingen eine problemlosere Vergärung der Moste. Durch ausgewogene Nährstoffgehalte im Most können vielfach unerwünschte Weinfehler (z.B. Böckser, UTA) vermieden werden. Bei einer rechtzeitige Erkennung von Pflanzenkrankheiten kann deren Ausbreitung durch zeitgerechte Behandlung verhindert und qualitativ hochwertige Weinen produziert werden.

Vorteile des Reifeprognoseprojektes für die Weinwirtschaft

Durch das rasche zur Verfügung stellen der Untersuchungsergebnisse kann sich der Winzer einen guten Überblick über den Reifezustand des Erntegutes machen und das Auffindung des optimalen Erntetermins wird erleichtert.

Mit Hilfe bodenkundlicher Untersuchungen können ursächliche Zusammenhänge zwischen Weinzusammensetzung, Krankheiten und Mangelerscheinungen ermittelt werden.

Durch die phytosanitäre Bonitur der Anlagen wird auch der Gesundheitszustand der Reben berücksichtigt.

Die laufende Erfassung der genannten Parameter soll langfristig eine immer bessere Vorhersage des optimalen Leszeitpunktes und der Leseguteigenschaften ermöglichen. Anhand dieser aktuellen Untersuchungen kann die Beratungspraxis bereits früher als bisher auf die absehbaren Besonderheiten und Probleme des Weinjahrganges eingehen und die Winzer dementsprechend vorbereiten. Die dynamische Erfassung der regionalen Reife- und Gesundheitszustände bietet gegenüber dem herkömmlichen System der authentischen Weine den Vorteil, dass die Ergebnisse wesentlich früher zur Verfügung stehen und damit der Winzer noch zur laufenden Reife geeignete Maßnahmen zur Qualitätsoptimierung setzen kann.

Da die lokalen Klima- und Bodenbedingungen ("terroir") auf die Zusammensetzung der Moste und Weine einen entscheidenden Einfluss ausüben, können die Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Standorte zur Authentizitätsüberprüfung heimischer Weine herangezogen werden.

Ablauf des Reifeprognoseprojektes

- Bodenkundliche Charakterisierung der Standorte durch gezielte Probeziehung (AGES, Abt. Labor-Bodenkunde, Wien)
- Organisation und Abwicklung der Probenlogistik (Auswahl der Standorte, Probenziehung, Probentransport) sowie die phytosanitäre Bonitur (Bundeskellereiinspektion, Wien)
- Aufarbeitung und Analyse der Traubenproben, Auswertung und Bereitstellung der Untersuchungsergebnisse (HBLAu.BA für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg; BAWB Eisenstadt).
- Entwicklung von Prognosemodellen.

Probenumfang

Von Trauben der wichtigsten Sorten wurden durch die zuständigen Bundeskellereiinspektoren in einwöchigem Abstand entsprechend einem Probennahmeplan etwa 200 g entstielter Beeren entnommen. In den ersten Jahren wurden ca. 120 Einzelstandorte beprobt, aufgrund des großen Aufwandes wurde im Jahr 2003 der Umfang auf ca. 35 Standorte reduziert.

Analysentätigkeit:

Die Entsaftung der Beeren erfolgte mit einem Hochleistungsentsafter (Fa. Santos, Type Nr. 28). Der Rohsaft wurde anschließend zehn Minuten bei 8000 U/min zentrifugiert und zur Entfernung von gelösten Gasen und Resttrübstoffen durch ein Faltenfilter (595 ½; Fa. M&N) filtriert.

Die Bestimmung des Zuckergehaltes erfolgte refraktometrisch. Die titrierbare Säure und der pH-Wert wurden durch potentiometrische Titration bzw. Messung ermittelt (EDER und BRANDES, 2003). Die Bestimmung der Wein- und Äpfelsäure erfolgte ionenchromatographisch aus den mit Wasser 1:200 verdünnten und über ein C_{18} - Festphasenextraktionssäulchen (BRANDES et al., 2001) vorgereinigten Mosten. Die Bestimmung des hefeverfügbaren Stickstoffs erfolgte kolorimetrisch mit OPA/NAC nach DUKES and BUTZKE (1998) bzw. mittels Formoltitration (EDER et al., 2004).

Die Erstveröffentlichung der Ergebnisse erfolgte jeweils spätestens 48 Stunden nach dem Einlauf der Proben auf der Homepage der HBLAu-BA Klosterneuburg bzw. des BAWB Eisenstadt, ebenso wurden zahlreiche Winzer und interessierte Stellen (z.B. Bezirksbauernkammern, Weinbauvereine) per e-mail oder Fax verständigt.

Ergebnisse und Erkenntnisse

Die Ergebnisse zeigen jahrgangs- und standortbedingt starke Schwankungen und bedürfen einer detaillierten Interpretation (siehe Abbildung 1 und 2).

Trotz des relativ kurzen Beobachtungszeitraumes von nur vier Jahren konnte deutliche Unterschiede im Reifeverlauf festgestellt werden (siehe Abbildung 3 und 4). Die Jahre 2000 und 2003 fielen durch warme und sehr trockene Witterung auf und wiesen dementsprechend eine überdurchschnittliche Zuckerakkumulation in den Beeren auf. Analog dazu waren schon zu Reifebeginn die Säurekonzentration auffällig niedrig, was insbesondere auf einen frühen Äpfelsäureabbau zurückzuführen war. Der erreichte Endwert der Säurekonzentration ist hauptsächlich auf unterschiedliche Weinsäurekonzentrationen zurückzuführen. Aufgrund der umfangreichen und rasch verfügbaren Untersuchungsergebnisse konnte im Jahr 2003 rasch auf den zu erwartenden Säuremangel reagiert werden, die Winzer informiert und bei der EU eine Sondergenehmigung zum Säurezusatz erwirkt werden. Der hefeverfügbare Stickstoff unterliegt sowohl zeitlich als auch regional großen Schwankungen, wobei insbesondere die Sorte 'Rheinriesling' niedrige Gehalte aufweist. Die in der Literatur beschriebenen Zunahme der Gehalte an hefeverfügbaren Stickstoff konnte i.d.R. nicht bestätigt werden.

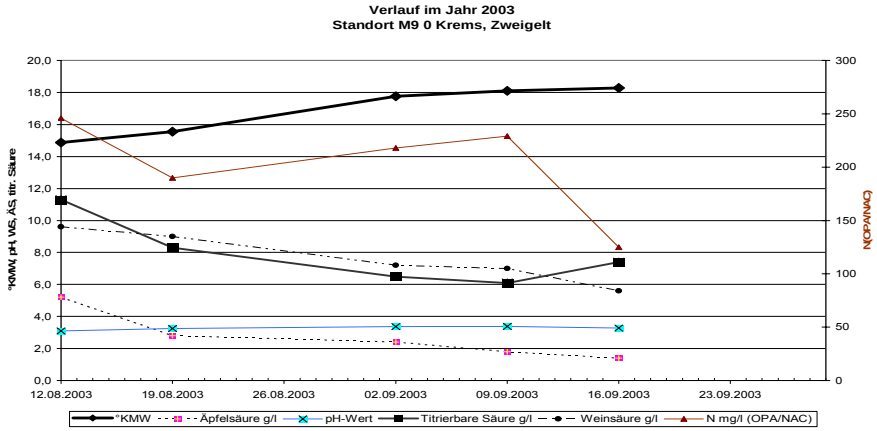


Abbildung 1: Verlauf der wichtigsten Parameter während der Reife im Jahr 2003 (Krems, Zweigelt)

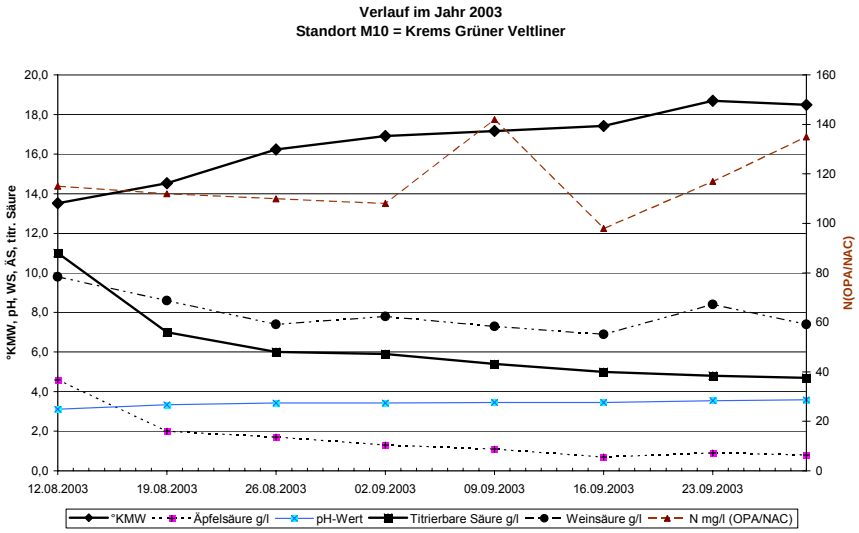


Abbildung 2 : Verlauf der wichtigsten Parameter während der Reife im Jahr 2003 (Krems, Grüner Veltliner)

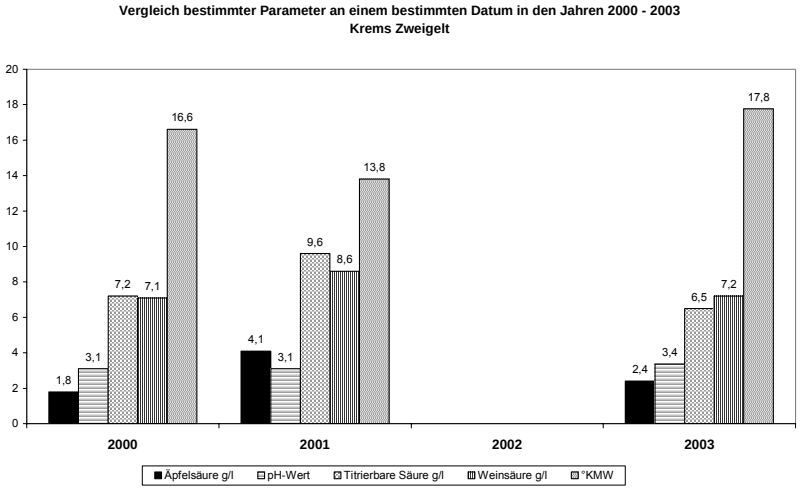


Abbildung 3 : Jahrgangsvergleich wichtigsten Reifeparameter (Krems, Zweigelt)

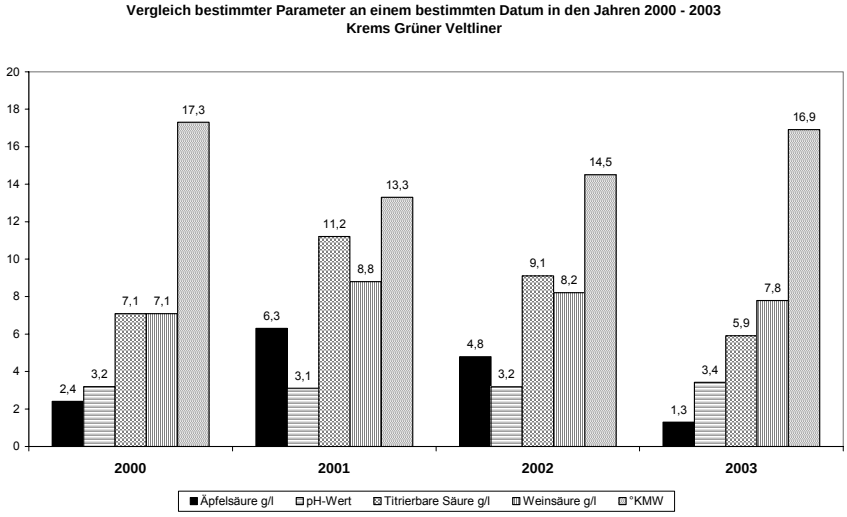


Abbildung 4 : Jahrgangsvergleich wichtigsten Reifeparameter (Krems, Grüner Veltliner)

Perspektiven

Aus dem bisherigen Verlauf des Projektes lassen sich folgende Schlüsse ziehen.

- Der Reifeverlauf zeigt je nach Standort, Sorte und Jahrgang starke Schwankungen, sodass eine jährliche, individuelle Analyse ausgewählter Qualitätsparameter zur Unterstützung einer gezielten Qualitätsproduktion erforderlich ist
- Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen müssen alle Schritte einheitlich definiert und durchgeführt werden (repräsentative Probennahme, Analysen usw.). Die beprobten Weingärten (Standort, Sorte) sollen möglichst wenig verändert werden. All dies erfordert eine straffe Projektleitung und entsprechende Disziplin der Projektpartner.
- Für die Entwicklung geeigneter Prognosemodelle muss aufgrund der großen Jahrgangsschwankungen ein längerer Vorlaufzeitraum (ca. 5 Jahre) gewählt werden
- Zusätzliche Erkenntnisse können durch Einbeziehung neuer qualitätsrelevanter Parameter z.B. Gerbstoffindex, Botrytisbefall) erfasst werden. Der Analysenaufwand sollte durch Nutzung moderner Techniken (FT-IR) verringert werden.
- Von der abschließenden Reifeprobe sollte ein repräsentativer Weinausbau im Technikumsmaßstab erfolgen, damit Auswirkungen auf die Weinqualität (z.B. Auftreten von Mängeln oder Fehlern) erfasst werden können.

Literatur

BACH, H.P., KOHL, E. und WINTRICH, K-H. 1991: Der Einfluss des Lesezeitpunktes auf Trauben und Most. Dt. Weinbau 27: 1099-1103
BRANDES, W., BAUMANN, R., PAAR, E., PISCHINGER, K., EDER, R., ROSNER, A. und WUNDERER, W. 2001. Über den Konzentrationsverlauf wichtiger Inhaltsstoffe von Trauben der Sorten 'Rheinriesling', 'Grüner Veltliner' und 'Zweigelt' während der Reife des Lesejahres 2000 – Teil 1: Niederösterreich und Wien. Mitt. Klosterneuburg 51: 79-99
COOMBE, B.G. and MC CARTHY, M.G. 2000: Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. Austr. J. Grape Wine Res. 6: 131-135
DUKES, B.C. and BUTZKE, C. 1998: Rapid determination of primary amino acids in grape juice using an o-phtaldialdehyde/N-acetyl-L-cysteine spektrophotometric assay. Am. J. Enol. Vitic. 49: 125-134
EDER, R. und BRANDES, W. 2003. Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag bzw. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag
EDER. R. und andere, W. 2003. Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter. 2004. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag bzw. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag
FOX, R. 2000a: Lesetermin-Einflüsse auf Weintyp und Weinqualität. Rebe und Wein 53: 350-355
HÖCHLI, U. 1993: Optimale Lesezeit und Säureharmonie des Weines. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 129: 505-509
HRAZDINA, G., PARSONS, G.F. and MATTICK, L.R. 1984: Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. Am. J. Enol. Vitic. 35: 220-227
KLENERT, M. und RAPP, A. 1985: Untersuchungen zum Reifungsverlauf von 'Riesling' und 'Pollux' in Abhängigkeit von der Temperatur. Wein-Wiss. 40(4): 238-257

Autoren

DI Dr. Reinhard EDER, Ing. Veronika SCHOBER, Mario KARNER DI Dr. Walter BRANDES, Höhere Bundeslehr-anstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, A- 3400 KLOSTERNEUBURG, e-mail: reinhard.eder@hblawo.bmlfuw.gv.at

Alfred ROSNER, Bundeskellereiinspektion, Dampfschiffstraße 4, A-1030 WIEN

Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenbehandlungen

LOTHAR WURM & KARL PIEBER

Einleitung und Problemstellung

Seit Anfang der 90er Jahre steigt die Zahl der nach den Produktionsrichtlinien des biologischen Landbaus wirtschaftenden Landwirte in Österreich stetig an, wobei aufgrund der spezifischen Pflanzenschutzprobleme diese Entwicklung im Obstbau nicht so rasch einsetzte.

In jüngster Zeit werden allerdings verstärkt Anstrengungen unternommen, auch Obst, vornehmlich Apfel, nach den Kriterien biologischer Wirtschaftsweise zu produzieren. Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes sollten im wesentlichen folgende Fragen geklärt werden:

- Welcher sortenspezifische Ertragsverlauf kann bei extensiver und intensiver biologischer Produktion und integrierter Produktion erwartet werden?
- Wie wirken sich Biologische und Integrierte Produktion auf die äußere und innere Fruchtqualität der Sorten aus?
- Welchen Einfluss hat mechanische Baumstreifenbearbeitung mit und ohne Kompostabdeckung sowie Herbizideinsatz auf generative und vegetative Parameter der Sorten?

Material und Methoden

Die Versuchspflanzung wurde im Frühjahr 1998 entsprechend einem Split-plot design angelegt. Die ersten drei Versuchsreihen wurden für extensiven Pflanzenschutz nach Bio-Richtlinien , Reihe 4 bis 6 für intensiveren Pflanzenschutz vorgesehen. Innerhalb der beiden Bio-Pflanzenschutzblöcke fand nun die Aufteilung entsprechend der Baumstreifenpflegevarianten in eineinhalb Reihen mechanische Baumstreifenpflege und eineinhalb Reihen Kompostbedeckung des Baumstreifens statt. Mit Golden Reinders, Jonagold Novajo und Idared konnten rund 60% des damaligen heimischen Frischmarktsortiments repräsentiert werden. Aus den Gruppen der schorfresistenten und schorftoleranten Sorten wurden Topaz, Florina, Goldrush, Rubinola, Reanda, Pilot und Pinova als aus damaliger Sicht für biologischen Anbau interessant ausgewählt. Alle Sorten wurden auf der Unterlage M 9 als Schlanke Spindel mit einer Reihenweite von 3,8m und einem Pflanzabstand von 1m in der Reihe erzogen. Das IP-Quartier wurde in gleicher Weise gepflanzt. Die Pflegemaßnahmen, insbesonders der Pflanzenschutz, im Bio-Quartier orientierten sich an der EU-Verordnung 2092/91 für biologischen Anbau, im IP-Quartier an den jeweils gültigen heimischen Richtlinien für integrierte Obstproduktion. Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte im wesentlichen über das Statistikprogramm SPSS Version 11.5.

Ergebnisse und Diskussion

Berücksichtigt man die Ertragsentwicklung während des sechsjährigen Versuchszeitraumes erscheint biologischer Anbau von Goldrush, Pinova, Pilot, Idared, Golden und Florina in Hinblick auf deren Ertragshöhe wirtschaftlich. Goldrush, Pilot und Florina kommen in erster Linie für Direktvermarkter in Frage. Topaz, Jonagold und Rubinola sind aus unterschiedlichen Gründen nur bedingt für biologische Produktion geeignet. Insbesonders der biologische Anbau von Topaz sollte nur in geeigneten Lagen von hochqualifizierten Spezialisten durchgeführt werden. Reanda kann wegen der mangelhaften Fruchtqualität trotz ihrer hohen Widerstandsfähigkeit gegenüber pilzlichen und bakteriellen Krankheitserregern nicht empfohlen werden. Grundsätzlich muss im Bio-Anbau bei entsprechenden Infektionsbedingungen und anfälligen Sorten (Pinova, Topaz, Pilot) mit hohen Fäulnisverlusten bei Langzeitlagerung gerechnet werden. Weiters ist eine Ertragssicherung in Bezug auf wichtige Krankheiten und Schädlinge im Bio-Anbau stark sortenabhängig. Die Ergebnisse zeigen, dass die Schorf und Mehltaubekämpfung auf Trockenstandorten bei resistenten und toleranten Sorten

auf zwei bis maximal fünf Behandlungen beschränkt werden sollte. Auf feuchten Standorten und in Jahren mit hohen Sommerniederschlägen sind die biologischen Behandlungsstrategien gegen Pilzinfektionen bei anfälligen Sorten oft unzureichend. Obwohl sich die Ertragsausfälle der Bio-Varianten durch Schädlinge in den meisten Jahren besonders bei fruchtbaren Sorten in wirtschaftlich tragbaren Grenzen hielten, hat die Apfelblütenstecher-, Apfelsägewespen- und mehlige Apfelblattlausbekämpfung auf längere Sicht nur unter Ausschöpfung sämtlicher Maßnahmen entsprechend der EU Verordnung 2092/91 Erfolgsaussichten. Dies gilt vor allem für die Bekämpfung der Apfelsägewespe. Eine erfolgreiche Apfelwicklerbekämpfung nur mittels Verwirrung und Granuloseviruseinsatz ist zwar kurzfristig möglich, langfristig aber aufgrund des tendenziell zunehmenden Befallsdruckes ebenfalls fragwürdig. Unter der Voraussetzung Bio-Äpfel auch hinkünftig als Qualitätsklasse II zu kostendeckenden Preisen frisch vermarkten zu können, deuten die Ergebnisse der Qualitätssortierung darauf hin, dass ein wirtschaftlicher Anbau nach biologischen Richtlinien möglich ist. Die Untersuchungen der inneren Fruchtqualität ergaben einen starken Effekt der Sorte, des Standortes und des Ertragsniveaus, während die Pflanzenschutzstrategie von untergeordneter Bedeutung blieb.

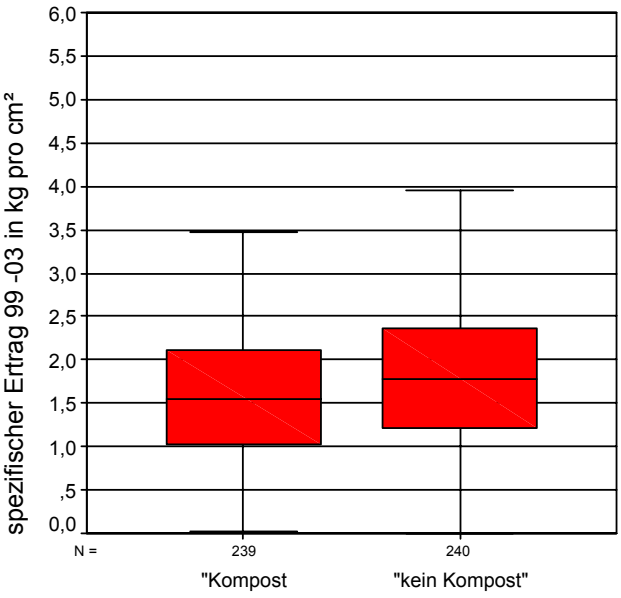
Das im IP-Quartier aufgrund von Bodenverdichtungen deutlich schwächere Wachstum bestätigt die Notwendigkeit speziell auf wuchsschwachen Standorten vor der Pflanzung eine sachgerechte Tieflockerung durchzuführen. Kompostabdeckung des Baumstreifens brachte kaum Vorteile in Hinblick auf Ertragssicherheit, Ertragshöhe oder Fruchtqualität. Hingegen kommt der Optimierung der mechanischen Baumstreifenpflege wesentliche Bedeutung speziell auf wuchsschwachen Standorten zu, will man nicht die Wirtschaftlichkeit des biologischen Anbaus in Frage stellen.

		Untergruppe				
SORTE	N	1	2	3	4	5
"Rubinola"	48	,6344				
"Topaz"	48		1,1760			
"Reanda"	48		1,1762			
"Jonagold"	48		1,1777			
"Florina"	48			1,7396		
"Golden"	47			1,8443		
"Pinova"	48				2,1862	
"Idared"	48				2,1879	
"Goldrush"	48				2,4371	2,4371
"Pilot"	48					2,7156
Signifikanz		1,000	1,000	,984	,194	,095

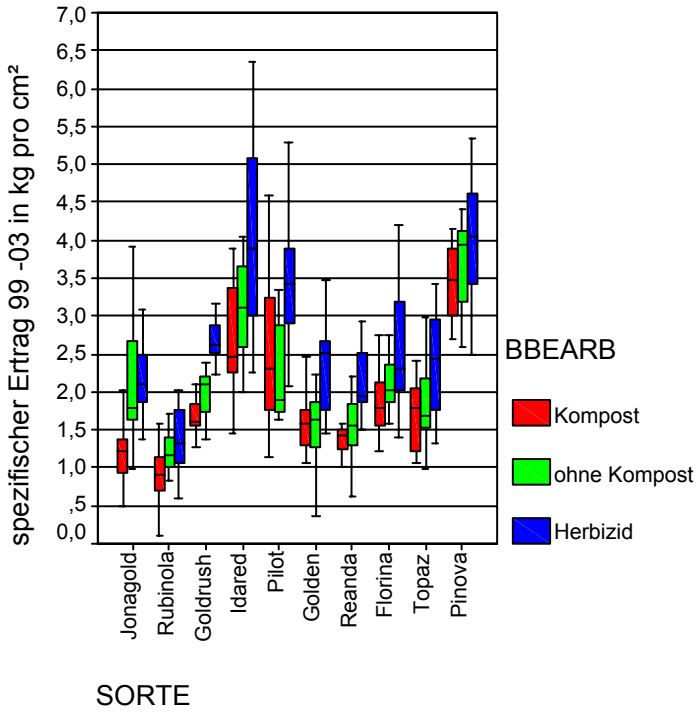
kumulierter spezifischer Ertrag im Bio-Quartier 1999 -2003 in kg pro cm² Stammquerschnittsfläche

		Untergruppe				
SORTE	N	1	2	3	4	5
Rubinola	40	1,1970				
Reanda	39		1,7187			
Jonagold	37		1,8605	1,8605		
Golden	39		1,9062	1,9062		
Topaz	39		2,0131	2,0131		
Goldrush	39		2,1564	2,1564		
Florina	40			2,2908		
Pilot	39				2,8936	
Idared	40				3,3670	3,3670
Pinova	40					3,7440
Signifikanz		1,000	,121	,136	,065	,292

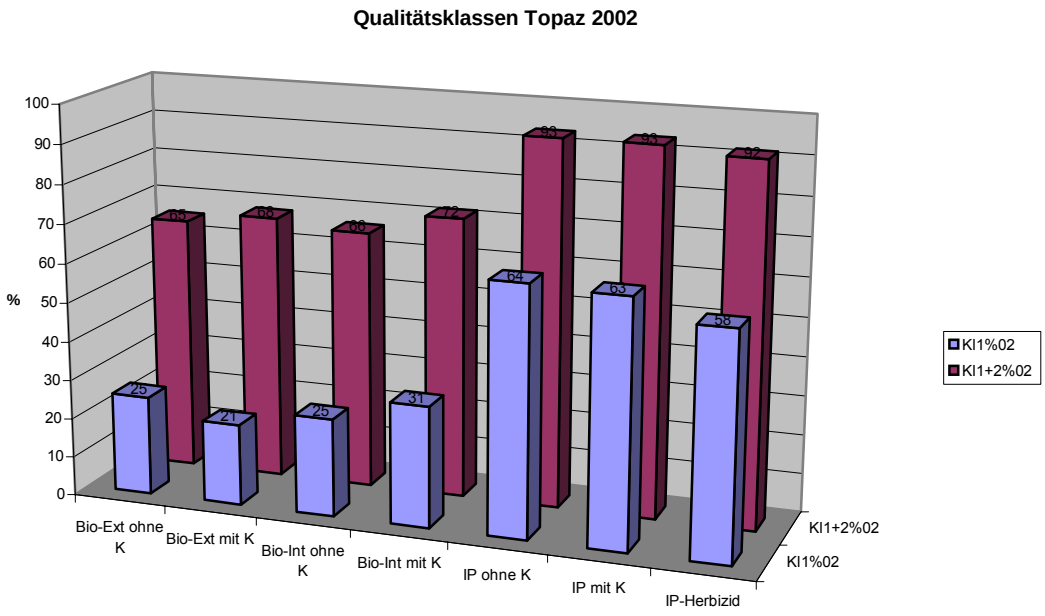
kumulierter spezifischer Ertrag im IP-Quartier 1999 -2003 in kg pro cm² Stammquerschnittsfläche



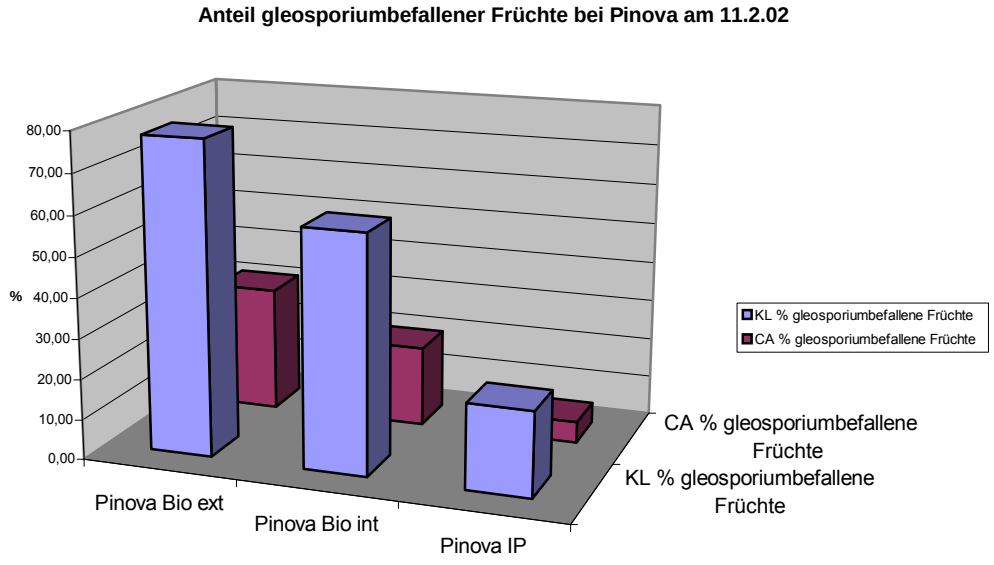
spezifischer Baumertrag 99-03 in kg pro cm² der Varianten mechanische Baumstreifenpflege mit Kompost und mechanische Baumstreifenpflege ohne Kompost im Bio-Quartier



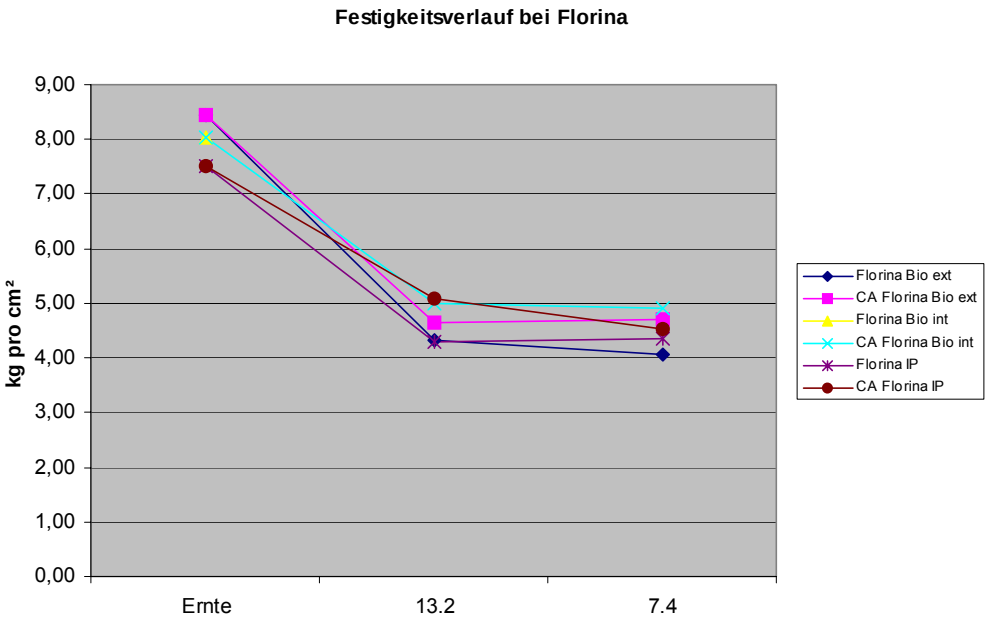
spezifischer Baumertrag 99-03 in kg pro cm² der Varianten mechanische Baumstreifenpflege mit Kompost, mechanische Baumstreifenpflege ohne Kompost und Herbizid im IP-Quartier



Klasse I-Anteil und Summe Klasse I und II-Anteil 2002 bei Topaz



Anteil gleosporiumbefallener Früchte bei Pinova am 11.2.02



Festigkeitsverlauf von Florinafrüchten aus biologischer und integrierter Produktion im Kühl- und CA-Lager

Goldrush drittes Standjahr

Pilot drittes Standjahr

Autoren

DI Lothar WURM, Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, A-3400 KLOSTERNEUBURG, e-mail: lothar.wurm@hblawo.bmlfuw.gv.at

Karl PIEBER, 1130 WIEN

Prüfung von Marillensorten im pannonischen Klimagebiet

ANDREAS SPORNBERGER

Problemstellung, Material und Methodik

Die Sortenwahl stellt in jeder Obstbaukultur aufgrund der langen Nutzungszeit ein wesentliches Kriterium für den wirtschafltichen Erfolg einer Anlage dar. Bei der Marille gibt es wie bei anderen Obstarten sehr viele neue Sorten, die auf den Markt kommen, aber wenig bekannt sind. Besonders wenig Erfahrungen liegen über den Anbau mit extensivem Pflanzenschutzeinsatz vor.

In zwei Quartieren der Versuchsanlage des Instituts für Garten-, Obst- und Weinbau der Universität für Bodenkultur wurden daher verschiedene alte und neue Marillensorten geprüft. Die Versuchsanlage liegt am östlichen Stadrand von Wien im pannonischen Klimagebiet und ist spätfrostgefährdet. Im Frühjahr 1990 und in den darauffolgenden Jahren wurden 2-5 Bäume je Sorte im ersten Versuchsquartier gepflanzt, im zweiten Versuchsquartier wurden 2-3 Bäume je Sorte 1997 und 1998 ausgepflanzt. Die geprüften Sorten und die verwendeten Unterlagen sind aus den Ergebnistabellen ersichtlich. Als Pflanzenschutzmaßnahmen wurde eine Austriebsbehandlung mit einem Kupferpräparat sowie ab dem Jahr 2001 je nach Infektionsbedingungen eine bis zwei Behandlungen mit einem IP-tauglichen Fungizid in die Blüte durchgeführt; 2002 erfolgte keine Blütenspritzung, um die Sortenanfälligkeit gegenüber Blütenmonilia zu untersuchen. Gegen Fruchtmonilia wurde nicht behandelt.

Beobachtet wurden über mehrere Jahre Blühverhalten, Ertrag pro Baum, 100-Stückgewicht und die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten (v. a. Monilinia laxa, Monilinia fructigena). 2001 wurden alle geernteten Früchte im Versuchsquartier 2 und auch einige Sorten im 1. Versuch auf ihre Vermarktbarkeit als Tafelfrüchte für den Handel (Frucht völlig intakt ohne jegliche Verletzung oder andere Fruchtschäden) bonitiert. Weiters wurden in den Jahren 2000 und 2001 von 5-10 Früchten einiger Sorten die lösliche Trockensubstanz mittels Refraktometer, der pH-Wert und die Trockensubstanz gemessen sowie der durchschnittliche Steinanteil ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse aus dem Versuchsquartier 1 zu sehen. Die höchsten Gesamterträge wiesen die Sorten Ungarische Beste Typ Redl und Sabinouska, MVA 1 und VAVB 1, Goldrich, Harlayne und VPLEAOIA, Keczkemeter Typ Rosensteiner sowie Jumbo verglichen mit den jeweils im gleichen Jahr gepflanzten Sorten auf. Die höchsten Stückgewichte wurden bei VPLEAOIA, VAVB 1, Ananas Typ Gaweinstal, Keczkemeter Typ Rosensteiner, Goldrich und Jumbo festgestellt. Die Frühsorten Goldrich, Rakousky, Karola und Frühmarille aus Kittsee hatten einen wesentlich früheren Blütezeitpunkt auf als die Vergleichssorten, sehr spät blühte Ananas Typ Krall.

Tabelle 1: Ergebnisse der Feldbonituren von Versuchsfläche 1

Sorte	Unterlage	Pflj.	Reifezeit	Gesamtertrag	100-Stückgew.	Blühbeginn	handelsf. Früchte	Fruchtmonilia
				3.-10. Stj., kg/Baum	kg, Mittel 1995-96	Mittel 1995-98 *	% zur Ernte 2001	BH (%) 2001
Rakousky	St.Jul. W 61	1990	A7	102,7	3,6	2,1		
Velkopavlovicka	St.Jul. W 61	1990	M7	51,2	4,5	4,2		
Sabinouska	GF 655-2	1990	M-E7	118,4	3,3	3,8		
Ungarische Beste (Typ Redl)	St.Jul. W 61	1990	M-E7	121,7	3,6	3,8	93,3	3,8
				2.-9. Stj. (kg/Baum)				
Karola	GF 655-2	1991	A7	51,3	3,7	2,4		
Vinschgauer	St.Jul. W 61	1991	M-E7	55,7	4,2	5,0	92,1	0,0
VAVB 1	GF 655-2	1991	M-E7	101,5	5,7	3,9	45,5	0,0
MVA 1	GF 655-2	1991	E7	122,5	2,3	2,5		
				3.-8. Stj. (kg/Baum)				
Frühmarille aus Kittsee	GF 8-1	1992	A7	29,9	2,0	2,7		
Goldrich	GF 8-1	1992	A-M7	80,1	5,0	2,0		
Harcott	GF 8-1	1992	A-M7	49,1	4,0	3,7		
VPLEAOIA	GF 655-2	1992	M7	82,2	6,2	4,5		
VRLE 1	GF 655-2	1992	M7	48,1	4,1	5,4		
LE 1271	GF 655-2	1992	M-E7	44,2	4,6	4,0		
Harlayne	St.Jul. W 61	1992	E7	81,4	2,9	5,2		
Polonais	GF 8-1	1992	E7	66,6	4,4	4,3	70,0	8,8
				3.-7. Stj. (kg/Baum)				
Orange Red	St.Jul. W 61	1993	A-M7	27,6	3,4	3,0	82,4	12,4
Ananas (Typ Krall)	St.Jul. W 62	1993	A-M7	6,8	4,1	7,0	59,2	4,1
Ananas (Typ Gaweinstal)	St.Jul. W 63	1993	M-E7	16,8	5,3	5,4	40,3	8,1
Modesto	Torinel	1993	M-E7	36,6	4,4	3,4		
Keczkemeter (Typ Rosensteiner)	St.Jul. W 63	1993	E7	40,7	5,1	4,8	93,7	1,9
				3.-6. Stj. (kg/Baum)		1996-98		
Malice	Manicot	1994	A-M7	20,8	3,0	3,5		
Jumbo	Manicot	1994	M7	27,3	5,0	3,2		
Sortilege	Manicot	1994	E7	10,2	3,6	2,7		

* = Bonitur Blühbeginn: 1=erster Kalendertag des jeweiligen Jahres mit Blühbeginn

Tabelle 2 stellt die Ergebnisse aus dem Versuchsquartier 2 dar. Im Gesamtertrag lagen Harval, Ledana, Lescora, Ivresse und Velvaglo deutlich über dem Durchschnitt, bei den ein Jahr später gepflanzten Sorten stach wiederum Jumbo hervor. Hohe Fruchtgewichte wiesen Laycot, Jumbo, Velvaglo und Ungarische Beste Typ Br. auf, sehr niedrige Werte waren bei Lejuna, Lescora und Ledana festzustellen. Lescora, Rouge de Fournes und Jumbo wiesen bei der Erntebonitur einen sehr hohen Anteil an Tafelfrüchten ohne Beschädigungen auf, bei Harglow und Velvaglo war nur ein geringer Prozentsatz der Früchte intakt. Bei Lescora, Rouge de Fournes und Jumbo wurde jeweils der höchstmögliche Blütenansatz bonitiert, Lebona und Aurora blühten sehr früh, Tardif de Tain, Laycot und Ungarische Beste Typ Br sehr spät. Bei den Krankheitsbonituren zeichneten sich Ivresse, Jumbo, KL-P03 und Ledana durch geringen Befall sowohl durch Frucht- als auch durch Blütenmonilia aus.

Tabelle 2: Ergebnisse der Feldbonituren von Versuchsfläche 2

Sorte	Reifezeit	Gesamtertrag	100-Stückgewicht	handelsf. Früchte	Blütenansatz	Blühbeginn	Fruchtmonilia	Zweigmonilia
		3.-7. Stj., kg/Baum	kg, Mittel 2000-01	% zur Ernte 2001	Mittel 2000-02 a)	Mittel 2000-02 b)	BH (%, Mittel 2000-01)	% bef. Triebe 2.5. 2002
Aurora	M6	9,3	4,9	52,5	1,8	1,3	22,5	16,9
Lejuna	A7	19,8	2,5	34,1	1,2	4,5	6,8	12,8
Lescora	A7	38,7	2,9	94,2	1,0	3,8	1,7	29,0
Ledana	A7	38,9	3,1	63,7	1,5	2,8	1,6	3,8
Ivresse	A-M7	37,5	4,1	69,7	1,5	3,0	0,8	3,4
Lebona	A-M7	19,2	4,8	60,9	1,7	1,0	14,8	56,9
KL-PO3	M7	9,3	5,3	30,0	2,7	3,8	0,0	3,6
Rouge de Fournes	M7	19,0	3,4	85,2	1,0	2,5	1,1	18,0
Lebela	M7	18,3	4,8	75,9	1,3	2,0	10,0	2,4
Velvaglo	M7	30,9	6,0	17,8	1,3	3,5	21,1	24,2
Velkopavlovicka (Klon LE 12-2)	M7	10,8***	3,6	68,9	2,1	2,5	3,1	n.b.
Perfection	M-E7	10,7	4,7	n.b.	2,3	3,0	n.b.	8,2
Laycot	M-E7	24,8	7,3	49,1	2,6	6,0	21,8	6,7
Ungarische Beste (Typ Br.)	M-E7	12,8	5,9	38,4	2,8	6,0	11,7	11,6
Harval	M-E7	42,1	4,4	43,1	1,7	3,3	20,9	23,1
Harglow	E7	16,5	5,6	6,3	1,3	5,3	49,4	45,7
Gaterie	E7	22,8	5,0	44,6	1,8	3,5	36,2	7,9
		3.-6. Stj. (kg/Baum)						
Jumbo*	M7	19,3	6,1	80,0	1,0	2,0	8,7	1,2
Fantasme*	A8	12,3	3,8	74,4	2,3	5,8	21,1	23,3
Tardif de Tain*	A8	6,0	5,2	73,4	1,8	6,2	16,5	3,5
Ungarische Beste (Standard) **	M-E7		5,2	30,9	3,0	4,8	24,7	10,9

* = alle auf BVA, Pflj.1998
**=Pflj. 1999
***=nur 3.-5. Stj.
a) Bonitur Blütenansatz: 1=sehr stark 5=sehr gering
b) Bonitur Blühbeginn: 1=erster Kalendertag des jeweiligen Jahres mit Blühbeginn
n.b.=nicht bonitiert

Bei den Untersuchungen im Labor konnten ebenfalls beträchtliche Sortenunterschiede festgestellt werden. Sehr hohe Brix- und Trockensubstanzwerte im Jahr 2000 wiesen Laycot, Velkopavlovicka Klon LE 12-2, Lebona, Lejuna, Jumbo und Ungarische Beste Typ Br. auf (Tabelle 3). Überdurchschnittlich hohe pH-Werte waren bei Lebona, Ivresse, Ledana und Aurora festzustellen.

Tabelle 3: Ergebnisse der Laboruntersuchungen der Sorten von Versuchsfläche 2 aus dem Jahr 2000

Sorte	lösl. Trockensubstanz ° Brix	Sign.*	pH roh	Sign.*	TS %	Sign.*	Steinanteil %	Sign.*
Aurora	16,1	bc	5,4	fgh	13,2	ab	5,3	abc
Gaterie	17,7	cdef	4,8	de	16,1	de	5,0	ab
Harglow	16,9	bcde	4,9	def	16,9	def	6,3	def
Harval	14,8	ab	4,5	bcde	13,5	abc	6,4	def
Ivresse	17,7	cdef	5,5	gh	16,6	def	8,0	h
Jumbo	19,6	fgh	4,5	bcde	15,8	cde	5,5	bcd
Laycot	22,5	i	4,9	defg	18,6	fg	4,9	ab
Lebela	18,7	defg	4,3	abcd	16,6	def	6,2	cdef
Lebona	20,6	ghi	5,6	h	18,6	fg	7,1	fgh
Ledana	16,5	bcd	5,5	gh	15,4	bcde	7,7	gh
Lejuna	19,8	fgh	5,0	efgh	17,3	ef	7,7	gh
Lescora	18,3	cdefg	4,9	defg	15,7	cde	7,9	gh
Perfection	14,8	ab	4,0	ab	14,5	abcd	7,0	fg
Tardif de Tain	15,0	ab	4,0	ab	13,4	abc	4,9	ab
Ungarische Beste (Typ Br.)	19,3	efgh	4,7	cde	15,8	cde	5,8	bcde
Velkopavlovicka (Klon LE 12-2)	21,7	hi	4,1	abc	20,4	g	6,5	ef
Velvaglo	16,9	bcde	4,7	cde	17,1	ef	4,9	ab

* = Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Tukey (alpha=5%)

2001 wurden einige geprüfte Sorten auch mit alten Lokalsorten verglichen; hierbei unterschieden sich die Sorten Klosterneuburger, Ananas Typ Krall und Frühmarille aus Kittsee signifikant durch höhere Brix- und Trockensubstanzwerte von den neueren Vergleichssorten (Tabelle 4). In einem 2002 neuangelegten Versuch werden daher verschiedene aufgrund günstiger Eigenschaften von alten Bäumen in Ostösterreich selektionierte Lokalsorten in der Versuchsanlage des Instituts auf ihre Ertragsleistung unter biologischen Anbaubedingungen getestet.

Tabelle 4: Ergebnisse der Laboruntersuchungen aus dem Jahr 2001

Sorte	lösl. Trockensubstanz ° Brix	Sign.*	pH roh	Sign.*	Trockensubstanz %	Sign.*	Steinanteil %	Sign.*
Ananas (Typ Gaweinstal)	17,2	bcde	5,1	b	17,1	de	8,1	d
Ananas (Typ Krall)	18,8	de	5,7	c	17,3	de	6,4	c
Fantasme	13,5	a	3,8	a	12,8	a	4,6	a
Frühmarille aus Kittsee	18,6	de	5,1	b	17,1	de	5,4	abc
Ivresse	15,0	abc	5,4	bc	13,8	abc	6,1	c
Keczkemeter (Typ Rosensteiner)	17,1	bcde	5,0	b	16,4	bcde	5,9	c
Klosterneuburger (Standard)	19,6	e	5,3	bc	19,1	e	5,8	bc
Tardif de Tain	14,3	ab	3,9	a	13,5	ab	4,9	ab
Ungarische Beste (Standard)	17,9	cde	5,2	b	14,7	abcd	5,7	bc
Ungarische Beste (Typ Br)	16,4	abcd	5,3	bc	14,8	abcd	4,9	ab
Vinschgauer Marille	18,5	de	5,3	bc	16,7	cde	6,1	c

* = Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Tukey (alpha=5%)

Aus dem ersten Versuchsquartier fielen Ungarische Beste Typ Redl und Sabinouska durch hohe Erträge und Fruchtqualität auf. Rakousky könnte als Frühsorte für den Liebhaberanbau interessant sein. MVA 1 ist von der Fruchtqualität unbefriedigend, VAVB 1 zu empfindlich für Fruchtverletzungen (nur 45,5 % intakte Früchte bei der Erntebonitur 2001). VPLEAOIA, Harlayne, Goldrich sowie eventuell noch Polonais waren von den 1992 gepflanzten Sorten ertraglich am interessantesten. VPLEAOIA zeichnete sich von allen untersuchten tschechischen Typen der Velkopavlovicka (tschechische Lokalsorte aus dem Kreis der Ungarischen Besten) durch hohen Ertrag und starke Ausfärbung aus. Bei Harlayne und Polonais war eine Neigung der geernteten Früchte zur Moniliafäule nach kurzer Lagerung zu beobachten, Harlayne ist außerdem sehr kleinfrüchtig. Die geprüfte Selektion der Keczkemeter Marille wies hohe Erträge bei hoher Fruchtqualität auf. Modesto ist aufgrund der Anfälligkeit für Fruchtverletzungen, Orange Red aufgrund der Moniliaanfälligkeit für einen extensiven Anbau nicht empfehlenswert. Von den zuletzt gepflanzten Sorten fiel Jumbo durch hohe Erträge und Fruchtgewichte auf.

Im zweiten Versuch wiesen von den bislang ertraglich befriedigenden Sorten Velvaglo und Harval eine realtiv hohe Anfälligkeit gegen Monilia und einen geringen Anteil intakter Früchte auf; die

Frühsorten Lescora und Ledana waren wiederum sehr kleinfrüchtig, Ledana war weiters geschmacklich wenig überzeugend. Lescora wies aber 2001 den höchsten Anteil an unbeschädigten Früchten von allen Vergleichssorten aus dem Quartier bei gutem Geschmack auf und ist daher zumindest für den Hausgarten als Frühsorte interessant. Ivresse zeichnete sich durch hohe Erträge bei hohem Anteil vermarktungsfähiger Früchte, guter Fruchtqualität und Geschmack bei geringer Moniliaanfälligkeit aus. Weiters fiel Jumbo auch in diesem Versuch durch hohe Erträge, hohes Fruchtgewicht und relativ geringe Moniliaanfälligkeit auf.

Zusammenfassung

In der Versuchsanlage des Instituts für Garten-, Obst- und Weinbau der Universität für Bodenkultur in Wien wurden über mehrere Jahre verschiedene alte und neue Marillensorten auf ihre Eigung für den Anbau im pannonischen Klimagebiet geprüft. Dabei wurden Blühverhalten, Ertrag, Fruchtqualität und die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten (Monilinia laxa, Monilinia fructigena) beobachtet. Unter den extensiven Anbaubedingungen fielen die Sorten Goldrich, Ivresse, Jumbo, Keczkemeter Typ Rosensteiner, Lescora, Rakousky, Sabinouska, Ungarische Beste Typ Redl und VPLEAOIA durch günstige Eigenschaften auf. In einem weiteren Projekt werden interessante Selektionen von ostösterreichischen Lokalsorten unter biologischen Anbaubedingungen in der Versuchsanlage untersucht.

Autor

Univ.-Ass. Dr. A. SPORNBERGER, Universität für Bodenkultur, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Institut für Garten-, Obst- und Weinbau, Gregor Mendel Str. 33, A-1180 WIEN, e-mail: andreas.spornberger@boku.ac.at

Neues aus dem Futtermittelrecht

HERBERT WÜRZNER

Einleitung

3 neue EG-Verordnungen:

VO (EG) 1829/2003 über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel „Novel food and feed"

VO (EG) 1830/2003 über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von GVO und daraus hergestellten LM und FM

VO (EG) 1831/2003 über Zusatzstoffe in der Tierernährung

VO (EG) 1829/2003 über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel

„Genetisch veränderte Futtermittel" sind FM, die GVO enthalten, daraus bestehen oder daraus hergestellt werden;

Anforderungen für eine Zulassung:

- Keine nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder die Umwelt
- Die Anwender nicht irreführen
- Die spezifischen Merkmale der tierischen Erzeugnisse nicht beeinträchtigen und dadurch den Verbraucher zu schädigen oder irrezuführen
- Sich von den Futtermitteln, die sie ersetzen sollen, nicht so stark unterscheiden, dass ihr normaler Verzehr Ernährungsmängel für Mensch und Tier mit sich brächte.

Zulassungsverfahren:

- Antrag an die zuständige nationale Behörde
- Weiterleitung des Antrags und der Unterlagen an die EFSA
- „Behörde" (EFSA) unterrichtet die Kommission und die anderen Mitgliedstaaten, stellt den Antrag und alle Info zur Verfügung und macht der Öffentlichkeit die Zusammenfassung des Dossiers zugänglich
- Behörde prüft und gibt Stellungnahme ab
- Kommission legt einen Entwurf dem Ständigen Ausschuss vor
- Ausschuss entscheidet nach vorgesehenem Verfahren
- Kommission informiert den Antragsteller und veröffentlicht im Amtsblatt

Status bereits existierender Erzeugnisse:

- Verantwortliche Unternehmen meldet der Kommission das Datum, an dem das Erzeugnis (GVO, Zusatzstoffe, Bioproteine) erstmals in Verkehr gebracht wurde und fügt Unterlagen bei
- Weiterleitung dieser Unterlagen an die EFSA und die Mitgliedstaaten
- „Behörde" (EFSA) übermittelt dem gemeinschaftlichen Referenzlabor die Unterlagen zum Nachweisverfahren
- Gemeinsame Forschungsstelle der Kommission (gemeinsch. Referenzlabor) testet und validiert die Methode
- Aufnahme in das Register (Gemeinschafts-)

- Antrag auf Erneuerung der Zulassung (innerhalb von 9 Jahren)

Kennzeichnung:

„ohne Kennzeichnung – keine Inverkehrbringung!“

Gilt nicht für zufällige oder technisch unvermeidbare Anteile nter **0,9 %** (Schwellenwert)

- Spezifischer Name + („genetisch veränderter – Bezeichnung des Organismus“ oder „aus genetisch verändertem – Bezeichnung des Organismus) bzw.
- Spezifischer Name * + obiger Klammerausdruck in Fußnote
- In der Zulassung festgelegte Merkmale, in denen sich das FM von entsprechenden herkömmlichen Erzeugnissen unterscheidet,

z.B. Zusammensetzung, nutritive Eigenschaften, Verwendungszweck, Auswirkungen auf die Gesundheit bestimmter Tierarten oder Tierkategorien.

Anhang: Pflichten und Aufgaben des gemeinschaftlichen Referenzlabors

= Gemeinsame Forschungsstelle der Kommission

Zuständig für:

- Empfang, Aufbereitung und Lagerung der Proben und Verteilung an die nationalen Referenzlaboratorien;
- Untersuchung und Validierung der Verfahren zum Nachweis und Identifizierung des Transformationsereignisses in LM und FM
- Evaluierung der Daten, die der Antragsteller für die Zulassung vorgelegt hat
- Vorlage vollständiger Evaluierungsberichte bei der Behörde

***Unterstützung** durch das „Europ. Netz der GVO-Laboratorien“*

Geltungsbereich:

Gilt in jeder Phase des Inverkehrbringens für

- Aus GVO bestehende oder GVO enthaltende Produkte
- Aus GVO hergestellte Lebens- und Futtermittel

Gilt nicht für Human- und Tierarzneimittel

Rückverfolgbarkeit:

„Möglichkeit, GVO und aus GVO hergestellte Produkte in jeder Phase des Inverkehrbringens über die gesamte Produktions- und Vertriebskette zurückzuverfolgen“

Spezifischer Erkennungsmarker:

„Numerischer Code, der zur Identifizierung eines GVO auf der Grundlage des zugelassenen Transformationsereignisses dient“

Rückverfolgbarkeit:

In der ersten Phase des Inverkehrbringens eines Produktes, das **aus GVO besteht oder GVO enthält** und in jeder nachfolgenden Phase gewährleisten die Beteiligten, dass dem Beteiligten, der das Produkt bezieht, schriftlich Folgendes übermittelt wird:

- die Angabe, dass es GVO enthält oder aus GVO besteht;
- der den betreffenden GVO zugeteilte spezifische Erkennungsmarker

Rückverfolgbarkeit von aus GVO hergestellten FM:

Beim Inverkehrbringen eines **aus GVO hergestellten Produkts** gewährleisten die Beteiligten, dass dem Beteiligten, der das Produkt bezieht, schriftlich Folgendes übermittelt wird:

- die Angabe jedes einzelnen aus GVO hergestellten Futtermittel-Ausgangserzeugnisses oder Zusatzstoffs;
- Bei Produkten ohne Verzeichnis der Zutaten die Angabe, dass das Produkt aus GVO hergestellt wurde

Gilt nicht für zufällige oder technisch nicht zu vermeidende Spuren bis 0,9 %

VO (EG) 1831/2003 über Zusatzstoffe in der Tierernährung

Ersetzt die Richtlinie aus 1970; gilt ab 12. Okt. 2004

Futtermittelzusatzstoffe:

Stoffe, Mikroorganismen oder Zubereitungen, die keine FM-Ausgangserzeugnisse oder Vormischungen sind und bewusst Futtermitteln oder Wasser zugesetzt werden, um insbesondere eine oder mehrere der folgenden **Funktionen** zu erfüllen:

- Die Beschaffenheit des FM positiv beeinflussen;
- Die Beschaffenheit der tierischen Erzeugnisse positiv beeinflussen;
- Die Farbe von Zierfischen und –vögeln positiv beeinflussen;
- Den Ernährungsbedarf der Tiere decken;
- Die ökologischen Folgen der Tierproduktion positiv beeinflussen;

Die Tierproduktion, die Leistung oder das Wohlbefinden der Tiere, insbesondere durch Einwirkung auf die Magen- und Darmflora oder die Verdaulichkeit der Futtermittel, positiv beeinflussen oder

Eine kokzidiostatische oder histmonostatische Wirkung haben

Bedingungen für die Zulassung (Artikel 5):

- Eine der Funktionen
- Keine schädliche Wirkung auf die Gesundheit von Tier und Mensch oder auf die Umwelt
- Den Anwender und den Verbraucher nicht irreführen
- Keinen Nachteil für die Verbraucher durch eine Beeinträchtigung der Beschaffenheit der tierischen Erzeugnisse

Bereits bestehende Produkte dürfen weiter in Verkehr gebracht werden, wenn

- **innerhalb eines Jahres** nach Inkrafttreten (Okt. 2003) eine interessierte Person dies der Kommission **meldet**.

Gleichzeitig müssen verschiedene **Angaben und Unterlagen** an die **Behörde** gesendet werden.

Behörde prüft – Eintragung in das Register **(= Positivliste).**

- für Zusatzstoffe mit begrenzter Zulassungsdauer ein Jahr vor Ablauf der Zulassung bzw. innerhalb von max. sieben Jahren bei anderen Zusatzstoffen ein **Antrag** gem. Art. 7 gestellt werden.

Antibiotika, die keine Kokzidiostatika sind, dürfen nur bis zum 31. Dez. 2005 in Verkehr gebracht und als Futtermittelzusatzstoffe verwendet werden; ab 1.1.2006 aus dem Register gestrichen.

Kategorien von Futtermittelzusatzstoffen (Artikel 6):

- **Technologische** Zusatzstoffe: z.B. Konservierungs-, Binde- und Trennmittel, Antioxydantien, Silierzusatzstoffe
- **Sensorische** Z.: Farb- und Aromastoffe;
- **Ernährungsphysiologische** Z.: Vitamine, Spurenelemente, Aminosäuren, Harnstoff und seine Derivate;
- **Zootechnische** Z.: Verdaulichkeitsförderer, Darmflora-stabilisatoren, Soffe, die die Umwelt günstig beeinflussen;
- **Kokzidiostatika und Histomonostatika**

Kennzeichnung von Zusatzstoffen und Vormischungen:

- Bezeichnung und Funktionsgruppe
- Name und Anschrift des für die Angaben Verantwortlichen
- Nettogewicht bzw. Nettovolumen
- Zulassungs- oder Registrierungs-Nummer
- Gebrauchsanleitung, Sicherheitshinweis und spezifische Anforderungen gem. der Zulassung, inkl. Tierarten und –kategorien
- Kennnummer
- Chargen-Nummer und Herstellunsdatum

Zusätzlich besondere Kennz. Vorschriften für bestimmte Zusatz-stoffe und Vormischungen: z.B. Wirkstoffgehalt, Ablaufdatum

Autor

Univ. Doz. DI Dr. Herbert WÜRZNER, AGES, Institut für Futtermittel, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: herbert.wuerzner@ages.at

Ein zweistufiges Verfahren zur in –vitro Imitation der Verdauung

MANFRED SAGER

Zusammenfassung

Nicht alle Inhaltsstoffe sind unter den im Magen- Darm- Trakt vorherrschenden Bedingungen löslich, schwer lösliche Feststoffe werden ausgeschieden, andere bereits gelöste Anteile können an den restlichen Feststoffen im Darm resorbiert werden. In einem sequentiellen Löseverfahren mit Pepsin-Salzsäure und Pankreatin- Phosphat/ Karbonatpuffer wurden die Verhältnisse in Magen bzw. Dünndarm simuliert. Die entsprechenden Extrakte von verschiedenen, teils mit Metallen (Pb, Cd, Zn, As) belasteten Pflanzen und Böden wurden einer Multi-Elementanalyse mit ICP –OES unterworfen, unter Verwendung von Kalibrationslösungen in den entsprechenden Grundelektrolyten. Die Löslichkeit im simulierten Magen, die auch die austauschbare Fraktion enthält, war immer viel höher als im simulierten Darm, ausgenommen bei Unschärfen nahe der Nachweisgrenze. Deutlich alkalilöslich waren nur Zn, Cu, As und eventuell Co. (Bei den Böden ist die Alkalilöslichkeit von Arsen und Antimon zumeist stärker als die Säurelöslichkeit). Be,V, Tl und alkalilösliches Sb waren immer unter der Nachweisgrenze. Die verwendeten Enzyme bringen einiges an Blindwerten, was die reale Nachweisgrenzen verschlechtert, erhöhen aber zusätzlich die Löslichkeiten. Unterscheidet man die Proben nach Pflanzenarten, so haben die Spuren in Chilies of die höchste Löslichkeit, und Pappelstäengel die geringste, diverse Blätter liegen im Mittelfeld; die Bandbreite kann sicher mehr als ein Faktor 2 sein.

Einleitung

Bei der Analyse von Lebens- und Futtermitteln ist es üblich, quasi – total Gehalte zu bestimmen, d.h. alles, was sich ohne Zugabe von Flußsäure löst. Nur weniges bleibt im Rückstand, wie (vermutlich) der Großteil der Silikate, meta-Zinnsäure, Korund, Rutil, Kassiterit u.a. schwer lösliche Oxide. Da immer wieder Feststoffe das Verdauungssystem verlassen, erhebt sich die Frage, welcher Anteil an Haupt- Nähr- und Spurenelementen darin ungelöst geblieben ist, bzw. was an diesen Feststoffen aus der Lösung im Darm resorbiert wurde. Als Vorstufe für eine Risikobewertung des Genusses von Pflanzen aus belasteten Gebieten wurde daher getrachtet, das Verdauungssystem von Säugern zu imitieren, und zerkleinerte Pflanzen sequentiell zu extrahieren. Die Komplexbildung mit sämtlichen körpereigenen Stoffen, die erhöhte Sekretion von Verdauungssäften bei Appetit, sowie das Auslösen von Erbrechen und Durchfall können niemals genau simuliert werden, ebensowenig der Transport über die Darmwand. Bei Temperatur, pH-Wert, Hauptenzymen und Verweilzeit im Darm kann man sich dem Verdauungssystem von Säugern durch nachstehendes 2 stufiges sequentielles Verfahren mit Pepsin/Salzsäure pH 1 (für den Magen) und Pancreatin /Phosphat/ Karbonatpuffer pH 8 (für den Darm) jedoch so weit nähern, daß Abschätzungen möglich sein sollten.

Verdaulichkeitsstudien beschäftigen sich üblicherweise mit der Freisetzung von Aminosäuren aus der Nahrung. Das Testsubstrat wird bei const. Temperatur inkubiert und zur Imitation der Peristaltik geschüttelt, dann filtriert und/oder zentrifugiert, und die Aminosäuren im Extrakt bestimmt. Am einfachsten sind Einzel-Enzym-Systeme, die beim pH- Optimum des Proteins durchgeführt werden, wie Pepsin bei pH 1,7 bis 2,5, Trypsin bei pH 7,5, oder Pronase bei pH 8. Zwei-Enzym-System – Verfahren verwenden je ein im sauren und im alkalischen wirksames Enzym sequentiell, z.B die Folge Pepsin – Pankreatin. Bei Multi-Enzym-Systemen erfolgt ein Zusatz weiterer Enzyme im 2. Schritt, oder ein eigener 3.Schritt mit z.B. Pronase. Neben der Spaltung organischer Moleküle habe die Enzyme auch noch komplexbildende Eigenschaften. Werden die eingesetzten Enzyme bei hohen Metallkonzentrationen des Substrats desaktiviert? Bekannt ist, daß Enzyme des C-Zyklus (Cellulase, Xylanase aus saprolytischen Pilzen, ß-Glucosidase) durch Metallionen weniger beeinträchtigt werden als Phosphatasen, Phospholipasen, Sulfatasen und Proteasen.

Gewählter Arbeitsgang

Glycin/Salzsäure- Puffer pH 1,5: 60,06g in 2 Liter, HCl-Zusatz, Glaselektrode

Puffer pH 8: 17,4g K_2HPO_4 + 4,2g $NaHCO_3$ in 1 Liter (0,1M / 0,05M)

1g Probe wurde mit 19 ml Puffer Glycin/Salzsäure – Puffer und 1ml Pepsinlsg. (1g + 10 ml H_2O) aufgewirbelt, mit Parafilm verschlossen, und 2h bei 37° im Dunkel geschüttelt. Nach dem Zentrifugieren wurde der Extrakt auch filtriert, und der Rückstand mit 19 ml Puffer pH 8 und 1ml Pankreatinlsg. (1g + 10 ml H_2O) aufgewirbelt, mit Parafilm verschließen, und bei 37° über Nacht geschüttelt, zentrifugiert und der Extrakt filtriert. Der erste Extrakt kann direkt und in Verdünnungen wie jede Futtermittelprobe gemessen werden, es wurden aber spezielle Kalibrationslösungen mit Sb und Sn, die sonst nicht routinemäßig gemessen werden, bereitet. Der 2. Extrakt muß zur Messung angesäuert werden (4 ml Probe + 1ml 2M HCl). Die Kalibrationslösungen zur ICP- Messung wurden im selben Puffer erstellt. Beim 2. Extrakt waren wegen der geringen Konzentrationen in Lösung eine Verdünnung nicht erforderlich. Abgelesen wurden:

ICP 1. Schritt: Al-As-Ba-Be-Ca-Cd-Co-Cr-Cu-Fe-K-Li-Na-Mg-Mn-Mo-Ni-P-Pb-Sb-Sn-Sr-V-Zn

ICP 2. Schritt: Al-As - Be-Ca-Cd-Co-Cr-Cu-Fe-Mg-Mn-Mo-Ni-Pb-Sb-Sn-V-Zn

Der Blindwert der Puffer- Enzymlösung des jeweiligen Tages wurde abgezogen. Als Blindwert gilt duie Differenz zu Wasser, wobei die Kalibrationen nicht durch Null gezwungen wurden. Echte Blindwerte wurden von Ca, Mg, P, Zn aus den Enzymen, sowie Na und K aus dem Puffer in Schritt 2 erhalten. (Tabelle 1)

Kleine Arsengehalte wurden mit Hydrid-AAS nachgemessen und korrigiert.

Ergebnisse und Diskussion

Mit dem hier vorgestellten Verfahren wurden Proben aus belasteten und unbelasteten Gebieten sequentiell extrahiert, und die Extrakte einer Multielementanalyse mittels ICP-OES unterworfen. Bedingt durch die Bindungskapazität der verwendeten Enzyme enthält die Extraktionslösung etwas an Blindwerten, die bei den Pflanzenproben eine viel größere Rolle spielen als bei z.B. Böden, und die möglichst konstantgehalten werden müssen. Tabelle 1 enthält die Mediane der von den realen Proben subtrahierten Blindlösungen. Bei Natrium und Kalium, aber auch noch bei Calcium und Magnesium wird es problematisch. Phosphor ist im Puffer der 2. Stufe enthalten.

	Pepsin - Salzsäure	Pancreatin-Karbonat-Phosphat
	µg/ml	µg/ml
Al	0,83	1,11
As	0,33	0,77
Be	0,0017	0,0029
Ca	4,56	9,32
Cd	0,025	0,018
Co	0,022	0,035
Cr	0,027	0,083
Cu	0,49	0,53
Fe	0,68	0,40
Mg	3,01	3,69
Mn	0,047	0,070
Mo	0,26	0,26
Ni	0,20	0,94
P	29,7	Matrix !
Pb	0,37	0,93
Sb	0,19	0,16
Sn	0,33	0,12
V	0,025	0,174
Zn	1,88	1,12

Tabelle 2 . Relative Löslichkeiten aus den Pflanzenproben

	% Stufe 1		% Stufe 2	
Hauptelemente	Median	Bereich	Median	Bereich
%Al	8,6	0,0 - 59,1	2,9	0,0 - 21,1
%Ca	74,9	7,6 - 100	11,5	0,4 – 65,8
% Fe	19,3	4,7 - 99,6	7,8	0 –100
essentielle Spuren				
%Cu	60,6	12,9- 100	24,0	0,0 – 100
% Zn	78,7	32,6 - 100	18,3	1,6 - 42,6
%Co	51,7	2,6 - 100	20,1	0,0 – 100
schädliche Spuren				
%As	35,1	0,0 - 100	21,1	0,0 – 100
%Cd	79,3	29,8 - 100	10,4	0,0 – 100
%Cr	3,3	0,0 – 100	0,9	0,0 - 62,0
% Ni	39,9	0,0 - 100	8,1	0,0 – 100

Als Pflanzenproben wurde Bohnenblätter, Chinakohl, Salat, Pappelstängel, Kartoffelblätter, Rettichblätter, Chilies, Reiskörner und Sesamblätter beprobt insgesamt, 56 Proben.

Bei den Spurenelementen, die an der Nachweisgrenze lagen, war die Meßunsicherheit, die Blindwerte aus den Enzymen und die Resorption bereits so groß, daß Bereiche von 0-100% möglich waren, der Median gibt aber ein realistisches Bild wieder (Tabelle 2). Tabelle 3 zeigt zur weiteren Information die Konzentrationsbereiche von Haupt- und Spurenelementen in den untersuchten Pflanzenproben in der Trockenmasse.

Tabelle 3. Konzentrationsbereiche von Haupt- und Spurenelementen in den untersuchten Pflanzenproben (in der Trockenmasse)

%	Median	Bereich	mg/kg	Median	Bereich	mg/kg	Median	min max
K	2,52	0,246 – 5,63	**Cu**	4,88	1,63 - 13,7	**As**	1,01	0,043 - 6,73
Ca	1,003	0,105 – 5,73	**Mn**	129	12,9 - 1034	**Be**	0,008	< - 0,065
Mg	0,227	0,030 – 0,675	**Zn**	95,4	14,7 - 598	**Cd**	0,309	0,016 - 3,48
P	0,506	0,021 – 1,37	**Co**	0,20	< - 2,39	**Cr**	0,765	0,039 - 3,29
			Mo	0,71	0,01 - 6,94	**Ni**	1,16	0,03 - 5,04
mg/kg						**Pb**	1,23	0,02 – 5,15
Na	95,4	13,0 - 3342	**Al**	96,4	6,9 - 440	**V**	0,112	< - 0,645
Fe	118	12,5 - 363	**Ba**	15,5	< - 61,1			
			Li	0,20	< - 5,45			
			Sr	16,8	1,27 - 75,9			

Eisen und Aluminium, wie auch die Spurenelemente Chrom und Nickel, lösten sich in beiden Extrakten nur zu einem geringen Teil und scheinen den Hauptteil an verbleibenden Feststoffen (in anorganischer Hinsicht) zu bilden.

Cr, Co, Mo und Ni waren in den Proben nicht angereichert und an der Nachweisgrenze, und V und Be waren immer unter der Nachweisgrenze. Der 2. Extrakt erbrachte immer die geringeren Anteile, häufig auch bei den Anionen Arsen und Zinn. Die vielen negativen Werte beim Blei in der ersten Extraktion lassen sich aus der Adsorption des Blindwert –Bleis an den Festoffen unter den pseudo-physiologischen Bedingungen erklären.

Während bei den parallel dazu untersuchten Böden das Antimon überwiegend alkalimobil war, war bei den Pflanzen das alkalimobile Antimon immer unter der Nachweisgrenze.

Teilt man die Proben nach den Pflanzenarten auf, so fällt eine etwa höhere Löslichkeit von Eisen, und sämtlichen Spurenelemente in den Chilischoten auf, bei den Blättern ist es variabel, und die Pappelstengel lösen sich am wenigsten. Die 1. Fraktion, die den Magen simulieren soll, löst meist einen Großteil heraus, nur wenige Spuren sind definitiv alkalilöslich, wie Arsen, oder Cobalt in Rettichblättern. Während bei Böden die alkalische Fraktion beim Arsen zumeist die höhere war, ist dies bei den Pflanzen nirgends der Fall. Höhere Arsengehalte (bei den Sesamblättern) gingen in die säurelösliche Fraktion, oder in die unlösliche (Pappelstengel, Rettichblätter, Kartoffelblätter). Ähnlicherweise lösten sich aus den beiden Extrakten bei Böden Kupfer und Cobalt zu etwa gleichen Anteilen, bei sämtlichen Pflanzen verhielten sich saure Anteile zu alkalisch extrahierbare Anteile etwa 2:1.

Alkalilösliches Zn war ebenfalls noch deutlich meßbar, der Anteil scheint von der Pflanzenart abzuhängen, ist aber wie bei den Böden viel geringer als der säurelösliche. Obwohl Zink gebunden an Huminstoffe ja verhältnismäßig alkalimobil ist. Mangan als überwiegend säurelöslich war zu erwarten.

Der Autor dankt Fr. Eun Hyae Chung und Hye Sook Lim (Seoul National University, Korea) für das Sammeln der Proben und die tatkräftige Mitwirkung im Rahmen ihrer Diplomarbeit.

Autor

Univ. Doz. Dr. Manfred SAGER, AGES, Kompetenzzentrum Elemente, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: manfred.sager@ages.at

Vergleich von NRC- und GfE-Bedarfsnormen in der Hühnermast

ZEH NANDA, F. ERTL, MARTINA PASCHER, STEPHANIE HANDL, R. LEITGEB

Versuchsfrage

Das National Research Center (NRC, USA) und die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, BRD) empfehlen für Masthühner unterschiedliche Bedarfswerte. Die gravierendsten Abweichungen treten bei den Verhältnissen der Aminosäuren Methionin und Threonin zu Lysin auf. Zur Überprüfung der Bedarfswerte wurde ein Hühnermastversuch mit den jeweiligen Bedarfswerten mit üblichem und abgesenktem Proteingehalt in den Futtermischungen durchgeführt.

Versuchsplan

Der Versuch wurde im Geflügelversuchsstall Äussere Wimitz 3, 9311 Kraig, durchgeführt. 350 Hühnerküken wurden auf 24 Boxen aufgeteilt. Alle Tiere wurden ad libitum gefüttert. Als Alleinfutter wurden Starter (10 %), Hühnermastfutter I (47 %) und II (43 %) eingesetzt. Die Rohproteingehalte im Starter lagen bei 23 und 21 %, im HMF-I bei 22 und 19,5 % und im HMF-II bei 21 und 18,5 %. Die Gehalte an Methionin, Threonin und Tryptophan wurden entsprechend den Empfehlungen von NRC und GfE in Relation zum Lysin eingestellt. Dadurch waren bei NRC die Werte für Methionin und bei GfE für Threonin etwas höher. Bei Tryptophan gab es nur im Starter und HMF-II zwischen NRC und GfE Abweichungen. Der Versuchsplan geht aus Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Versuchsplan

	Futtergruppe			
Merkmale	NRC-1	GfE-1	NRC-2	GfE-2
Küken, n	87	88	87	88
Boxen, n	6	6	6	6
Mastdauer, Tage	36	36	36	36
Starter				
ME, MJ/kg		12,4		
Rohprotein, %	23		21	
Lysin, %		1,38		
Methionin, %	0,58	0,50	0,58	0,50
Threonin, %	0,87	0,90	0,87	0,90
Tryptophan, %	0,25	0,22	0,25	0,22
Hühnermastfutter-I				
ME, MJ/kg		12,8		
Rohprotein, %	22		19,5	
Lysin, %		1,30		
Methionin, %	0,55	0,48	0,55	0,48
Threonin, %	0,80	0,94	0,80	0,94
Tryptophan, %	0,21	0,21	0,21	0,21
Hühnermastfutter-II				
ME, MJ/kg		12,9		
Rohprotein, %	21		18,5	
Lysin, %		1,15		
Methionin, %	0,52	0,44	0,52	0,44
Threonin, %	0,70	0,89	0,70	0,89
Tryptophan, %	0,19	0,20	0,19	0,20

Die Gehalte an ME, Lysin, Mengen- und Spurenelementen und Vitaminen waren in allen Phasenfuttermischungen gleich. Monensin-Na wurde in den ersten 4 Wochen als Kokzidiostatikum und Bacillus cereus var. toyoi als Leistungsförderer beigemischt.

Versuchsergebnisse

Die höheren Proteingehalte in den Futtermischungen hatten einen positiven Einfluss auf die LM-Entwicklung, den Futteraufwand/kg LM-Zuwachs und die Schlachtkörpergewichte. Der TM-Gehalt in den Schlachtkörpern hingegen war bei den Tieren mit geringerem Rohproteingehalt in den Futtermischungen höher. Der höhere TM-Gehalt in den Schlachtkörpern bei den Futtergruppen mit geringerem Rohproteingehalt in den Futtermischungen war ausschließlich auf die höheren Fetteinlagerungen in den Schlachtkörpern zurückzuführen.

Tabelle 2: Mast- und Schlachtleistungsergebnisse

	Futtergruppe				
Merkmale	NRC-1	**GfE-1**	NRC-2	GfE-2	P
Lebendmasse, g	2074^{a}	2084^{a}	1918^{b}	1988^{ab}	<0,01
Futteraufwand/kg LM, kg	1,72^{a}	1,75^{a}	1,91^{b}	1,84^{ab}	<0,01
Schlachtkörper warm, g	1626^{a}	1619^{a}	1518^{b}	1523^{b}	<0,01
TM, %	33,3^{a}	33,7^{ab}	34,4^{b}	34,6^{b}	<0,01
Protein, %	18,8^{a}	18,5^{ab}	18,2^{b}	18,2^{b}	<0,01
Fett, %	11,8^{a}	12,3^{ac}	13,2^{bc}	13,6^{b}	<0,01
Heart, g	9,2^{a}	9,1^{ab}	8,3^{cd}	8,6^{bd}	<0,01
Grillfertige Ware (GW), g	1482^{a}	1462^{ab}	1367^{b}	1359^{b}	<0,01
Brustfleisch in % der GW	26,9^{ab}	28,0^{a}	25,1^{b}	26,8^{ab}	<0,01
Blutproben					
Total Protein, g/dl	3,01	3,02	3,05	3,04	0,99
Albumin, g/dl	1,40	1,39	1,44	1,38	0,64
Harnsäure, mg/dl	7,83	6,87	6,70	6,00	0,42

Die Bedarfsempfehlungen von NRC und GfE führen bei den üblichen Rohproteingehalten in den Futtermischungen zu keinen unterschiedlichen Ergebnissen bei der Mastleistung und den Schlachtleistungskriterien. Die schlechteren Mast- und Schlachtleistungsergebnisse bei den Futtergruppen mit abgesenktem Rohproteingehalt in den Futtermischungen trotz Supplementierung mit L-Lysin, DL-Methionin, L-Threonin und L-Tryptophan (NRC-2, GfE-2) weist darauf hin, dass einer stärkeren Absenkung des Rohproteingehaltes in den Alleinfuttermischungen für Masthühner noch enge Grenzen gesetzt sind. Wenn man die Bedarfsempfehlungen von NRC und GfE hinsichtlich der Mast- und Schlachtleistung vergleicht, dann dürften die Bedarfsempfehlungen der GfE den Bedürfnissen der Masthühner näher kommen als die von NRC. Das wird durch die Gehalte an Harnsäure im Blut untermauert. Diese waren sowohl beim hohem als auch beim niedrigen Rohproteingehalt in den Alleinfuttermischungen bei GfE günstiger.

Schlussfolgerungen

Für Masthühner sind 10 Aminosäuren essentiell. Für die Supplementierung stehen derzeit 4 Aminosäuren zur Verfügung. Für eine stärkere Absenkung des Gehaltes an Rohprotein in den Futtermischungen für Broiler reichen die derzeit zur Verfügung stehenden Aminosäuren zur Ergänzung des nativen Futterproteins für zufriedenstellende Mast- und Schlachtleistungen noch nicht aus. Sowohl bei den Futtergruppen mit den höheren als auch bei den Futtergruppen mit den abgesenkten Rohproteingehalten in den Alleinfuttermischungen erweisen sich die Bedarfsempfehlungen der GfE als die besseren.

Danksagung

Für die finanzielle Unterstützung des Versuches wird der Fa. LAH, Cuxhaven, aufrichtig gedankt.

Autor

Nanda ZEH, F. ERTL,a.o. Univ. Prof. DI R LEITGEB, Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abt. tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Gregor Mendelstr. 33, A-1180 WIEN

Martina PASCHER, Stephanie HANDL, Universität für Veterinärmedizin, Institut für Ernährung, Veterinärpl. 1, 1210 WIEN

Häufig auftretende Verbesserungsmaßnahmen bei Akkreditierungsaudits

EDMUND BENETKA

Zustandekommen

Bedingt durch stetig neue Ideen und Änderungen in Regelwerken, die einen Zusammenhang mit der Akkreditierungsnorm aufweisen, unterliegt die EN ISO/IEC 17025 immer wieder neuen Interpretationen. Insbesondere durch die Rückführbarkeit entstehen dadurch einerseits immer neue Verbesserungsmaßnahmen, andererseits gibt es Dauerbrenner, die häufig bei den Laboratorien auftreten. Nachstehend sind einige Beispiele dafür angeführt.

Häufigste Verbesserungsmaßnahmen

Überprüfung der Waagen

Bereits länger Beschäftigte haben sicher noch im Gedächtnis, dass in der Steinzeit der Akkreditierung geeichte Waagen gefordert wurden. Davon ist man in der Folge abgekommen, da die Eichung nur einen Zeitraum von zwei Jahren überdeckt und die Toleranzen zu weit gesetzt sind. Statt dessen ist eine periodische Kalibrierung (z.B. jährlich) wünschenswert, eine Überprüfung der Waagen mit geeichten Kalibriergewichten jedoch unbedingt erforderlich. Diese muss ebenfalls periodisch erfolgen und ist für einen Zeitraum anzusetzen, innerhalb dessen eine Reaktion sinnvoll gesetzt werden kann. Das bedeutet wöchentliche, zumindest aber monatliche Kontrolle. Die in vielen Waagen eingebauten interne Kontrolle ist nicht ausreichend, da Störfunktionen bei dieser Kalibrierung fallweise nicht erkannt werden können und zu massiven Fehlern führen können.

Kontrolle der Kühlschränke

Die Auditoren sind mittlerweile angehalten im Zuge der Rückführbarkeit Kontrollen von Kühlschränken mit Min/Max-Thermometern zu fordern. Das kommt in den Folgeaudits auf alle zu und man ist gut beraten, sich rechtzeitig solche Thermometer zu beschaffen. Es gibt sie z.B. als elektronische Thermometer, die allerdings nicht unbedingt geeicht sind. Eine dokumentierte Kontrolle der Thermometer mit einem geeichten gemeinsam z.B. in einem Kühlschrank ist ausreichend. Gleichzeitig bedeutet das auch, dass man entsprechende Aufzeichnungen sowie definierte Eingriffsschranken braucht.

Messunsicherheit

Die Messunsicherheit ist derzeit das brennendste Thema überhaupt. Die Vorgangsweise vieler Labors, die Unsicherheiten aus Validierungen oder aus den Standardabweichungen von Mehrfachanalysen zu berechnen, wird nicht akzeptiert. Grundlage ist, dass man vorerst alle Einflussgrößen definiert. Es handelt sich hier im wesentlichen um folgende Faktoren:

- Waagen
- Pipetten
- Messkolben
- Probenvorbereitung (Aufschluss, Extraktion, Derivatisierung, etc.)
- Kalibrierung
- Messung

Zusätzlich fällt insbesondere die Probenahme ins Gewicht und ist mit Sicherheit die Größe, die den höchsten Beitrag liefert. Bei Proben, die eingesandt werden, kann sie nicht berücksichtigt werden, ansonsten ist sie zwar abschätzbar aber in vielen Fällen, wie z.B. bei Abfallproben nicht handhabbar, da speziell bei diesem Probentyp die Unsicherheit der Probenahme ein Vielfaches des Analysenergebnisse ausmachen kann. In diesem Fall erlangt der Passus „Die Ergebnisse beziehen sich

ausschließlich auf die analysierte Probe – Rückschlüsse auch Chargen sind unzulässig“ eine besondere Bedeutung.

Nach Definition aller Einflussgrößen ist es sinnvoll, jene zu identifizieren, die einen vernachlässigbaren Beitrag liefern und diese zu eliminieren. Nach Reduktion auf die bestimmenden Größen braucht man noch einen geeigneten Algorithmus zur Berechnung der tatsächlichen Analysenunsicherheit, wie z.B. $U = k * (\Sigma U_i)^{1/2}$, wobei k = Coverfaktor (z.B. = 2) und U_i die einzelnen Einflussgrößen sind.

Auf dieser Basis sollte es möglich sein, für jedes einzelne Analysenergebnis die zugehörige Unsicherheit aus bestehenden Daten abzuschätzen. Das ist natürlich um so leichter und besser definiert, je mehr Proben dieses Typs bereits untersucht wurden.

Standards

Wahrscheinlich hat bereits jedes Labor die Erfahrung gemacht, dass die Haltbarkeit der Standards aus Sicherheitsgründen immer kürzer wird. Im Fall von ICP-Standards sind das z.B. häufig drei Jahre und zwar generell – ohne Rücksichtnahme auf die tatsächliche Haltbarkeit, die natürlich von Element zu Element unterschiedlich sein kann und de facto auch ist. Das bedeutet enorme Kosten bedingt durch Neuanschaffungen, insbesondere wenn man eine Vielzahl von Analysenverfahren zur Verfügung hat. Akzeptiert wird in diesem Zusammenhang jedoch, wenn man einen neuen Standard kauft und mit diesem beweist, dass der alte Standard ca. zum Zeitpunkt des Ablaufdatums noch in Ordnung ist. Damit ist die Haltbarkeit der Standards an sich für diesen Lagerungszeitraum bewiesen. Kurz vor Ablauf des neueren Standards wiederholt man diese Prozedur. Der neuere Standard muss laut Erstbeweis noch in Ordnung sein und ergibt der alte Standard nach wie vor dieselben Ergebnisse, so ist die Haltbarkeit nun für den doppelten Zeitraum bewiesen. Diese Vorgangsweise lässt sich beliebig oft wiederholen und auf diese Art und Weise kann man Standards, die sehr lange halten, verwenden, bis sie wirklich aufgebraucht sind. Um den Aufwand hier nicht zu groß werden zu lassen, macht man das im Falle der ICP z.B. mit Mischstandards. So kommt die Prozedur in jedem Fall viel billiger, als die Neuanschaffung.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, dass bei ICP-Stadards die Haltbarkeit bei gängigen Herstellern ca. 3 Jahre beträgt. Zumindest ein Hersteller hat jedoch die interne Regel, die auf Grund einer diesbezüglichen massiven Beschwerde bekanntgegeben wurde, dass bei geringerer Nachfrage die Standards klarerweise beim Hersteller gelagert und noch ausgeliefert werden, wenn die noch verbleibende Haltbarkeit 9 Monate (!!!) nicht unterschreitet. Auf diese Weise kann man im Labor natürlich Kostenmaximierung betreiben und diese Vorgangsweise ist nicht akzeptabel.

Validierungen

Neuerdings gibt es eine Unterscheidung in Grundkalibrierung und Validierung. Erstere umfasst eine „Validierung“ der Messung, zweitere die gesamte Analysenprozedur. Einerseits ist diese Vorgangsweise zwar verständlich, andererseits ist sie dann völlig unmöglich, wenn man eine Vielzahl an unterschiedlichsten Probenarten analysiert, denn in diesem Fall würden die Validierungen nur noch zum Selbstzweck und Jahre dauern. Aus Sicht des Autors sollte man sich hier darauf zurückziehen, dass man die „Grundkalibrierung“ und ggf. die Validierung in einer – möglichst schwierigen – Matrix durchführt und die Richtigkeit der Methode anhand anderer Methoden beweist, wie z.B.:

- Ringversuche
- zertifizierte Materialien
- Kontrollproben
- Dotierungen

Je mehr solcher Beweise man für verschiedenste Probenarten vorzeigen kann, desto eher muss der Auditor dann auch akzeptieren, dass man die Analysen auch in Matrizes kann, für die keine aktuelle Validierung vorweisbar ist.

Nach Ansicht des Autors geht hier die Definition vollkommen am ursprünglichen Zweck der Validierung vorbei, nämlich die Grundzüge des Verfahrens kennenzulernen, insbesondere Linearität, Nachweisgrenze, Bestimmungsgrenze u.ä, speziell wenn man neue Verfahren anwendet.

Bewertung von Ringversuchen

Die Norm sieht eine sukzessive Bewertung von Ringversuchen durch die dafür verantwortliche Person inklusive Folgemaßnahmen, wenn erforderlich, vor. Das kann auf dem Papier aber auch in Form einer geeigneten Datenbank erfolgen.

Umgang mit den Auditoren

Ein Auditor sollte einige Eigenschaften aufweisen, die ihn als einen guten Auditor klassifizieren. Das sind speziell Eigenschaften wie

- Freundlichkeit
- Ruhe
- Diskussionsbereitschaft
- fachliche Kompetenz
- Bestimmtheit
- Integrität und vertrauliche Behandlung dessen, was er im Rahmen des Verfahrens kennenlernt
- etc.

Nun ist es schwierig, Personen zu finden, die alle diese Eigenschaften aufweisen. Zumindest Aggressivität hat jedoch bei einem Audit nichts verloren und sollte ein derartiges Verhalten an den Tag gelegt werden, so soll man sich nicht scheuen, den Sachverständigen auch darauf hinzuweisen. Sollte sich herausstellen, dass die Sicht des Auditors falsch ist oder zumindest von der eigenen abweicht, so kann man auch den betreffenden Punkt offen lassen und die entsprechende Entscheidung dem Akkreditierungsbeirat überlassen. So wurde z.B. einem Labor von einem Sachverständigen mitgeteilt, dass Normen nicht akkreditierbar sind. Dieses hat darauf hin die Normen gestrichen. Beim nächsten Audit wurden sie gefragt, warum keine Normen vorhanden sind und sie wurden auf Anraten des Auditors wieder aufgenommen. Fakt ist, dass die Akkreditierungsstelle gerade Normen im Umfang gerne sieht. Beispiele wie diese gibt es viele, es braucht aber Mut seitens der überprüften Stelle, ihre Meinung auch zu vertreten.

Autor

Mag. Edmund BENETKA, ARC Seibersdorf research GmbH, Chemische Analytik; A-2444 SEIBERSDORF, e-mail: edmund.benetka@arcs.ac.at

Anabolikaverunreinigungen in Sportnahrung

EDMUND BENETKA

Sportnahrung als Dopingfalle

In den Neunzigerjahren traten erstmals Verunreinigungen von Sportnahrung mit Prohormonen, die zur Substanzklasse der anabolen Steroide zuzurechnen sind, auf. Zu diesem Zeitpunkt dürfte die Produktion solcher Substanzen zu medizinischen Zwecken begonnen haben, denn davor traten solche Verunreinigungen nicht auf, bzw. wurden nicht als solche erkannt. Im Seibersdorfer Dopingkontroll-Labor wurde vor einigen Jahren eine diesbezügliche Studie durchgeführt. Es wurden 54 Proben analysiert, davon

- 46 aus Sportnahrungsgeschäften
- 5 aus Apotheken
- 3 von einem Fachverband

22% dieser Produkte wiesen Verunreinigungen mit Prohormonen auf. Eine groß angelegte Studie des Dopingkontroll-Labors der Sporthochschule Köln (634 Produkte aus 215 Firmen und 15 Ländern) ergab ebenfalls einen Kontaminationsgrad von 15%. Es gibt zwei Wege, wie es zu solchen Verunreinigungen kommen kann.

Abfüllprozesse

Auf Grund der niedrigen Konzentration (50 µg/g) von vielen dieser Verunreinigungen sowie der inhomogenen Verteilung innerhalb der Proben ist es wahrscheinlich, dass es sich in diesen Konzentrationsbereichen um Verunreinigungen aus Abfüllprozessen handelt. Das kann z.B. so zustande kommen, dass Prohormone abgefüllt und wegen unzureichender Reinigung der Maschinen in die Sportnahrung verschleppt werden. Damit ist auch die Inhomogenität der Verteilung erklärt, da der Mischungsprozess des Produktes zu diesem Zeitpunkt bereits abgeschlossen ist. Diese Art von Verunreinigung führt zu keiner Leistungssteigerung, kann aber sehr wohl zu einem positiven Dopingbefund führen.

Bewusste Beimengung

Der Handel mit Nahrungsergänzungen über Internet und Versand ist in Österreich verboten. Grund dafür ist, dass der Kunde zumindest die Möglichkeit einer persönlichen Beratung haben soll. Nichtsdestotrotz wird der Vertrieb über das Internet von manchen Firmen gehandhabt, da hier ein leichter und schneller Zugang besteht, der durch teilweise aggressive Werbung unterstützt wird. Zur Verstärkung der Wirkungsweise werden hier unseriöserweise in manchen Fällen Prohormone bewusst zugesetzt. Diese sind nun in wesentlich höheren Konzentrationen vorhanden, hier sind die anabolen Wirkungen definitiv vorhanden und die Gesundheitsgefährdung ist im Gegensatz zu echten Verunreinigungen eindeutig gegeben. Aus der Literatur sind viele Todesfälle auf Grund solcher Produkte bekannt. Erschwerend kommt noch hinzu, dass in verschleierter Form, sodass auch der Fachmann sie nur schwer erkennen kann, fallweise der Inhalt von Prohormonen angegeben wird, jedoch ganz andere Substanzen als angegeben in der Sportnahrung zu finden sind.

Als negatives Highlight ist hier ein Produkt zu nennen, dass nach erfolgter Analyse durch Einschreiten von offizieller Seite vom Markt genommen wurde. Auf dem Etikett waren Hinweise wie „1-T-Matrix“ und „AD“ vermerkt, was auf Testosteron und Androstendion schließen lässt. Beide wurden nicht im Produkt festgestellt, dafür enthielt es in rauhen Mengen Methandienon. Bei diesem handelt es sich um ein rein synthetisch hergestelltes Prohormon, das vor vielen Jahren auf Grund seiner Kanzerogenität als Medikament zurückgezogen werden musste.

Die Einnahme wurde gemeinsam mit einem zweiten Produkt ähnlicher Zusammensetzung empfohlen, wobei die Kombination der beiden Produkte sagenhafte Reaktionen im Körper auslösen sollten.

Auszug aus der Werbung für dieses Produkt:

Sie stehen unmittelbar davor, in die Zukunft der Prohormone eingeführt zu werden. Es handelt sich hierbei ohne Zweifel um die sagenhaftesten, synthetisierten Prohormonprodukte, die es je gab und die einzeln eingenommen noch in die Kategorie der Nahrungsergänzungsprodukte hineinfallen. .....die maßgeschneiderte Rezeptur verhilft ihnen zu diesem Astralkörper.

Auszug Ende.

Modell „Anabolika-freie Sportnahrung“

Nach Rücksprache mit verschiedenen Sportverbänden, die das Dopingkontroll-Labor um Unterstützung baten wurde gemeinsam mit Herstellern von Sportnahrung das Seibersdorfer Modell „Anabolika-freie Sportnahrung“ entwickelt.

Modell

- Die Sportverbände wählen aus dem Angebot Produkte aus, die für sie von Interesse sind und stellen Kontakt zum Hersteller her.
- Der Hersteller tritt diesbezüglich zwecks Analyse an das Dopingkontroll-Labor heran. Ein Direktkontakt der Produzenten ohne Einbinden von Sportverbänden ist selbstverständlich möglich, insbesondere zur Kontrolle von Produkten, die erst auf den Markt kommen sollen bzw. zur Kontrolle von Rohstoffen.
- Der Hersteller gibt eine schriftliche Qualitätserklärung ab, dass er in seinen Prozessen nicht mit Prohormonen handelt oder diese abfüllt, um die Quellen der Verunreinigungen zu minimieren (so ist die Quelle weitestgehend auf einzelne Rohstoffe eingeschränkt).
- Die Proben werden im Labor untersucht. Zusätzlich wird ein gewisser Prozentsatz direkt vom Markt beschafft und untersucht, um eine doppelte Kontrolle zu erhalten.
- Werden Anabolika gefunden, so wird das Produkt als verunreinigt an die zuständigen Behörden (dzt. Bundeskanzleramt – Sektion Sport und Gesundheitsministerium) gemeldet, um sicherzustellen, dass die kontaminierten Produkte von Markt verschwinden.
- Eine Publikation des Prüfberichtes ist untersagt, damit keine unrechtmäßige Werbung damit gemacht werden kann bzw. nicht über die Analyse eines einzelnen Produktes eine flächendeckende Kontrolle suggeriert werden kann.
- Die sauberen Produktchargen werden auf der Homepage des Dopingkontroll-Labors www.antidoping.at publiziert. Interessierte Sportverbände setzen auf ihrer Homepage einen entsprechende Link auf diese Seite.

Rahmenbedingungen

Da die Verunreinigungen bedingt durch prozesstechnische Umstände entstehen, kann sich ein Resultat immer nur auf eine Produktcharge beziehen, denn bei dem gleichen Produkt kann eine Charge verunreinigt und die nächste wieder sauber sein, je nachdem, ob die jeweilige Charge mit Prohormonen in Berührung gekommen ist, oder nicht.

Eine 100%ige Garantie gibt es leider nicht. Der Grund ist die Nachweisgrenze. Bei sehr niedrig kontaminierten Produktchargen kann es auf Grund der Inhomogenität der Verunreinigung durchaus passieren, dass eine Probe knapp über der Nachweisgrenze liegt und eine andere knapp darunter. Streuungen sogar innerhalb einer Dose eines Produktes können einen Faktor 10 und fallweise sogar mehr betragen. Je niedriger die Konzentration der Verunreinigung ist, desto geringer ist auch das Risiko für einen positiven Dopingbefund. Das Risiko der Dopingfalle für Sportler ist somit auf ein Geringstmaß minimiert, wenn er sich auf Produkte beschränkt, die auf der Homepage genannt sind.

Autor

Mag. Edmund BENETKA, ARC Seibersdorf research GmbH, Chemische Analytik; A-2444 SEIBERSDORF, e-mail: edmund.benetka@arcs.ac.at

Neben- und Spurenelemente in Fleisch und Innereien

MANFRED SAGER

Warum Multielementanalytik?

Fleisch und Innereien sind wichtige tierische Lebensmittel, deren Kontrolle u.a. der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit unterliegt. Ihre Zusammensetzung erlaubt Rückschlüsse auf die Ernährung des Menschen als Konsument, sowie über die Gesundheit der geschlachteten Tiere. Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung ist es sinnvoll, sich einen Überblick über Gesamtelementzusammensetzung der überbrachten Proben zu machen, soweit dies im Zuge einer Multielementanalyse leicht möglich ist.

Spurenelementgehalte in den Geweben erlauben im Vergleich mit sogenannten Normalwerten Aussagen über Umweltbelastungen, Fehlernährungen durch suboptimale Fütterung sowie erkrankungsbedingte Stoffwechselstörungen. Diese Normalwerte werden aus klinisch gesunden Tieren ermittelt und unterliegen zahlreichen Einflüssen. Zur Diagnose soll ein möglichst vollständiger Satz an Spurenelementen, besonders an den essentiellen, ermittelt werden, wozu nur moderne Multielementtechniken in der Lage sind. Als Gleichnis diene das Bild einer Kuppel, die von einzelnen Säulen oder einer rundumlaufenden Mauer getragen werden kann. Verändert man einen Teil der tragenden Säulen oder der Mauer, dann kann sie einstürzen; verändert man die tragenden Teile aber in einem harmonischen Verhältnis, dann kann sie an anderer Position stabil bleiben.

Während traditionellerweise nur wenige Daten erfasst werden, von denen man annimmt, dass sie wichtige Parameter sind, ist in der ganzheitlichen Betrachtungsweise von vornherein ein möglichst vollständiger Datensatz anzustreben, aus dem man dann Elementverhältnisse und Wechselwirkungen interpretieren kann. Neben Einzelelementexpositionen mit akuten oder chronischen Schäden lassen sich dann auch subtoxische Verschiebungen im gesamten Spurenelementspektrum. leichter erkennen.

Anlass der Untersuchungen

Im Zuge der Zusammenlegung analytischer Labors wurde entschieden, dass bei uns neben Futtermitteln, Düngemitteln, Pflanzen und diversen Spezialuntersuchungen auch die Spurenelemente in tierischen Lebensmitteln bestimmt werden sollen. Die Proben wurden püriert und tiefgefroren angeliefert, und waren zur Analyse von Blei und Cadmium beauftragt. Bei der Installation eines Analysenverfahrens war zu prüfen, ob die geringe Einwaage für den Druckbombenaufschluss mit Salpetersäure repräsentativ ist, oder höhere Einwaagemengen im Zuge eines offenen Nassaufschlusses mit Salpetersäure/ Perchlorsäure erforderlich sind. Da die beauftragten Elemente nachweislich inhomogen in den Proben verteilt sein können, ist zur Feststellung einer repräsentativen Einwaage eine Kenntnis der Hauptelemente erforderlich. Ferner lassen sich dadurch mögliche Störungen leichter abschätzen. Die erhaltenen Aufschlusslösungen wurden deshalb mit den für Futter- und Düngemitteln erarbeiteten Programmen in den Verdünnungen 1+4, 1+1 und unverdünnt gemessen, zuweilen auch in höherer Verdünnung; besonders für Natrium und Phosphor. wäre eine höhere Verdünnung oft notwendig. Die Durchführung mit Graphitrohr-AAS wäre mit den vorhandenen Geräten leicht möglich, aber zeitaufwändiger, gibt außerdem keine Information über andere Elementgehalte, und höhere Konzentrationen der Analyten müssten verdünnt nochmals wiederholt gemessen werden.

Weiters wurde das bisher kaum routinemäßig eingesetzte ICP-MS Gerät, das bisher ausschließlich für Zwecke des Strahlenschutzes zur Verfügung stand, verwendet, um die Ergebnisse tieferer Gehalte bei Blei und Cadmium abzusichern, und zusätzliche Werte zu liefern. Dabei wurde Rhodium als interner Standard für Zerstäubung und Ionisation verwendet, sowie Strontium als Indikator für die Probenhomogenität mitgemessen. Das Massenspektrum wird durch die Matrixelemente Phosphor und Kalium kaum beeinflusst.

Ergebnisse der Entwicklung des Analysenverfahrens

Aufschluss mit Salpetersäure /Perchlorsäure

Ausgangspunkt war der bei uns langjährig übliche Aufschluss pflanzlichen Materials. Bei diesem Aufschluss werden 1 Gramm trockene Pflanze in einen 100 ml Erlenmeyerkolben eingewogen, mit 15 ml HNO_3 und 4 ml $HClO_4$ versetzt, langsam erhitzt und schließlich abgeraucht. Dabei beginnt die Reaktion von selbst, und die Oxidationskraft der zugesetzten oxidierenden Säuren reicht aus.

Da die angelieferten Fleischproben sollen auf das Frischgewicht bezogen werden sollen, wurden 3,5 – 4,0 Gramm Probe frisch eingewogen, was einem geschätzten Trockengewicht von 1 Gramm Trockensubstanz entspricht. Die Reaktion mit Salpetersäure beginnt aber erst beim Erwärmen, und führt nach etwa 2 Stunden zu einem dunkelgelben Öl. Zusätzlicher Zusatz von H_2O_2 erwies sich als zweckmäßig, und erwies sich als effizienter zur schon mit der HNO_3 ausreagierten Probe, als vor dem Erwärmen. Da die $HClO_4$ vorerst das HNO_3- H_2O_2 Gemisch verdünnt, scheint es besser, $HClO_4$ erst eine halbe Stunde nach dem Zusatz von H_2O_2 zuzugeben.

Schließlich wurde folgende Vorgangsweise gewählt: nicht mehr als 4 g frische Probe werden in einen säuregereinigten 100 ml Erlenmeyerkolben eingewogen, mit 15 ml HNO_3 versetzt, und auf 80° erwärmt. Nach etwa 2 Stunden hat die Entwicklung von Stickoxiden nachgelassen, und es erfolgt unter Umschwenken ein Zusatz von 2 mal 0,6 ml H_2O_2. Dabei wechselt die Farbe von dunkelgelb nach zitronengelb. Die Temperatur wird auf 110° gesteigert, nach einer weiteren halben Stunde erfolgt Zusatz von 4 ml $HClO_4$, und die Probe wird langsam bei maximal 160°C abgeraucht. Sollte die Probe dunkelbraun werden, so reichte das Oxidationsmittel nicht aus, und es sind nach leichtem Abkühlen noch einige Tropfen HNO_3 zuzusetzen; beim neuerlichen Abrauchen klärt die braune Farbe langsam wieder auf, und wird schließlich farblos. Die Probe wird mit 25 ml destilliertem Wasser aufgenommen, und über ein Blaubandfilter in ein Kunststoffgefäß filtriert.

Die Blindwerte sind bei Verwendung von suprapur HNO_3 und $HClO_4$ ausreichend tief; nur bei Phosphor treten Blindwerte auf, weil Phosphorsäure dem H_2O_2 als Stabilisator zugefügt ist. Da die Fleischproben sehr hohe Phosphorgehalte haben, spielt dies keine Rolle.

Der in offenen Gefäßen mit $HNO_3/H_2O_2/HClO_4$ erzielte Aufschluss hat den Vorteil einer höheren und damit repräsentativeren Einwaage. Am ICP-OES muss er mit dem Programm „$HCLO_4$“ gemessen werden (geringere Probenaufnahmerate), da sonst einige Linien stark gelöscht werden können (z.B. Pb 220). Die Werte für Cd, Pb und Cr wurden mit dem Graphitrohr unter Einsatz von Standardaddition überprüft. Während die Ergebnisse der Linie Cr-205 gut mit den Werten aus der Graphitrohr-AAS übereinstimmten, wurde die Linie Cr-267 vermutlich wegen Störung durch die hohen Phosphatmengen zu hoch. Wegen möglicher Komplikationen mit dem Zerfallsspektrum des Perchlorats über einen weiten Massebereich wurden diese Aufschlüsse nicht zur Messung mit dem ICP-MS verwendet.

Aufschluß mit HNO_3/H_2O_2 in der Druckbombe mit Mikrowelle

Dieser Aufschluss wurde von jener Arbeitsgruppe übernommen, die bisher die Bestimmung von Blei, Cadmium und Quecksilber in Fleischproben durchgeführt hatte; glücklicherweise standen eine gleichartige Mikrowellenaufschlussapparatur mit ausreichend Probengefäßen zur Verfügung. Das angegebene Temperatur- Zeit-Programm wurde übernommen und nicht variiert. Für 0,5 Gramm Einwaage an frischer Probe reicht die angegebene Menge an Oxidationsmitteln (3,5 ml HNO_3 + 1 ml H_2O_2) aus, die Proben lösen sich rückstandsfrei.

Durch die geringe Einwaage scheinen nicht zerkleinerte Sehnen unterrepräsentiert zu sein, was Anlass zur Überprüfung mehrerer Serien mit höherer Einwaage war.

Zur Vereinfachung der Manipulation, und um Gefäßwechsel zu vermeiden, wurden abweichend von der Originalvorschrift die Aufschlusslösungen aus den Druckbombengefäßen in ein Kunststoffgefäß (mit Schnappdeckel) übergeführt und auf 10 Gramm Inhalt (auf der Waage) aufgefüllt.

1 ml dieser Aufschlusslösung wog im Mittel 1,173 ± 0,027 Gramm (14 Messungen), dh. das Probevolumen betrug im Mittel 8,525 ml.

Ermittlung der Nachweisgrenzen, Präzision und Richtigkeit für die ICP-OES

Zur Ermittlung der bestmöglichen Nachweisgrenzen wurde das Analysensignal relativ zu Wasser von realen Blindwertpaaren aus den verschiedenen Serien herangezogen, davon die Wiederholstandardabweichung berechnet, und das doppelte davon auf die hypothetische Einwaage 4g/25 ml bzw. 0,5g/8,525 ml umgerechnet. Bedingt durch das ungünstigere Einwaage- Volumen Verhältnis liegen die Werte vieler Spurenelemente für die Kombination ICP-OES mit dem Bombenaufschluss an oder unter der Nachweisgrenze. Dabei gehen aber auch die unterschiedlichen Eigenschaften des Gefäßmaterials und der Manipulationen ein, sodass die realen Nachweisgrenzen nicht einfach ineinander umgerechnet werden können.

Das ungünstigere Einwaage/ Volumen Verhältnis beim Druckbombenaufschluss erbrachte schlechtere Nachweisgrenzen für As, Cd, Co, Cu, Mn, Mo, Pb, und Zn. Die im Falle des Blei geforderte Überprüfung des Grenzwertes von 0,2 mg/kg kann mit durch Kombination Druckaufschluss mit ICP-OES nicht durchgeführt werden. Umgekehrt führte das Arbeiten in geschlossenen Teflongefäßen zu einer Verbesserung bei Cr und Ni.

Aus der Untersuchung von Innereien 1999 standen noch eine Reihe gefriergetrockneter und homogenisierter Proben von ca. ¼ kg zur Verfügung. Davon wurden eine Schweineleber und eine Rinderleber ausgewählt, und als Kontrollprobe mitlaufen gelassen. Die Kontrollproben wurden zusammen mit den Blindwerten vom Tag mit dem ICP –OES gemessen. Die Streuung der mitlaufenden Kontrollproben „Schweineleber" und „Rinderleber", erhalten aus der Einwaage von 1g bzw. 0,3 g gefriergetrockneter Probe zeigt, dass der Druckaufschluss trotz der geringeren Einwaage keinesfalls schlechter ist, soweit die Nachweisstärke des ICP-OES ausreicht, d.h. die Probenhomogenität war für die geringere Einwaage gewährleistet (Tabelle 1). Bei Al, Ba, Cr und Na streuten die (vergleichsweise tiefen) Werte für die realen Proben nach Aufschluss im Glas deutlich mehr. Etwas P ist im H_2O_2 enthalten.

Tabelle 1: Nachweisgrenzen des ICP-OES aus der Wiederholstandardabweichung von 8 Wertepaaren unverdünnt gemessener realer Blindwerte, auf die hypothetische Einwaage 4g/25ml bzw. 0,5g/ 8,525ml umgerechnet, sowie die Streuung der jeweiligen Kontrollprobe

	F245 Schweineleber - 17 Werte Perchlorsäureaufschluß - ICP-OES			F398 Rinderleber - 17 Werte Druckaufschluß - ICP-OES		
	Mittel	Stabw	NWG	Mittel	Stabw	NWG
Al	**1,99**	*3,08*	0,28	**< 0,9**	*< 0,9*	0,88
Ba	**0,45**	*1,15*	0,16	**0,036**	*0,010*	0,017
Be	**< 0,0008**	*0,0014*	0,0008	**0,0124**	*0,0031*	0,0010
Ca	**140,0**	*14,8*	7,0	**118,1**	*10,9*	10,7
Cd	**0,054**	*0,008*	0,001	**0,813**	*0,056*	0,006
Co	**0,053**	*0,012*	0,0042	**0,134**	*0,021*	0,052
Cr	**0,154**	*0,075*	0,032	**0,346**	*0,074*	0,01
Cu	**62,3**	*4,8*	0,0121	**66,8**	*7,1*	0,03
Fe	**293,4**	*17,7*	0,079	**162,3**	*5,1*	2,08
K	**8495**	*539*	0,43	**9628**	*333*	0,6
Li	**0,0053**	*0,0017*	0,0006	**0,0102**	*0,0008*	0,001
Mg	**515**	*29*	0,054	**521**	*20*	1,91
Mn	**7,11**	*0,58*	0,03	**7,58**	*0,41*	0,083
Mo	**3,30**	*0,40*	0,004	**3,49**	*0,24*	0,018
Na	**2026**	*215*	0,75	**1826**	*57*	0,57
Ni	**0,324**	*0,093*	0,015	**0,245**	*0,055*	0,044
P	**nicht best.**		4,71	**10787**	*540*	1,59
Pb	**0,041**	*0,073*	0,034	**0,170**	*0,162*	0,072
Sr	**0,041**	*0,027*	0,005	**0,076**	*0,010*	0,008
V	**0,032**	*0,019*	0,0081	**< 0,006**	*0,003*	0,006
Zn	**251,9**	*16,8*	0,15	**114,0**	*5,1*	0,52

Zur Kontrolle der Richtigkeit des Verfahrens wurden der Wiedererhalt von Multi-Elementkalibrationsstandard (enthaltend Al, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Li, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn) zur Aufschlusslösung,, sowie von As-Cd-Pb vor dem Aufschluss überprüft. Auch beim offenen Aufschluss wäre Arsen bei der gewählten Vorgangsweise nicht flüchtig. Schließlich wurde das international zertifizierte Referenzmaterial NBS 1566a „Oyster Tissue" mit aufgeschlossen, welches viele Elemente stark angereichert enthält. Sämtliche Ergebnisse waren sehr zufriedenstellend.

Analysendaten

Da der Platz in diesem Heft nicht ausreicht, werden die Analysendaten als Poster präsentiert und möglicherweise getrennt publiziert.

Während Blei in Leber und Nieren sowie Pferdefleisch etwa normalverteilt war, traten bei es bei Rotwild- und Wildschweinfleisch einzelne atypisch hohe Werte auf, die durch bis zu 6-fach Bestimmung abgesichert wurden. Umgekehrt war Cadmium im Fleisch normalverteilt, und zeigte zuweilen in Schafleber und Schafniere (Schaf + Lamm) hohe Werte. Deutliche Unterschiede könnten sich zwischen Hühnernieren und Putennieren (= Geflügelniere) ergeben, jedoch war die Probenzahl gering. Die höheren Gehalte in Rindernieren sind bekannt und entsprechen dem höheren Alter bei der Schlachtung. Die Bereiche für die Hauptelemente für Pferdefleisch und Rotwildfleisch, sowie auch die Elementverhältnisse Na/K und Ca/Mg unterschieden sich nicht. Es sind ja auch Pflanzenfresser mit ähnlicher Ernährung, und bewegen sich vermutlich ausreichend. Die Bereiche für die Hauptelemente in Geflügelleber, Rinderleber und Schweineleber sowie auch die Na/K und Ca/Mg Verhältnisse darin überlappen sich. Der Konzentrationsbereich für Schweineleber scheint weiter gestreut zu sein. Bei Nieren fällt der größere Schwankungsbereich auf, insbesondere bei Na und Ca. Obwohl auch hier alle Bereiche überlappen, enthalten Rinderniere und Schweineniere im Median weniger Ca als Geflügel- und Schafsniere.

Obwohl die als essentiell bekannten Elemente stark durch den Metabolismus geregelt sein sollten, schwankt ihr Konzentrationsbereich, besonders beim Rotwildfleisch, was auf unterschiedliches Alter oder auf ein weitergestreutes Nahrungsspektrum zurückzuführen sein könnte; die Pferde sind vermutlich alle beim Schlachten gleich alt. Rotwildfleisch hat deutlich mehr Mangan, und auch etwas mehr Kupfer. Das Pferdefleisch hatte mehr Zink. Die Nachweisstärke der ICP-OES reichte für die Bestimmung von Co und Mo in Muskelfleisch nicht aus.

Die Leber als Entgiftungsorgan könnte ein Ziel für die nicht- essentiellen Spuren sein. Gegenüber dem Muskelfleisch durchwegs angereichert waren jedoch nur Cd und Ni, nicht jedoch Al, Be, Ba, Li, Sr, Cr und Pb. Der große Konzentrationsbereich beim Cd in Geflügelleber erklärt sich durch den höheren Gehalt in Puten als in Hühnern, jedoch wäre zu einer definitiven Aussage eine höhere Probezahl nötig gewesen. Pb, Cr, Be und Ba waren in den Leberproben überwiegend unter der Nachweisgrenze. Ni, Li und Sr waren größtenteils messbar und normalverteilt. Überraschenderweise war Li in Rinderleber höher, Ni in Schweineleber höher, und Sr in Geflügelleber höher. Im Gegensatz zur Tabelle 2 sind in Tabelle 10 jene Cd- Werte dargestellt, die aus ICP-OES Messungen erhalten wurden, um auch das Verhältnis Zn/Cd bilden zu können. Das Zn/Cd Verhältnis in Leber ist etwas variabler als das geologische, welches sich im Bereich 300 – 1000 bewegt.

Beim Blei traten bei Rotwild- und Wildschweinfleisch einzelne atypisch hohe Werte auf, und bei Cadmium in Schafleber und Schafniere, was sicher der Grund für die Beauftragung der Analysen war. In der Zusammensetzung an Hauptelementen unterschieden sich die untersuchten Fleischsorten, Lebersorten und Nierensorten voneinander nicht signifikant, sodaß auch Korrelationsanalysen und Faktorenanalysen, nach Matrices getrennt, vernünftig durchführbar schienen. Cd und Pb korrelierten miteinander nicht oder kaum, und scheinen somit keine gemeinsame Quelle zu haben. Essentielle oder supplementierte Elemente sind häufig im selben Faktor, aber nie alle zusammen. wie Cu-Zn. Die Spurenelementversorung des Menschen aus den untersuchten tierischen Lebensmitteln ist nur bei Zink und Molybdän gewährleistet, bei Magnesium, Kupfer, Cobalt und Mangan aber nicht.

Die gefundenen Werte wurden tabelliert und mit Daten aus Schweden, Spanien, Polen, Kanada, den USA, Australien, Syrien und Saudi Arabien verglichen, sowie mit immissionsbelasteten Proben aus der Slowakei. Die Gehalte sind vergleichsweise tief, nur die schwedischen liegen meist unter den österreichischen. In Nordamerika sind besonders Arsen, Kupfer und Zinkwerte zuweilen höher, was vermutlich fütterungsbedingt ist.

Autor

Univ. Doz. Dr. Manfred SAGER, AGES, Kompetenzzentrum Elemente, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: manfred.sager@ages.at

Klimawandel: Neue Unkräuter in Österreich

Ambrosie, Samtpappel, Erdmandelgras

SABINE FERTSAK

Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen kommt es immer wieder zum Auftreten neuer Unkrautarten durch die natürliche Ausbreitung, aber auch durch Einschleppung über Saatguttransporte, (Acker-) geräte etc. Je nach Standortbedingungen verschwinden viele dieser Arten bald wieder, einige können sich jedoch etablieren und rasch ausbreiten. Die im Folgenden beschriebenen Arten treten durch die nunmehr wärmeren klimatischen Bedingungen auch in Österreich konkurrenzstark in Erscheinung und verursachen durch teilweise unzureichende Bekämpfungsmöglichkeiten Erntebehinderungen bis hin zu erheblichen Ertragsverlusten und Qualitätseinbußen.

Ambrosie (Ambrosia artemisiifolia L.)

Beschreibung: Beifußblättrige Ambrosie, Traubenkraut oder Ragweed gehört zur Familie der Korbblütler (Compositae), ist einjährig, wird 20 bis 150 cm, stellenweise bis 2 m hoch. Die Keimblätter sind keulenförmig, der Stängel aufrecht und dicht behaart, die Laubblätter kurz gestielt, beifußähnlich fiederspaltig eingeschnitten und unterseits graugrün behaart.

Die Ambrosie blüht im Kurztag von Ende Juli bis zum ersten Frost mit hellgelben, halbkugeligen, an einer Ähre sitzenden Köpfchen bestehend aus jeweils 10-15 männlichen Blüten. Die wenigen weiblichen Blüten sind einzeln von einer mit einem Kranz von sechs Zähnen versehenen Hülle eingeschlossen und in den Achseln der obersten Blätter angeordnet. Die Ambrosie vermehrt sich ausschließlich über Samen, die ca. 2 mm lang sind und im Boden bis zu 30 Jahren keimfähig bleiben. Eine Pflanze bildet ca. 3000 Samen.

Verwechslungsmöglichkeiten bestehen im Jugendstadium mit dem Zweizahn (Bidens tripartita) und später mit dem Beifuß (Artemisia vulgaris).

Unkraut und Allergiepflanze: Die Ambrosie stammt aus Nordamerika und wurde Mitte des 19. Jhs. mit Saatgut (Klee, Getreide, Kartoffeln) nach Europa eingeschleppt. Aus der Ukraine, Rumänien, der Slowakei, Slowenien, Kroatien, Norditalien, der Schweiz und dem Rhonetal in Frankreich wird ihr Vorkommen gemeldet. Vor allem in Ungarn hat sich die Ambrosie zu einem weit verbreiteten Unkraut in Mais-, Sonnenblumen-, Sojabohnen- und Stoppelfeldern entwickelt, fast 400 000 ha sind betroffen. In Österreich breitet sich die Ambrosie aus Ungarn und Slowenien einwandernd relativ rasch im Seewinkel und in der Südsteiermark, v.a. im Bezirk Bad Radkersburg aus.

Das Traubenkraut ist ein Wärmekeimer, die optimale Keimtemperatur liegt bei 20 bis 30 °C. Es läuft im späten Frühjahr innerhalb kurzer Zeit auf und hat eine zügige Jungendentwicklung. Mit einem raschen (Wurzel-) Wachstum ist die Ambrosie nicht nur an warme, trockene Ruderalstandorte angepasst, sondern auch auf trockenen Ackerstandorten konkurrenzstark.

Als Windblütler erzeugt die Pflanze reichlich Pollen, der vom Wind über große Entfernungen vertragen wird. Als aggressives Allergen wirkt er dreimal stärker als Gräserpollen und führt häufig zu asthmatischen Beschwerden.

Bekämpfung: Um den Pollendruck zu mindern und den Aufbau einer Samenbank im Boden zu verhindern, sollten Einzelpflanzen auf jeden Fall vor der Blüte entfernt und vernichtet werden.

Die chemische Bekämpfung wird durch die über mehrere Wochen dauernde Auflaufperiode der Ambrosie erschwert. Auch mit sehr guten Kontaktmitteln ist nur ein kurzfristiger Bekämpfungserfolg erzielbar, durch den Einsatz von bodenwirksamen Herbiziden können – bei genügender Bodenfeuchtigkeit – auch später auflaufende Pflanzen erfasst werden. In Mais zeigen Primisulfuron, Terbuthylazin, Bromoxynil und Dicamba eine gute Bekämpfungswirkung. In Getreide kann die Ambrosie mit den Wuchsstoffen Fluroxypyr, MCPP, Dicamba+MCPA gut kontrolliert werden. Glyphosate erwies sich auch im 8-Blatt-Stadium der Ambrosie noch zu 100 % wirksam.

Um eine weitere Ausbreitung der Ambrosie einzudämmen, sollten unbedingt auch Ruderalstandorte regelmäßig kontrolliert werden. Im Fall des Auftretens kann durch Abmähen der Flächen vor der Blüte der Pflanze das Aussamen verhindert werden.

Samtpappel (Abutilon theophrasti MED.)

Beschreibung: Die Samtpappel oder Lindenblättrige Schönmalve zählt zur Familie der Malvengewächse (Malvaceae), ist sommereinjährig und wird in Österreich bis zu 2 m hoch. Die Keimblätter sind lang gestielt und herzförmig, die Laubblätter sind groß (bis 15 cm Durchmesser) und den Lindenblättern ähnlich. Die gesamte Pflanze ist samtartig behaart. Abutilon blüht von Juni bis August mit gelben Blüten in den oberen Blattachseln und bildet becherartige, mit spitzen Kelchzipfeln versehene Kapseln, die 2 - 3 mm große, dunkle, herzförmige, abgeplattete Samen beinhalten.

Nutzpflanze und Unkraut: Die Samtpappel stammt ursprünglich aus Asien, wo sie als Faser- und Heilpflanze kultiviert wurde („Chinesische Jute", „Chinesischer Hanf"). Über Vorderasien erfolgte die Verbreitung bis zu den Balkanländern und nach Ungarn und Italien. In Nordafrika und Australien wurde sie stellenweise eingebürgert ebenso wie in Mitteleuropa, wo sie als Zier- und Heilpflanze angebaut wurde, vereinzelt verwilderte und sich dann als Unkraut auf feuchten, nährstoffreichen Standorten etablierte.

Nach Nordamerika wurde die Samtpappel zur Fasergewinnung eingeführt, sie konnte sich dort als Kulturpflanze allerdings nicht behaupten. Im Laufe der Zeit entwickelte sie sich zu einem ernsthaften Problemunkraut in Mais-, Soja-, Sorghum- und Baumwollkulturen, besonders im Süd- und Mittelteil der Vereinigten Staaten. Im Jahr 2000 fiel die Samtpappel erstmals in Sachsen/BRD als Ackerunkraut in Zuckerrübenfeldern auf.

In Österreich wurden erst in den 80er Jahren Vorkommen der Samtpappel in Maiskulturen im Burgenland und in Niederösterreich gemeldet. Seit Ende der 90er Jahre hat sich die Samtpappel auch in der Steiermark und in Kärnten stellenweise als Unkraut in Ackerflächen etabliert.

In Äckern ist das erstmalige Auftreten der Samtpappel oft nach dem Anbau von Zwischenfrüchten wie z.B. Gelbsenf zu beobachten. Ursache ist erwiesenermaßen verunreinigtes Zwischenfruchtsaatgut aus südosteuropäischen Ländern. Ein weiterer Eintragspfad sind (Geflügel-)Futtermittel. Die Samen besitzen eine harte, für Wasser, Lösungen und Gase nahezu undurchdringbare Schale und überstehen somit die Darmpassage unbeschadet. Mit Gülle bzw. Stallmist, insbesondere Hühnermist, werden die Samen dann auf die Äcker ausgebracht.

Bekämpfung: Folgende Eigenschaften der Samtpappel bereiten dabei Probleme:

Die Vermehrung erfolgt ausschließlich über Samen. Unter optimalen Bedingungen bildet eine Pflanze über 2000 Samen, die bis zu 50 Jahre im Boden lebensfähig bleiben und damit die Ausbreitung der Samtpappel in der Zeit ermöglichen.

Die Samtpappel läuft über einen längeren Zeitraum auf, da die Samen eine ausgeprägte Dormanz besitzen und in Bodentiefen bis zu 15 cm keimen können. Verstärktes Auflaufen ist nach Regenperioden nach vorhergehender Trockenheit zu beobachten. Für die Bekämpfung sind deshalb Wirkstoffe bzw. Wirkstoffkombinationen mit Bodenwirkung (ausreichende Bodenfeuchte bei der Applikation ist wichtig!) zu empfehlen, die auch später keimende Pflanzen noch erfassen. Dennoch ist oft nur ein Teilerfolg erzielbar.

Im späten Frühjahr läuft die Samtpappel als wärmeliebende Art sehr rasch auf, zeigt – insbesondere in Kulturen mit langsamer Jugendentwicklung wie z.B. Mais und Zuckerrübe – ein zügiges vegetatives Spross- und Wurzelwachstum, das zur Unterdrückung der Kulturpflanzen und damit zu enormen Erntebehinderungen, Ertragsausfällen und Qualitätseinbußen führt.

Das Vorkommen triazinresistenter Biotypen schränkt die Herbizidauswahl bei der chemischen Bekämpfung ein.

Mechanische Bekämpfungsverfahren führen nur bei beginnendem Befall mit wenigen Pflanzen und bei Einsatz im frühen Jugendstadium zu guten Bekämpfungsergebnissen. Zur chemischen Bekämpfung sind folgende Wirkstoffe geeignet: Bentazone + Pendimethalin, Bromoxynil, Dicamba, Foramsulfuron, Metolachlor, Metribuzin, Oxyfluorfen, Pyridate, Triketone und 2,4-D. In Mais und

Leguminosen kann mit den genannten Wirkstoffen ein ausreichender Bekämpfungserfolg erzielt werden. In Zuckerrübe sind hingegen die herkömmlichen Herbizide wenig wirksam.

Als Maßnahme gegen die weitere Ausbreitung sollten die Einschleppungswege (Saatgut, Futtermitteln) sowie die Kulturpflanzenbestände v.a. Mais, Zuckerrüben, Zwischenfrüchte regelmäßig kontrolliert werden. Einzelpflanzen müssen unbedingt vor der Blüte entfernt werden.

Erdmandelgras (Cyperus esculentus L.)

Beschreibung: Die Chufanuss, Tigernuss oder das gelbes Nussgras gehört zur Familie der Sauergräser (Cyperaceae), ist ausdauernd und wird 20 – 50 cm hoch. Die dreizeilig angeordneten Blätter haben eine deutlich ausgeprägte Mittelrinne. Die Erdmandel blüht mit Dolden von August bis September. Typisches Erkennungsmerkmal sind die unterirdischen Knöllchen, die einen mandelartigen Geschmack haben und namensgebend sind (esculentus, lat. essbar). Verwechslungsmöglichkeiten bestehen mit dem Knollenzyperngras (Cyperus rotundus) sowie mit anderen Sauergräsern wie z.B. Seggen (Carex-Arten).

Vermehrung: Unter mitteleuropäischen Klimabedingungen erfolgt die Vermehrung des Erdmandelgrases vorwiegend vegetativ. Knollen, Basalbulben, Rhizome und Wurzeln bilden die unterirdischen Teile der Pflanze. Im Frühjahr, ab einer Bodentemperatur von ca. 10 °C, treiben die Knollen aus und bilden in der Folge die Mutterpflanze. Gleichzeitig findet die vegetative Vermehrung durch Rhizomwachstum und Bildung von Tochterpflanzen statt. Gegen Ende der Vegetationsperiode entwickeln sich die Spitzen der Rhizome zu 1 - 2 cm großen Knollen (Erdmandeln), die Überdauerungsorgane darstellen und Temperaturen bis zu – 15 °C überstehen können. Es werden durchschnittlich 500 - 600 Knöllchen pro Knolle gebildet! Bei Trockenheit gehen die Knollen in Dormanz über und können bis zu 10 Jahre im Boden überdauern.

Nutzpflanze: Die Heimat liegt im tropischen Ostafrika. In China und Ägypten wurde das Erdmandelgras bereits vor mehreren 1000 Jahren zu Nahrungszwecken kultiviert, mit den Arabern kam es nach Südeuropa. In der Region um Valencia/Spanien wird heute noch aus den Knollen ein typisches Getränk, "Horchata" (Erdmandelmilch), erzeugt. In westafrikanischen Ländern sowie in Brasilien und Ostindien werden die Knöllchen als Gemüse, Futtermittel und Fischköder, das Öl für Speise- oder industrielle Zwecke, die Stärke in der Lebensmittel- und Kosmetikindustrie und die Blätter als Futtermittel verwendet.

Unkraut: Cyperus esculentus zählt weltweit zu den unangenehmsten Unkräutern in tropischen und subtropischen Kulturen (Reis, Baumwolle, Erdnuss). Seit Anfang der 90er Jahre des 20. Jhs. bereitet die Erdmandel auch in Italien, Frankreich und den Benelux-Ländern in Hackfrüchten und Blumenzwiebelkulturen lokal große Probleme. In der Schweiz und in Deutschland ist es bereits als Unkraut aufgetreten. In Österreich wurde das Erdmandelgras Ende der 80erJahre erstmals in Kärnten beobachtet. Innerhalb von drei Jahren hat es sich ausgehend von nur einer Befallsstelle auf nunmehr über 80 ha ausgedehnt. Seit einigen Jahren werden auch in der Weststeiermark und vereinzelt in der Süd- und Oststeiermark Fundstellen gemeldet.

Als wärme- und lichtbedürftige Pflanze (C4-Stoffwechsel in Anpassung an sub/tropische Klimate) findet die Erdmandel v.a. in Hackfrüchten mit ihren großen Reihenabständen und spätem Bestandesschluss optimale Entwicklungsbedingungen und verursacht durch ihr Massenwachstum Ertrags- und auch Qualitätseinbußen, wenn z.B. die Rhizome Kartoffelknollen durchwachsen.

Die Knöllchen vermehren sich außerordentlich rasch und werden durch Bodenbearbeitungsgeräte und mittels Profil der Traktorreifen verbreitet. Untersuchungen aus North Carolina (USA) berichten über *Cyperus esculentus* als Wirt für *Sclerotinia minor*.

Bekämpfung: Einzelpflanzen sollten auf jeden Fall händisch ausgegraben und vernichtet werden, um den Aufbau einer „Knöllchenbank“ im Boden zu verhindern. Im Rahmen der Fruchtfolge sollten Kulturen mit raschem Bestandesschluss, intensiver Beschattung und langer Vegetationsdauer angebaut werden, um die Knöllchenproduktion zu verringern. Bracheflächen müssen regelmäßig kontrolliert werden, da hier die höchste Erdmandelproduktion erfolgt.

In Spanien werden die Knöllchen mit Rodegeräten an der Bodenoberfläche abgelegt, an der Sonne getrocknet, anschließend eingesammelt und verbrannt. Bei mehrmaliger Wiederholung des Vorganges wird eine Reduktion des Knöllchenbesatzes von 80-85 % erreicht.

Eine nachhaltige Bekämpfung des Erdmandelgrases durch eine einmalige Herbizidapplikation ist derzeit in keiner Kultur möglich. Da bei der Bildung des ersten Triebes die Knolle 60 % ihres Trockengewichtes verbraucht, ist dieser Zeitpunkt für die Bekämpfung wichtig. Folgende Wirkstoffe bzw. Wirkstoffkombinationen sind geeignet: Glyphosate + ALS-Hemmer, Bentazone + Terbuthylazin, Dichlobenil, Mesotrione sowie Sulfonylharnstoffe. Bei massivem Auftreten ist eine mehrmalige intensive Flächenbehandlung mit anschließender Punktbekämpfung der übrig gebliebenen Pflanzen mit einem Totalherbizid zu empfehlen.

Die Wirkstoffe Linuron und Simazine sowie Phenmedipham, Desmedipham und MCPA eignen sich nicht zur Bekämpfung, da diese in der Erdmandelkultur selbst als Herbizide eingesetzt werden.

Zusammenfassung

Die nach Österreich eingeschleppten bzw. einwandernden Arten Ambrosia artemisiifolia, Abutilon theophrasti und Cyperus esculentus zeigen als wärmeliebende Unkräuter bei wärmeren klimatischen Bedingungen einen deutlichen Entwicklungsvorsprung insbesondere gegenüber spät keimenden, langsam auflaufenden Kulturen mit langer Jugendentwicklung und spätem Reihenschluss (z.B. Hackfrüchte). Stehen keine wirksamen Bekämpfungsverfahren zur Verfügung, führt die starke Konkurrenz zu erheblichen Erntebehinderungen, Ertragsverlusten und Qualitätseinbußen. Langfristig wird der Samen- bzw. Knöllchenvorrat im Boden aufgefüllt und dadurch die Ausbreitung der Unkrautarten in der Zeit gesichert. Die regelmäßige Kontrolle der Kulturpflanzenbestände, aber auch der Ruderlastandorte ist daher von größter Bedeutung.

Literatur

HANF, M.: Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München – Wien – Zürich 1999.

HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bände II, V/1, VI/1, Verlag A. Pichlers´s Witwe und Sohn, Wien 1918.

STATTMANN, G.: Untersuchungen über Keimbiologie und Empfindlichkeit von *Abutilon theophrasti* Medicus (Lindenblättrige Schönmalve; Samtpappel). Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 1990.

Autor

DI Sabine FERTSAK, AGES, Institut für Pflanzenschutzmittelbewertung und –zulassung, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: sabine.fertsak@ages.at

Abhängigkeit der Kolbenfusariose von der Bodenkontamination mit *Fusarium* spp. und Bewirtschaftungsfaktoren

MANFRED BÜCHTER, MARC LEMMENS & HANS-PETER KAUL

Einleitung

In Österreich sowie in vielen anderen Ländern haben die unter Kolbenfusariosen zusammengefassten Pflanzenkrankheiten zugenommen. Die Erreger sind Pilze der Gattung *Fusarium*, wobei *F. graminearum, F. culmorum, F. profileratum, F. verticillioides, F. moniliforme* und *F. subglutinans* überwiegend beim Mais auftreten (ADLER et al. 1990; Doohan et al. 2003; Munkvold 2003). Sowohl bei einer Primärinfektion als auch bei einer Sekundärinfektion können *Fusarium* spp. das Getreide durch Sporen, die auf der Bodenoberfäche auf Ernterückständen produziert werden, befallen (PARRY et al. 1995). Die Krankheitsintensität (% befallene Körner mit *Fusarium* spp.) ist abhängig von den Umwelteinflüssen. Besonders die klimatischen Faktoren spielen eine bedeutende Rolle. Es ist jedoch nicht ausreichend geklärt, welche Faktoren einzelne *Fusarium*-Arten begünstigen und vor allem, welcher relative Stellenwert ihnen beizumessen ist. Ziel der vorliegenden Studie ist es, (1) ein Screening zu erstellen, das Aufschluss über die Verbreitung und Bedeutung von *Fusarium* spp. im Boden des Untersuchungsstandortes zu Vegetationsbeginn des Körnermaises gibt, sowie (2) die Einflüsse von Zwischenfrucht, Bodenbearbeitung und Bewässerung auf die Populationsstruktur von *Fusarium* spp. und deren Befallsintensität zu untersuchen. Hintergrund bildet die Hypothese, dass aufgrund des pannonischen Klimas in dieser Region keine hohen *Fusarium*-Dichten zu erwarten sind und sich dieser Standort demnach für Forschungsarbeiten zur Populationsstruktur und -dynamik von *Fusarium* eignet.

Material und Methoden

Der zugrunde liegende Feldversuch wird auf den Versuchsflächen Raasdorf der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf (Marchfeld, Niederösterreich, 156 m NN, ∅-Jahrestemperatur 9,8 °C, ∅-Jahresniederschlag 546 mm, Parabraunerde-Tschernosem, schluffiger Lehm (uL)) durchgeführt. Der Versuch (4,8 ha) wurde in einer mehrfaktoriellen Spaltanlage in drei Wiederholungen im August 2002 angelegt. Diese Studie beschränkt sich allerdings aufgrund der frühzeitigen Erhebungen auf die Faktoren Zwischenfrucht vor Mais (Winterraps, Gelbsenf), Bodenbearbeitung (Pflug, Grubber) und Bewässerung (0 mm, Σ100 mm (drei Gaben: Mitte Juni, Anfang u. Mitte Juli)). Die Düngung und Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgen gemäß den „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ (BMLF). Zur Ermittlung des *Fusarium*-Befalls wurden Bodenproben (4 je Parzelle) mittels eines Stechzylinders (0 - 30 cm) zu Beginn der Vegetationsperiode des Maises am 8. Mai 2003 entnommen. Im Labor wurden diese Proben getrennt nach Mineralboden (< 2 mm) und pflanzlichem Rückstand auf *Fusarium*-Besatzdichten (Keimzahl g^{-1} Boden bzw. g^{-1} pflanzlichen Rückstand) (SINGLETON et al. 1992) und *Fusarium*-Arten (NIRENBERG 1981) untersucht. Ebenso wurde die Befallsintensität (% befallene Körner mit *Fusarium* spp.) und der Befallsanteil der verschiedenen *Fusarium*-Arten (% der Fläche vom infizierten Kolben) von den Maiskolben mit sichtbarer Infektion zur Ernte bestimmt (NIRENBERG 1981; NELSON et al. 1983).

Ergebnisse

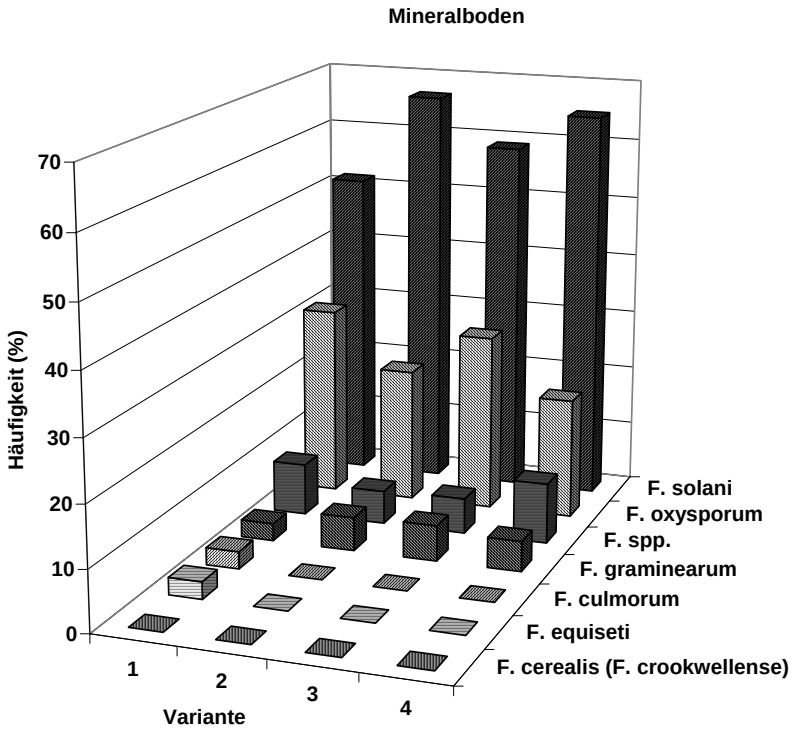
Am Untersuchungsstandort wurden substratspezifische Besatzdichten nachgewiesen. Tab. 1 zeigt den Einfluss der als Zwischenfrucht angebauten Kulturart und der Bodenbearbeitung auf die Besatzdichte in Abhängigkeit vom untersuchten Bodensubstrat (Mineralboden, pflanzlicher Rückstand). Insgesamt

Tab. 1: *Fusarium*-Besatzdichten der Mineralböden und der pflanzlichen Rückstände bei Aussaat von Mais.

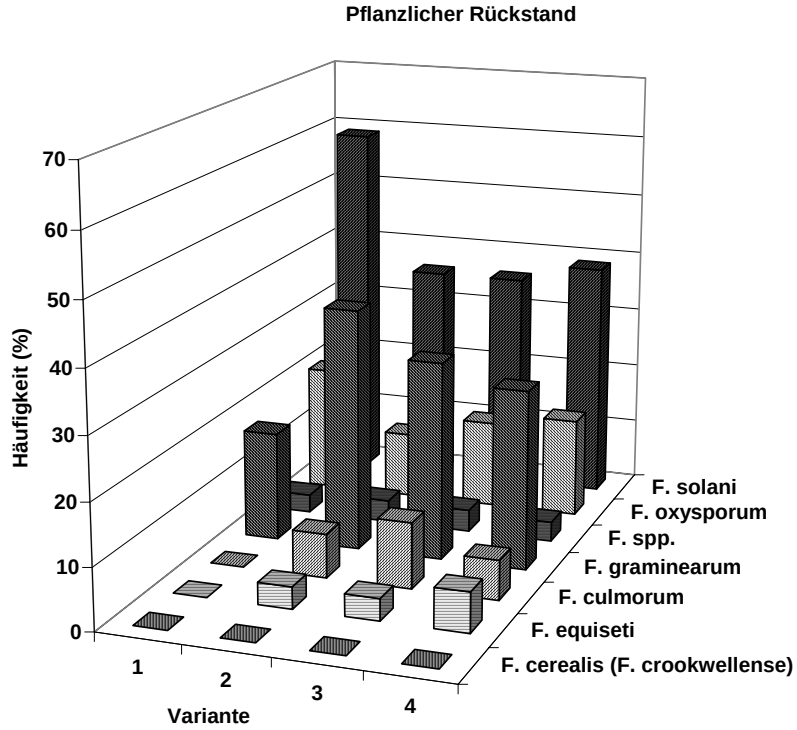
Variante	Vorfrucht 2002	Zwischen-frucht	Boden-bearbeitung	Besatzdichte (Keimzahl g^{-1} Mineralboden)	Besatzdichte (Keimzahl g^{-1} pfl. Rückstand)
1	Wintergerste	Raps	Grubber	12^{a}	4^{c}
2	Wintergerste	Senf	Grubber	10^{a}	50^{a}
3	Wintergerste	Raps	Pflug	17^{a}	16^{b}
4	Wintergerste	Senf	Pflug	15^{a}	7^{c}

(Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant. Student-Newman-Keuls-Test, $p < 0,05$)

(A)



(B)



fielen die Besatzdichten äußerst niedrig aus. Die Keimzahlen g^{-1} Boden lagen zwischen 10 und 17. Die Keimzahlen g^{-1} pflanzlichen Rückstand streuten deutlich zwischen 4 und 50. Insbesondere die Variante Grubber mit der Zwischenfrucht Gelbsenf vor dem Körnermais wies dabei eine hohe Besatzdichte auf.

Der Vergleich der *Fusarium*-Arten in Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat Mineralboden (< 2 mm) und pflanzlicher Rückstand (> 2 mm) zeigt, dass es Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung gibt (Abb. 1). So stellen im Mineralboden *F. solani* und *F. oxysporum* 70 - 80 % der gesamt vorkommenden *Fusarium*-Pilze dar (Abb. 1A). Im pflanzlichen Rückstand treten Arten wie *F. graminearum, F. culmorum* und *F. equiseti* häufiger auf (Abb. 2B).

Eine Wirkung der Zwischenfrüchte auf Befallsintensität bzw. auf den Befallsanteil von *Fusarium* spp. konnte sowohl im Bodensubstrat als auch am Maiskorn nicht beobachtet werden.

Abb. 1: *Fusarium*-Arten **(A)** im Mineralboden und **(B)** im pflanzlichen Rückstand

Tab. 2: Ergebnisse der Varianzanalysen für die Befallsintensität (% befallene Körner mit Fusarium spp.) und den Befallsanteil (% der Fläche vom infizierten Kolben).

	Befallsintensität		Befallsanteil der *Fusarium*-Arten	
Effekt	F-Wert	Pr>F ¶	F-Wert	Pr>F¶
Bodenbearbeitung (T)	9,31	0,038	9,52	0,037
Bewässerung (I)	9,31	0,038	7,71	0,050
T x I	1,92	0,238	2,38	0,198

¶ Pr>F: Überschreitungswahrscheinlichkeit

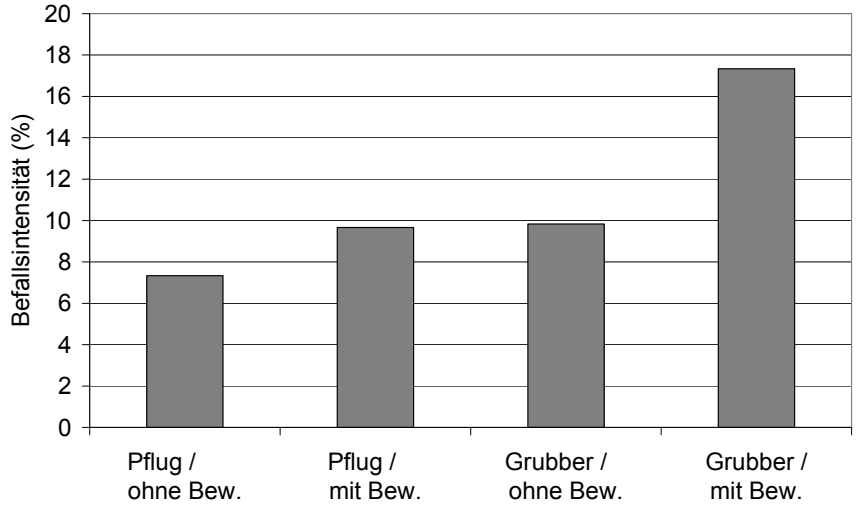


Abb. 2: Befallsintensität (% befallene Körner mit Fusarium spp.) beim Körnermais in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung und Bewässerung

Tabelle 2 zeigt den Einfluss der Bodenbearbeitung und der Bewässerung auf die Befallsintensität und die Befallsanteile der *Fusarium*-Arten am Maiskorn. Hier konnte zu Vegetationsende der Einfluss der Bodenbearbeitung und der Bewässerung auf das Vorkommen von *Fusarium*-Arten durch eine höhere Befallsintensität nachgewiesen werden (Abb. 2). Ebenso konnte der Faktor Bodenbearbeitung als signifikante Größe für den Befallsanteil der *Fusarium*-Arten am Maiskorn abgesichert werden.

Frappant widerum war, dass die im Boden nachgewiesenen *Fusarium*-Arten nur in Spuren an den Maiskörnern wieder gefunden wurden. Wesentlich höhere Befallsintensitäten in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung bzw. Bewässerung konnte vor allem die *Liseola*-Sektion nachgewiesen werden, insbesondere *F. subglutinans* und *F. proliferatum* (Abb. 3).

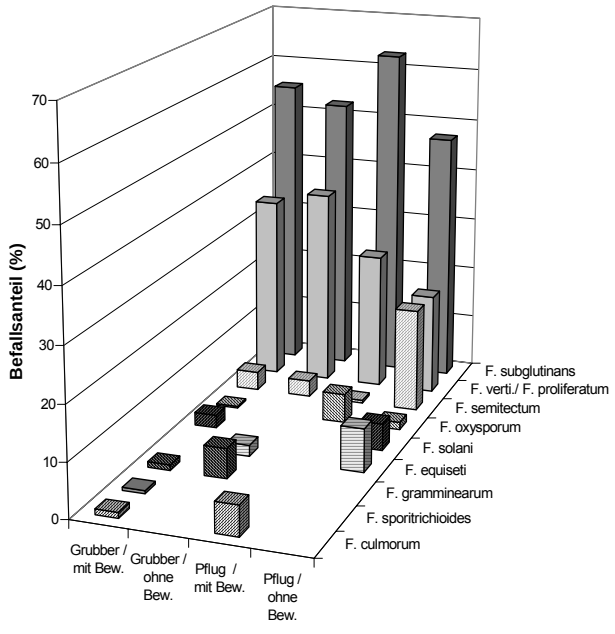


Abb. 3: *Fusarium*-Arten an den Maiskörnern

Diskussion

Fusarium-Arten kommen in allen Böden vor (Booth 1971) und gelten als Bodenbewohner mit hohem saprophytischem Konkurrenzvermögen. Durch Weizen- und Maisanbau wird ihr Vorkommen gefördert (DOMSCH et al. 1968). Am Untersuchungsstandort wurden unter dem Einfluss des pannonischen Klimas nur geringe Besatzdichten sowie Artenvorkommen im Boden bestimmt. Bei den von den Maiskörnern isolierten *Fusarium*-Arten handelt es sich hauptsächlich um Arten der *Liseola*-Sektion, welche Toxine wie Moniliformin und Fumonisine produzieren. Bei den anderen Sektionen blieb der *Fusarium*-Befall am Maiskorn latent. Diese Beobachtung spricht für ein Dominieren von Spätinfektionen, vor allem durch Maiszünslerbefall (MUNKVOLD et al. 1997; LEW et al. 1991), welcher auch im Feldversuch zu beobachten war.

Schlussfolgerung

Obwohl Fruchtfolgen allgemein ein großer Einfluss auf Kolbenfusariosen zugeschrieben wird, zeigte sich in der Untersuchung keine deutliche Beziehung zwischen *Fusarium*-Befall und Infektionspotential des Bodens bzw. der Vorfrucht. Vielmehr stellten Bodenbearbeitung und Bewässerung signifikante Einflussgrößen dar. Hinsichtlich weiterer Studien bezüglich des Einflusses von Faktoren auf Populationsstruktur und –dynamik von *Fusarium* spp. ist es erforderlich, definiert ausgebrachte *Fusarium*-Stämme zu untersuchen.

Literatur

ADLER, A., H. LEW & W. EDINGER, 1990: Vorkommen und Toxigenität von *Fusarium* auf Getreide und Mais. Bodenkultur, 41(2), 145-152.

BOOTH , C.,1971: The genus Fusarium. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 271pp.

DOMSCH, K. H., W. GAMS & E. WEBER, 1968: Der Einfluß verschiedener Vorfrüchte auf das Bodenpilzspektrum in Weizenfeldern. Z. PflErnähr. Bodenk. 119, 134-149.

DOOHAN, F. M., J. BRENNAN & B. M. COOKE, 2003: Influence of climatic factors on Fusarium species pathologic to cereals. European J. of Plant Pathology, 109, 755-768.

LEW, H., A. ADLER, W. EDINGER, W. BRODACZ, E. KIENDLER & J. HINTERHOLZER, 1991: Fusarien und ihre Toxine bei Mais in Österreich. Bodenkultur, 52(3), 199-207.

MUNKVOLD, G. P., R. L. HELLMICH & W. B. SHOWES, 1997: Reduced *Fusarium* ear rot and symptomeless infection in kernels of maize genetically engineered for European corn borer resistance. Phytopathology 87, 1071-1077.

MUNKVOLD, G. P., 2003: Epidemiology of Fusarium diseases and their mycotoxins in maize ears. European J. of Plant Pathology, 109, 705-713.

NELSON, P. E., T. A. TOUSSOUN & W. F. O. MARASAS, 1983 : Fusarium species. The Pensylvania State University Press.

NIERENBERG, H. I., 1981: A simplified method for identifying Fusarium spp. occurring on wheat. Can. J. Bot., 59, 1599-1609.

PARRY, D. W., P. JENKINSON & L. MCLEOD, 1995: Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals – a review. Plant Pathology, 44, 207-238.

SINGLETON, L. L., J. D. MIHAIL, & C. M. RUSH. 1992: Methods for research on soil-borne phytopathogenic fungi. American Phytopathological Society Press, St Paul, MN, USA. 264 pp.

Autoren

DI Dr. Manfred BÜCHTER, Prof. Dr. Hans-Peter KAUL ,Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Dep. für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 WIEN, e-mail: manfred.buechter@boku.ac.at

Dr. Marc LEMMENS, Abteilung Biotechnologie in der Pflanzenproduktion, Dep. Interuniversitäres Forschungsinstitut für Agrarbiotechnologie, Konrad Lorenz Straße 20, A-3430 TULLN

Behandlung von Maisernterückständen gegen Fusarien und DON-Gehalt von Winterweizen

ANDREAS ADLER, RICHARD ÖHLINGER, PETER HANSLMAYR, JOSEF MAYRHAUSER & H. LEW

Einleitung

Wirtschaftliche Gegebenheiten und Aspekte des Bodenschutzes führten zu einer Ausbreitung pflugloser Bodenbearbeitungsverfahren auch in der heimischen Landwirtschaft. Die pfluglose Bodenbearbeitung nach Vorfrucht Mais, insbesondere Körnermais, hat sich jedoch nach jüngsten Untersuchungen als Hauptrisikofaktor hinsichtlich der Fusarientoxinbelastung von Winterweizen erwiesen [1, 2, 3].

Das bei den pfluglosen Bestellungsverfahren auf der Bodenoberfläche verbleibende Maisstroh bildet für *Fusarium graminearum* (Hauptfruchtform *Gibberella zeae*), Hauptproduzent der Toxine Desoxynivalenol (DON) und Zearalenon, ideale Bedingungen für die Überwinterung und die nachfolgende Fruchtkörperbildung, wobei die in den Fruchtkörpern gebildeten Ascosporen bei günstiger Witterung direkt die Ähren des Weizens befallen können [3, 4, 5].

Vergleichsuntersuchungen in Bayern haben gezeigt, dass das DON-Risiko in Weizen nach Maisvorfrucht und nichtwendender Bodenbearbeitung gegenüber einer Pflugfurche um das Vier- bis Fünffache erhöht ist [2, 6]. In Versuchen mit künstlicher Inokulation konnte nach dem Einpflügen von Ernterückständen oder dem Einsatz von Kalkstickstoff eine begrenzte Reduktion von *Fusarium*-Befall und Toxingehalt im nachfolgend angebauten Winterweizen beobachtet werden [7, 8].

In der gegenständlichen Studie sollte daher untersucht werden, inwieweit durch Behandlung von Maisernterückständen mit Kalkstickstoff, Branntkalk und Gülle bei verschiedenen Verfahren der Bodenbearbeitung in Kombination mit Mulchsaat der Fusarieninfektionsdruck und damit auch eine Kontamination der Folgefrucht Winterweizen mit Desoxynivalenol reduziert werden kann.

Material und Methoden

Ein zweijähriger Feldversuch wurde als randomisierte Blockanlage in drei Wiederholungen an drei Standorten (Pennewang, OÖ; Groß Kadolz, NÖ; Kalsdorf-Ilz, Stmk) durchgeführt. Erstmals im Versuchsjahr 2001 sowie auch im Versuchsjahr 2002 wurden an diesen Standorten Maisversuchsfelder angelegt. Nach der Ernte des Körnermaises erfolgte eine standortgemäße pfluglose Bodenbearbeitung, bei der die Maisernterückstände an der Bodenoberfläche verblieben. Zum Vergleich wurde eine wendende Bodenbearbeitung der Versuchsflächen mittels Pflug durchgeführt.

Jeweils kurz vor der Aussaat des Weizens im Oktober 2001 bzw. - für das zweite Versuchsjahr - im Oktober 2002 erfolgte auch die geplante phytosanitäre Behandlung der Maisrückstände mit Kalkstickstoff (300 kg/ha), Branntkalk (2.800 kg/ha) bzw. Gülle (20 m^3/ha) in randomisierten Parzellen zu 24 × 24 m. Kurz vor der Weizenblüte im Mai 2002 sowie (für das zweite Versuchsjahr) im Mai 2003 wurden Proben aus dem am Feld verbliebenen Maisstroh gezogen. Der Weizen wurde schließlich Ende Juli 2002 geerntet, die Ernte des zweiten Versuchsjahres erfolgte an allen Standorten Mitte bis Ende Juli 2003.

Die Fusarienkeimzahlen im Maisstroh wurden auf Pepton-PCNB-Agar erfasst, wobei die Identifizierung der *Fusarium*-Isolate [9, 10] auf PDA- bzw. SNA-Agar erfolgte. Für die Untersuchung auf Fusarientoxine sowie für die Ertragsfeststellung wurde das Druschgut einer Kernzone von 16 m^2 pro Versuchparzelle herangezogen. DON wurde mittels Kapillar-GC mit ECD nach Mycosep-Säulen-Clean-up und Silylierung bestimmt [11].

Ergebnisse und Diskussion

Nach konservierender Bodenbehandlung erfolgte der Aufwuchs des Weizenbestandes im Vergleich zur Pflugvariante ungleich, magerer und etwas weniger vital in der Jugendentwicklung. Zusätzlich

wurde etwas höherer Unkrautdruck festgestellt. Diese Nachteile schlugen sich, nicht zuletzt auch in Zusammenhang mit den auftretenden Fusariosen, in tendenziell niedrigeren Ernteerträgen nieder. Von der Bodenoberfläche der pfluglos bearbeiteten Weizenparzellen wurde im Durchschnitt der zwei Versuchsjahre die 30 bis 60fache Menge Maisstroh als in der Pflugvariante am jeweiligen Standort gesammelt (vergl. Tab. 1).

Tabelle 1: Mais-Ernterückstände im Weizenbestand kurz vor der Blüte

Maisstroh 2002/03	WH	Groß Kadolz	Kalsdorf-Ilz	Pennewang
Mittelwerte (g FM / m^2)*	(n)	NÖ	Stmk	OÖ
Minimalbodenbearbeitung	48	173,2	228,9	134,4
Pflug	6	2,7	6,3	3,7

* Mittel aus zwei Versuchsjahren, 2002 und 2003 (Gramm Frischmasse je m^2)

In den Maisernterückständen wurden die *Fusarium*-Keimzahlen sowie die Zahl an *F. graminearum*-Sporen im Maisstroh ermittelt und auf die durchschnittlich vorhandene Strohmenge je m^2 Ackerfläche am jeweiligen Standort bezogen (vergl. Tab. 2).

Unabhängig von der jeweils vorgenommenen phytosanitären Behandlung wurden dabei in den nicht gepflügten Parzellen etwa 10^8 Fusariensporen bezogen auf die Menge an Maisstroh je m^2 Ackerfläche nachgewiesen. Insgesamt wurden 12 verschiedene *Fusarium*-Arten in relevanten Zahlen aus den untersuchten Maisrückständen isoliert. Unabhängig von Standort, Versuchsjahr und Behandlungsvariante erwiesen sich dabei 5 Arten (*F. equiseti, F. sporotrichioides, F. avenaceum, F. subglutinans* und *F. graminearum*) als vorherrschend, wobei Sporen von *F. subglutinans* in den absolut höchsten Zahlen nachgewiesen wurden und deren Anteil zum Teil mehr als 50% aller Isolate in einzelnen Proben ausmachte. Zusätzlich zu diesen Arten wurden *F. tricinctum* und *F. oxysporum* in maximal einem Drittel aller Proben je Standort festgestellt. Alle weiteren *Fusarium*-Arten kamen mit geringerer Häufigkeit vor.

Pflügen führte in beiden Versuchsjahren zu einer starken Reduktion der *Fusarium*-Keimzahlen, jedoch zu keiner Änderung im Spektrum der nachgewiesenen *Fusarium*-Arten. Keines der geprüften Präparate zeigte eine sanierende Wirkung hinsichtlich einer Verringerung des *F. graminearum*-Infektionspotentials. Einpflügen der Maisrückstände reduzierte dagegen die *F. graminearum*-Sporenzahl und damit das zur Verfügung stehende Inokulum in beiden Jahren etwa um den Faktor 100 (vergl. Tab. 2).

Tabelle 2: F. graminearum-Sporen in den Maisrückständen, Versuchsjahre 2002/03

F. graminearum	WH	**Groß Kadolz**		Kalsdorf-Ilz		**Pennewang**	
Mittelwerte (log KBE/m^2)*	(n)	2002	2003	2002	2003	2002	**2003**
Minimalbodenbearbeitung	24	7,4	7,1	7,0	6,8	7,5	7,4
Pflug	3	4,3	4,7	4,4	4,3	6,0	4,4
Branntkalk	6	7,5	7,1	7,1	6,9	7,4	7,5
Kalkstickstoff	6	7,5	7,0	7,2	6,8	7,5	7,3
Schweinegülle	6	7,5	7,0	6,9	6,8	7,6	7,5
Unbehandelt	6	7,2	7,1	6,9	6,7	7,4	7,3

* log KBE/m^2 = Koloniebildende Einheiten in den Mais-Ernterückständen je m^2 Ackerfläche, logarithm.

Durch den Pflug werden Ernterückstände in den Boden eingearbeitet und führen schnell zur Rotte. Wichtig ist dabei jedoch, dass eine Rotte im Boden tatsächlich stattfindet und unverrottetes Pflanzenmaterial im nächsten Jahr nicht wieder an die Bodenoberfläche gepflügt wird. Damit wäre das Problem nur um ein Jahr vertagt [3].

Die im Erntegut ermittelten DON-Gehalte (vergl. Tab. 3) ließen massive Standortunterschiede erkennen, wobei die festgestellten Toxingehalte nicht allein vom jeweils vorhandenen *Fusarium*-Infektionspotential bestimmt wurden.

Ganz entscheidend für eine *Fusarium*-Infektion im Hinblick auf die spätere DON-Konzentration im Korn ist die Witterung während der Blüh- und Kornausbildungsphase des Weizens [2, 6]. Im Jahr 2002 zeigte sich dabei das Wetter in Groß Kadolz zur Zeit der Weizenblüte trockener als an den anderen Standorten. Aus diesem Grunde dürfte ein in seinem Ausmaß vergleichbarer Infektionsdruck an *F. graminearum*-Sporen nicht wie an den anderen Standorten ebenfalls zu einer erheblichen Toxinkontamination der Körner geführt haben.

Tabelle 3: DON-Gehalt der Körner, Versuchsjahre 2002 und 2003

DON-Gehalt der Körner	WH	**Groß Kadolz**		Kalsdorf-Ilz		**Pennewang**	
Mittelwerte (mg / kg)	n	2002	2003	2002	2003	2002	**2003**
Minimalbodenbearbeitung	24	< 0,10	0,75	1,21	4,6	1,71	7,1
Pflug	3	< 0,10	0,21	0,24	1,5	0,51	3,1
Branntkalk	6	< 0,10	0,68	1,29	5,5	1,65	6,6
Kalkstickstoff	6	< 0,10	0,44	1,19	3,8	1,88	6,2
Schweinegülle	6	< 0,10	1,22	1,10	4,8	1,86	7,7
unbehandelt	6	< 0,10	0,67	1,28	4,2	1,43	7,9

Im Jahr 2003 standen bei einer gegenüber dem Vorjahr vergleichbaren, von den Maisrückständen ausgehenden Belastung mit *F. graminearum*-Sporen, teils dramatisch höhere DON-Gehalte als im Jahr 2002 gegenüber. Obwohl 2003 in den wichtigsten österreichischen Produktionsgebieten ein besonders trockenes und warmes Klima vorherrschte, war somit bei Weizen eine deutliche Mehrbelastung mit DON gegenüber dem deutlich regenreicheren Jahr 2002 zu beobachten. Dabei ist noch unklar, ob eventuell besonders günstige Witterungsbedingungen zur Blütezeit des Weizens oder ob Hitze- und Trockenheitsstress im Verlauf der Abreife im Versuchsjahr 2003 Hauptgrund für die spätere massive *Fusarium*-Infektion der Ähren und die festgestellte Toxinkontamination der Körner gewesen sein könnte.

Die DON-Gehalte waren im Weizen nach nichtwendender Bodenbearbeitung gegenüber einer Pflugfurche durchschnittlich etwa um das Dreifache erhöht (vergl. Tab. 3). Bei Weizen der Ernte 2002 erwies sich dabei kein Behandlungsverfahren, ausgenommen Pflügen, hinsichtlich einer relevanten Minderung der Toxingehalte als allgemein wirksam. In den Untersuchungsergebnissen der Ernte 2003, einem Jahr mit generell hohen DON-Gehalten, zeigte sich nach Einsatz von Kalkstickstoff bei pflugloser Bewirtschaftung eine Reduzierung der DON-Kontamination im Ausmaß von durchschnittlich etwa 22 % im Vergleich zur unbehandelten Variante.

Mit dem Einsatz von Kalkstickstoff war anscheinend befristet eine Einschränkung des Infektionsdrucks, der von den kontaminierten Ernteresten ausging, möglich, die sich jedoch nicht unmittelbar in einer Reduktion der Zahl an *F. graminearum*-Sporen niedergeschlagen hat. Das Ausmaß der Verminderung der Toxinkonzentration im Korngut blieb allerdings begrenzt und erreichte nicht die in Versuchen mit künstlicher Inokulation erreichten Werte [7]. Die generelle Gefährdung, die aus der engen Aufeinanderfolge von Wirtspflanzen verbunden mit der Akkumulation von Ernteresten auf der Bodenoberfläche resultiert, war unter den Bedingungen der Minimalbodenbearbeitung und Direktsaat durch eine solche Maßnahme allein allerdings nicht beherrschbar.

Über zwei Erntejahre und alle drei Standorte besehen führte keines der geprüften phytosanitären Behandlungs-verfahren bei pflugloser Bewirtschaftung generell zu einer relevanten Reduzierung der DON-Kontamination, in einer risikoreichen Fruchtfolge mit hohem Infektionsdruck war der *Fusarium*-Befall nicht zuverlässig zu begrenzen. Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen kann Landwirten, die kontinuierlich pfluglos arbeiten wollen, daher kein Verfahren zur Reduktion der DON-Kontamination uneingeschränkt empfohlen werden.

Fazit

Nach Vorfrucht Körnermais, anschließender pflugloser Bodenbearbeitung und Direktsaat in die Ernterückstände ließ sich in Weizenproben durchwegs eine Erhöhung der Mykotoxinbelastung beobachten. Sie fiel insbesondere dann extrem stark aus, wenn günstige Infektionsbedingungen herrschten. Unter verschiedenen Boden- und Klimaverhältnissen führte keines der geprüften phytosanitären Behandlungsverfahren generell zu einer relevanten Reduzierung der DON-Kontamination an allen Standorten. Die nach Anwendung von Kalkstickstoff im Erntegut 2003 festgestellte Reduktion der DON-Gehalte erscheint angesichts des toxinbedingten Ernährungsrisikos zwar tendenziell richtig, aber im Ausmaß bei weitem unzureichend.

Nach den im Rahmen der vorliegenden Studie ermittelten Ergebnissen kann zurzeit Landwirten, die kontinuierlich pfluglos arbeiten wollen, kein Verfahren zur Reduktion der DON-Kontamination in der Weizenernte rückhaltlos empfohlen werden. Aus Sicht der Ernährungssicherheit ergibt sich daher zwangsläufig die unbedingte Forderung nach Einsatz des Pfluges insbesondere nach risikoreicher Vorfrucht wie z.B. Mais. Dabei erscheint zusätzlich sehr wichtig, dass die in den Boden eingearbeiteten Ernterückstände auch tatsächlich einer Rotte unterliegen. In Situationen, in denen sich jedoch, etwa aus Gründen des Erosionsschutzes, die wendende Bodenbearbeitung durch Einsatz des Pfluges verbietet, ist - nicht zuletzt im Lichte der ermittelten Ergebnisse - auf jeden Fall auf eine Direktsaat von Weizen nach der Vorfrucht Mais zu verzichten.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für Planung und Durchführung der Feldversuche bei Herrn DI Dr. D. Eberdorfer und Herrn J. Pferscher, Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen Hatzendorf und bei Herrn Ing. F. Platz, Versuchsstation Großnondorf (AGES GmbH). Bester Dank gilt auch der Gutsverwaltung Hardegg, von der geeignete Versuchsflächen in Großkadolz zur Verfügung gestellt wurden, wobei vor allem durch Herrn Verwalter Ing. H. Eder zum Gelingen der Studie beigetragen wurde.

Literatur

BECK, R. und J. LEPSCHY (2000): Ergebnisse aus dem Fusarium-Monitoring 1989–1999 – Einfluss der produktionstechnischen Faktoren Fruchtfolge und Bodenbearbeitung. In: Risiken durch den Ährenparasiten *Fusarium graminearum* – Ergebnisse eines LBP-Forschungsverbunds. Bodenkultur und Pflanzenbau. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, 4. Jahrgang, Heft 3, 39-47.

BARTELS, G. und B. RODEMANN (2003): Strategien zur Vermeidung von Mykotoxinen im Getreide. Gesunde Pflanzen 55 (5), 125-135.

KREBS, H., D. DUBOIS, C. KÜLLING, H.-R. FORRER, B. STREIT, S. RIEGER und W. RICHNER (2000): Fusarien- und Toxinbelastung des Weizens bei Direktsaat. Agrarforschung 7 (6), 264-268.

DILL-MACKY, R. and R. K. JONES (1997): The effect of previous crops and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. Cereal Research Communications 25, No. 3/2, 711-712.

MILLER, J.D., J. CULLEY, K HUBBARD, F. MELOCHE, T. OUELLET, W.L. SEAMAN, K.A. SEIFERT, K. TURKINGTON and H. VOLDENG (1998): Effect of tillage practice on *Fusarium* head blight of wheat. Can.J. Plant Pathol. 20, 95-103.

OBST, A., J. LEPSCHY and R. BECK (1997): On the etiology of *Fusarium* headblight on wheat in South Germany – preceding crops, weather conditions for inoculum production and head infection, proneness of the crop to infection and mycotoxin production. Cereal Research Communications 25, No. 3/2, 699-703.

AUFHAMMER, W., E. KÜBLER, H.-P. KAUL, W. HERMANN, D. HÖHN und C. YI (2000): Ährenbefall mit Fusarien (*F. graminearum, F. culmorum*) und Deoxynivalenolgehalt im Korngut von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung. Pflanzenbauwissenschaften 4 (2), 72-78.

YI, C., H.-P. KAUL, E. KÜBLER, K. SCHWADORF and W. AUFHAMMER (2001): Head blight (*Fusarium graminearum)* and deoxynivalenol concentration in winter wheat as affected by pre-crop, soil tillage and nitrogen fertilization. Z. Pfl. Krankh. Pfl. Schutz 108 (3), 217-230.

BURGESS, L.W., C.M. LIDDEL and B. SUMMERELL (1988): Laboratory manual for *Fusarium* research. Department of Plant Pathology and Agricultural Entomology, University of Sidney.

NIRENBERG, H.I. and K. O'DONNELL (1998): New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. Mycologia 90: 434-458.

LEW, H., A. ADLER, W. EDINGER, W. BRODACZ, E. KIENDLER und J. HINTERHOLZER (2001): Fusarien und Fusarientoxine bei Mais in Österreich. Die Bodenkultur 52, 199-207.

Autoren

DI Dr. Andreas ADLER, Peter HANSLMAYR, AGES, Institut für Landwirtschaftliche Analytik, Wieningerstraße 8, A-4021 LINZ, e-mail: andreas.adler@ages.at

DI Richard ÖHLINGER, AGES, CC Cluster Chemie Linz, Wieningerstraße 8, A-4021 LINZ,

Ing. Josef MAYRHAUSER, Versuchsstation Laimbach BAL Gumpenstein, Gmundnerstraße, A-4651 STADL-PAURA

H. LEW

Verschiebung im *Fusarium*-Artenspektrum bei österreichischen Körnerfrüchten

SANDRA BRUNNER & ANDREAS ADLER

Einleitung

Die Mykotoxinproblematik konzentriert sich in der heimischen Landwirtschaft vor allem auf Getreide und Mais und es sind vor allem die Feldpilze der Gattung Fusarium und ihre Toxine, die dabei zum Problem werden. Neben dem Risiko der Ertragsminderung durch Stängel-, Ähren- und Kolbenfusariosen kann sich dabei vor allem der Qualitätsverlust der geernteten Produkte durch ihre Kontamination mit Mykotoxinen auswirken (LEW 2000).

Seit den 80er Jahren werden der Fusarienbefall und die Toxinkontamination österreichischer Cerealien im Zuge repräsentativer Studien erhoben. Dieses ständige Monitoring gilt der Abschätzung des potentiellen Ernährungs- und Fütterungsrisikos, wobei auch die jeweils aktuellen Veränderungen der Häufigkeitsverteilung und im Spektrum der auftretenden Fusarium-Arten dokumentiert werden.

Bereits in den letzten Jahren konnte etwa bei Mais eine Verschiebung im Artenspektrum beobachtet werden, die sich nicht nur einfach auf jahrgangsbedingte klimatische Schwankungen oder ein unterschiedlich starkes Auftreten des Maiszünslers, zurückführen ließ (LEW et al. 2001).

Die Erhebung der jeweils aktuellen Befallssituation soll schließlich auch zur Klärung der Frage beitragen, ob es im Zusammenhang mit geänderten Umwelt- und Klimabedingungen in den kommenden Jahren zu weiteren Verschiebungen im Artenspektrum kommt und ob im Rahmen der Futtermitteluntersuchung auch das aktuelle Toxinspektrum analysiert wird.

Material und Methoden

Grundlage der Untersuchungen stellen Proben von Getreide- und Maissorten dar, die als Standard- bzw. Vergleichssorten im Rahmen der laufenden Sortenwertprüfungen in den wichtigsten Produktionsgebieten als Bezugsgrößen für den Ernteertrag dienen.

Die Bestimmung des Fusarienbefalls erfolgt durch Auslegen oberflächendesinfizierter Körner auf PCNB-Selektivnährmedium, von Maiskolben mit sichtbarem Fusarienbefall wird direkt auf PDA isoliert. Anschließend werden die Fusarienisolate zur Ermittlung des auftretenden Artenspektrums subkultiviert (PDA, SNA) und nach morphologischen Kriterien identifiziert.

Ergebnisse und Diskussion

Die Verpilzung der Maiskolben ist zu einem wesentlichen Anteil auf Fusarien der Sektionen Discolor und Liseola zurückzuführen (vergl. Tab. 1), wobei F. subglutinans, ein Vertreter der Sektion Liseola und F. graminearum, ein Discolor-Fusarium, am häufigsten vorgekommen sind. Außerdem sind Fusarien der Sektion Liseola in Österreich bisher ausschließlich im Zusammenhang mit der Wirtspflanze Mais aufgetreten. Über den gesamten Untersuchungszeitraum ist ein Rückgang von F. subglutinans erkennbar. Eine langfristig nachgewiesene Temperaturzunahme ist aber höchstwahrscheinlich nicht der alleinige Grund für das geringere Vorkommen der an kühlere Klimate angepassten Fusarium-Art. Viel eher ist die Bekämpfung (verbesserte ackerbauliche Maßnahmen, wie die gründlichere Zerkleinerung und Einarbeitung der Pflanzenreste) der Larve des Maiszünslers, die durch Fraßschäden an Maiskolben das Vorkommen von F. subglutinans favorisiert, verantwortlich für den Rückgang dieses Pilzes.

Zudem hat sich die bereits im Verlauf der 80er und 90er Jahre festgestellte tendezielle Entwicklung, dass sich F. proliferatum als ein wesentlicher Toxinbildner und eine wärmeliebende Spezies in österreichischem Mais etabliert, bestätigt und noch weiter verstärkt. So stieg bei den Maiskolben der Anteil von F. proliferatum-Infektionen an der Gesamtzahl der Infektionen von unter 1% in den 80er Jahren im Durchschnitt der Erntejahre 2000/02 auf 12,4% und im Jahr 2003 wurde bereits ein Anteil von mehr als 33% festgestellt. Im heimischen Mais konnten die von F. proliferatum produzierten Fumonisine bisher nur in Spuren nachgewiesen werden, daher schien die Belastung für die

österreichische Tierproduktion bisher demnach eher gering zu sein. Dieser kürzlich erhobene hohe Wert entspricht einem Anteil von 2,1% F. proliferatum-infizierten Maiskolben an der Gesamtzahl aller untersuchten Kolben und wirkte sich auch auf den Toxingehalt der Maisernte aus, wo erhöhte Fumonisin-Werte nachgewiesen werden konnten. Kommt es also durch eine längerfristige Veränderung des Klimas zu einer Verschiebung im Spektrum der in Österreich auftretenden Fusarienarten hin zu einer deutlichen Zunahme wärmeliebender Spezies, und damit zu einem entsprechenden Anstieg Fumonisin-kontaminierter Maisproben, so wären stärkere Auswirkungen auf die Tierproduktion zu erwarten.

Dazu kommt in den bisherigen Beobachtungsjahren zusätzlich eine hohe Zahl an Infektionen der Kolben mit F. poae und F. avenaceum. Während auf den langen Beobachtungszeitraum von fast zwei Jahrzehnten besehen F. culmorum als Pathogen an Maiskolben mehr oder weniger vollständig verdrängt worden ist, hat sich F. cerealis als ein weiterer Schaderreger bei Mais in Österreich nachhaltig etabliert. Das Vorkommen von F. verticillioides, der in Österreich auf Mais nur eine untergeordnete Rolle spielt, bleibt allerdings von dieser Klimaänderung vorläufig unbeeinflusst.

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung der Fusarium-Arten auf Maiskolben

***Fusarium*-Arten**	**1986/87**	**1988/89**	**1996/98**	**2000/02**	**2003**
F. subglutinans	45,6	51,6	31,1	21,6	22,1
F. proliferatum	0	0	4,6	12,4	33,2
F. verticillioides	1,6	1,1	0,7	0,2	1,0
F. graminearum	27,0	28,0	33,2	29,8	18,4
F. avenaceum	11,1	6,2	17,2	13,6	6,9
F. poae	6,3	5,3	6,9	11,7	5,9
F. cerealis	0	1,4	0,9	3,4	3,0
F. culmorum	1,1	1,0	0,6	0	0
Sonstige Fusarium sp.*	7,1	5,4	4,8	7,3	9,5

* einschl.: F.acuminatum, F.equiseti, F.oxysporum, F.sambucinum, F.sporotrichioides, F.tricinctum

Im Laufe der Untersuchungen konnte parallel zur signifikanten Zunahme der Infektionen an Maiskolben mit F. proliferatum auch ein entsprechender Anstieg Fumonisin-kontaminierter Maisproben nachgewiesen werden (vergl. Tab. 2) (ADLER et al. 2002, ÖHLINGER et al. 2004).

Tab. 2: Befall von Maiskolben mit F. proliferatum und Fumonisingehalte in Körnermaisproben

Erntejahre:	**1986-89**	**1996-98**	**2000-01**	**2002-03**
Kolben mit sichtbarem Befall (%):				
F. proliferatum	**0**	**0,4**	**0,5**	**2,1**
Fumonisin (FB_1):				
Anteil positiver Proben (%)*	**n.e.**	**6**	**28**	**34**
Mittl. Gehalt positiver Proben (mg/kg)		0,48	0,36	0,56
Bereich der Toxingehalte (mg/kg)		0,09 - 1,75	0,15 - 1,09	0,11 - 1,64

* Nachweisgrenze 0,05 mg/kg

Bei Getreide ergibt sich im Hinblick auf die nachgewiesenen *Fusarium*-Arten in den Jahren 2000-2002, die teilweise überdurchschnittlich warm waren, eine etwas andere Situation als bei den untersuchten Maiskolben (vergl. Tab. 3). Insgesamt weisen die Getreidekörner in dieser Untersuchungsperiode einen äußerst niedrigen Befallsgrad auf. Weiters erscheint der vergleichsweise geringe Kontaminationsgrad der Körner mit *F. graminearum* auffallend, während in erster Linie bei Weizen und vor allem bei Hafer, mehr als 50% der nachgewiesenen *Fusarium*-Infektionen auf *F. poae* zurückzuführen sind. Eine mögliche Erklärung für diese unterschiedliche Häufigkeit des Vorkommens dieser Pilze dürfte im gegenläufigen Verhalten von *F. graminearum* und *F. poae* hinsichtlich des Feuchtigkeitseinflusses liegen. *F. poae*, eine vergleichsweise schwach pathogene Fusarienart bei Weizen, zeigte in verschiedenen Untersuchungen bei hoher Feuchtigkeit den relativ schwächsten

Befall, während aggressivere Fusarienarten, wie etwa *F. graminearum*, bei höherer Feuchtigkeit am häufigsten auftreten.

Weiters gewinnt *F. langsethiae*, eine erst jüngst beschriebene und nach morphologischen bzw. chemotaxonomischen Gesichtspunkten zwischen *F. poae* und *F. sporotrichioides* zu klassifizierende *Fusarium*-Art und ein bisher wenig beobachteter Toxinbildner, in zunehmendem Maß bei Hafer, Weizen und Gerste Bedeutung. Die Artenzusammensetzung der Fusarienflora von Gerste erscheint im Vergleich mit Weizen oder Hafer bisher stärker von *F. avenaceum* und *F. tricinctum* geprägt. Bei Soja ist ein relativ eigenständiger Erregerkomplex nachweisbar, in dem neben *F. equiseti* und *F. tricinctum* als dominierende Arten auch Arten wie z.B. *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. cerealis*, *F. oxysporum* und *F. solani* – gereiht nach abnehmender Befallshäufigkeit – festzustellen sind.

Tab. 3: Häufigkeitsverteilung der isolierten Fusarium-Arten.

***Fusarium*-Arten**	**Mais**	**Weizen**	**Hafer**	**Gerste**	**Soja**
F. subglutinans	21,6	-	-	-	-
F. proliferatum	12,4	-	-	-	-
F. graminearum	29,8	4,3	0,8	1,9	8,6
F. avenaceum	13,6	16,3	1,9	29,1	5,6
F. poae	11,7	59,3	84,8	19,0	0,7
F. equiseti	1,0	3,1	3,2	14,2	47,9
F. tricinctum	2,2	7,8	3,2	27,8	26,0
F. culmorum	-	4,1	0,4	1,4	1,8
F. langsethiae	-	2,0	3,5	2,2	-
Sonstige Fusarium sp.*	10,9	3,3	2,3	4,6	9,5

* einschließlich: F. acuminatum, F. cerealis, F. merismoides, F. oxysporum, F. sambucinum, F. solani,F. sporotrichioides, F. verticillioides

Die Verschiebung in der Artenzusammensetzung, der in der heimischen Landwirtschaft wichtigen Fusarien, hin zum verstärkten Aufkommen wärmeliebender *Fusarium*-Arten ist höchstwahrscheinlich auf geänderte klimatische Bedingungen – mildere, feuchtere Winter und trockenere, heißere Sommer – zurückzuführen und führt längerfristig gesehen auch zu einer Veränderung des auftretenden Mykotoxinspektrums. Die kanzerogenen Fumonisine, die bisher in Österreich nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben, könnten dadurch mehr an Bedeutung gewinnen und durch ihr häufigeres Vorkommen bei Mais in Österreich auch verstärkte Auswirkungen auf die Tierproduktion haben.

Literatur

ADLER, A., H. LEW, S. BRUNNER, M. OBERFORSTER, J. HINTERHOLZER, C.M. KULLNIG-GRADINGER, R.L.MACH und C.P. KUBICEK (2002): Fusaria in Austrian cereals – change in species and toxins spectrum.- J. Appl. Genet. 43A, 11-16.

LEW, H. (2000): Umweltschonende Strategien zur Bekämpfung des Mykotoxinproblems.- Veröff. Bundesamt für Agrarbiologie, Band 22, Linz, 103-114.

LEW, H., A. ADLER, N. THIMM, R. KRSKA, G. WIEDNER and M. SCHUH (2001): Occurrence of toxigenic fungi and related mycotoxins in plants, food and feed in Austria.- in: LOGRIECO, A. ed. (2001): Occurrence of toxigenic fungi and mykotoxins in plants, food and feed in Europe.- COST Action 835, Bari, Italy, 3-12.

ÖHLINGER, R., A. ADLER, O. KRÄUTLER and H. LEW (2004): Occurrence of toxigenic fungi and related mykotoxins in cereals, feed and food in Austria.- COST Book, Kluwer, Netherland, in press.

Autoren

Mag. Sandra BRUNNER, DI Dr. Andreas ADLER, AGES, Institut für Landwirtschaftliche Analytik, Wieningerstraße 8, A-4021 LINZ, e-mail: sandra.brunner@ages.at

Auswirkungen des Klimawandels auf das Krankheitsauftreten anhand ausgewählter Beispiele

GOTTFRIED BESENHOFER & GERHARD BEDLAN

In den letzten Jahren konnte in Österreich ein vermehrtes Krankheitsauftreten in Getreide beobachtet werden. Krankheiten, die bis jetzt in Österreich nur in geringem Ausmaß aufgetreten sind (z. B. BYDV -Viröse Gelbverzwergung) sind in den letzten Jahren epidemisch aufgetreten.

Durch die höheren Durchschnittstemperaturen kommt es auch zu einer Verschiebung in der Bedeutung einzelner Krankheitserreger. Erreger wie z. B. *Helminthosporium turcicum* (Turcicum-Blattfleckenkrankheit) treten nunmehr auch verstärkt in sog. „kühleren" Maisanbaugebieten wie z. B. im oberösterreichischen Alpenvorland auf.

Viröse Gelbverzwergung des Getreide (BYDV, barley yellow dwarf virus)

Im Jahr 2002 kam es in Österreich zum bis jetzt stärksten Auftreten der Virösen Gelbverzwergung an Wintergetreide. Mehr als 20.000 ha Wintergerste mussten umgebrochen werden. Vereinzelt gab es auch Probleme bei Winterweizen, Winterdurum, Triticale, Winterhafer und Roggen; hier vor allem bei frühem Anbau.

Die Gelbverzwergung ist keine neue Getreidekrankheit in Österreich. Sie ist in den letzten 30 Jahren immer wieder in geringem Ausmaß vor allem bei zeitig angebauter Wintergerste aufgetreten. 2001 gab es im Osten und Südosten Österreich erstmals ein kleinräumig stärkeres Auftreten bei Wintergerste und Winterweizen. Die Epidemie 2002 stellte alles bisher dagewesene in den Schatten.

Die Virusübertragung erfolgt durch verschiedene Blattlausarten, die sich durch Saugen an virusinfizierten Pflanzen (Ausfallgetreide, ausdauernde Gräser, Mais u.a.) infizieren und das Virus persistent auf andere Pflanzen übertragen können. Neben dem Anbauzeitpunkt und dem Virusinokulum in der Region hängt das Auftreten der Gelbverzwergung maßgeblich von der Abundanz der Blattläuse ab. Warme und trockene Herbstwitterung begünstigen die Blattlauseinwanderung in die Getreidebestände, nasse kühle Wetterperioden im Herbst schränken die Blattlausaktivität ein. Bei für die Blattläuse entsprechend günstiger warmer und trockener Herbstwitterung wie im Herbst 2001 können Getreidebestände ganzflächig durchseucht werden und so Ertragsverluste bis zu 100 % entstehen.

Auslöser und Ursachen der BYDV - Epidemie

Der extrem milde und trockene Herbst 2001 war der Auslöser des starken Gelbverzwergungsbefall im Jahr 2002. Virusbeladene Blattläuse konnten über einen langen Zeitraum in die Bestände einwandern und das Virus im Bestand verbreiten. Durch die milden Winter der Jahre 1999 und 2000 konnte sich die Blattlauspopulation überdurchschnittlich stark vermehren. Zudem haben geänderte Bewirtschaftungsweisen (v.a. die Vorverlegung der Anbautermine und Verringerung der Stoppelbearbeitungsintensität) in den letzten Jahren zu einem erhöhtem Infektionsrisikos geführt.

Möglichkeiten der Vorbeugung und Bekämpfung

Eine direkte Bekämpfung der Virösen Gelbverzwergung ist nicht möglich. Bei starkem Infektionsdruck bzw. bei warmer und trockener Herbstwitterung reichen pflanzenbauliche Maßnahmen (Bekämpfung von Ausfallgetreide, späterer Anbauzeitpunkt) zur Virusabwehr allein nicht mehr aus. Dann ist eine direkte Bekämpfung der Vektoren (Blattläuse) mittels insektizider Saatgutbeizung oder durch die Ausbringung von Insektiziden notwendig.

Abb. 1: Einflussfaktoren auf den BYDV-Befall

Abb. 2: Ursachen der BYDV - Epidemie 2002

Turcicum-Blattfleckenkrankheit

Die Turcicum-Blattfleckenkrankheit, verursacht durch den Pilz *Setosphaeria turcica* Syn. *Helminthosporium turcicum*, kommt weltweit in praktisch allen feucht-warmen Anbaugebieten vor. In Österreich tritt die Turcicum-Blattfleckenkrankheit regelmäßig in der südöstlichen Steiermark auf. Nachdem im Alpenvorland bereits seit dem Jahr 1995 vereinzelter Befall beobachtetet werden konnte, kam es im Jahr 2001 in Oberösterreich zu einem epidemischen Auftreten mit teils deutlichen Ertragseinbußen.

Symptome der Turcicum-Blattfleckenkrankheit sind lange, schmale, zuerst wässrig ausgebleichte und schließlich braune Blattflecke. Bei starkem Krankheitsdruck kann sich der Pilz auf die gesamte Blattspreite ausbreiten und so eine vorzeitige Notreife auslösen.

Lebenszyklus – Epidemieverlauf - Schaden

Der Pilz überwintert auf verseuchten, an der Bodenoberfläche liegenden Ernterückständen (saprophytische Phase) und gelangt durch Regenspritzer auf die unteren Blätter. In den ersten Blattflecken produziert der Krankheitserreger massenweise Sporen, die dann windübertragen werden und die Verbreitung im Bestand und auf benachbarte Maisfelder bewirken.

Optimale Bedingungen für die Sporenbildung und Sporenkeimung (Infektion) findet der Erreger bei hohen Temperaturen (18 – 27°C) und hoher Luftfeuchtigkeit (Tau). Ideal für den Erreger sind daher Hitzeperioden im Sommer, in denen es durch die Nachtabkühlung zu starker Taubildung kommt.

Durch die Zerstörung der Blätter geht Assimilationsfläche verloren, wodurch Stärkeeinlagerung und Kornausbildung gestört werden. Die Kornerträge können je nach Infektionszeitpunkt um bis zu 30 % vermindert sein.

Maßnahmen zur Schadensabwehr

Für eine Bekämpfung der Turcicum-Blattfleckenkrankheit stehen derzeit nur vorbeugende Maßnahmen zur Verfügung. Neben der sauberen Einarbeitung von Maisstroh und –stoppel zur Verminderung des Infektionspotentials ist der Anbau von wenig anfälligen Sorten die wirkungsvollste Maßnahme, um einer Epidemie vorzubeugen. In Österreich werden seit mehr als 15 Jahren Maissorten auf ihre Anfälligkeit gegenüber der Turcicum-Blattfleckenkrankheit geprüft. Auf der Homepage der AGES (www.ages.at) findet man die aktuellen Sorteneinstufungen.

Die im Vergleich zu den Vorjahren höheren Temperaturen des Jahres 2003 haben auch im Feldgemüsebau das Auftreten diverser Pathogene beeinflusst. So sind an vielen Kulturen Pathogene nicht aufgetreten, die sonst eine eher größere Bedeutung haben und andere sind in ihrer Bedeutung zurückgedrängt worden. So konnte zum Beispiel erstmals in Österreich der Pilz *Cercospora apii*

Frees. an Knollensellerie nachgewiesen werden und im Krautanbau hat der Pilz *Fussarium equiseti* (Corda) Sacc. größere Ernteausfälle verursacht.

Cercospora apii

Aus der Literatur ist bekannt, dass gelegentlich an Sellerie *Cercospora apii* auftreten soll. Dieser Pilz hat aber wegen seiner höheren Temperaturansprüche bei uns bis jetzt keine Bedeutung erlangt. *C. apii* tritt in der Regel früher auf als *Septoria apiicola*. Temperaturen zwischen 15 und 30°C fördern das Auftreten von *C. apii*, bevorzugt breitet er sich bei Temperaturen zwischen 22 und 28°C aus. Aus Kalifornien wird über ein größeres Auftreten in den 50er-Jahren berichtet, seit 20 Jahren wurde der Erreger aber nur sehr selten nachgewiesen. Zwischen 1992 und 1998 wurde *C. apii* auch in Litauen gefunden. Funde von *C. apii* an Sellerie gab es auch in Italien und Florida. Weitere Wirtspflanzen sollen auch *Daucus carota* und *Pastinaca sativa* sein.

C. apii konnte das erste Mal für Österreich an Sellerie nachgewiesen werden. Die ersten Proben stammten Mitte August aus Wien-Eßling und in Folge konnte auch ein Befall an Sellerie aus dem burgenländischen Seewinkel festgestellt werden.

Auf den Blättern sind zunächst kleine, rundliche, gelbliche bis hellbraune Flecken zu sehen, die sich rasch vergrößern. Sie können 1 cm im Durchmesser, aber auch mehr messen. Die Flecken vertrocknen und färben sich intensiv braun. Fließen die Blattflecken zusammen, welken die Blätter und vertrocknen schließlich. Oberflächlich betrachtet können die Symptome mit jenen der Septoria-Blattfleckenkrankheit anfänglich verwechselt werden. *Cercospora apii* tritt in der Regel früher auf als *Septoria apiicola*.

An büschelförmigen Konidienträgern werden langkeulige und schwach gefärbte Konidien gebildet. Sie sind meist 3 – 6-zellig, 23,7 – 129,3 µ lang und 2,18 – 3,19 µ breit. *Cercospora apii* ist saatgutübertragbar und kann auf infizierten Pflanzenresten, die in den Boden eingearbeitet werden, überdauern. Die Konidien werden durch Wind, Wassertropfen, Feldarbeiten und Maschinen verbreitet.

Sollte aufgrund geänderter Witterungsbedingungen (*C. apii* bevorzugt höhere Luftfeuchtigkeit und Temperaturen zwischen 15 und 30°C) dieses Pathogen an Sellerie größere Bedeutung gewinnen, müssen z. B. die Erhebung des Verbreitungsareals, Abklärung der Ansprüche des Erregers, der Befallsstärke und Befallshäufigkeit sowie die wirtschaftliche Bedeutung und mögliche veränderte Gegenmaßnahmen gegen Pilzerkrankungen des Selleries erhoben werden. Als Gegenmaßnahmen bieten sich an: befallsfreies Saatgut, eine mindestens vierjährige Fruchtfolge, tiefes Unterpflügen der Pflanzenreste und eine gesteuerte Bewässerung.

Fusarium equiseti

Im Rahmen eines Consulting-Programmes konnte im Jahr 2003 an Krautproben von Anbaugieten südlich von Wien in Niederösterreich, aber auch in Oberösterreich, erstmals *Fusarium equiseti* nachgewiesen werden (Determination von H. Nirenberg, BBA Berlin-Dahlem). *Fusarium equiseti* ist das Anamorphstadium von *Gibberella intricans* Wollenw.

Fusarium equiseti ist z. B. als Pathogen an Getreidesämlingen bekannt, verursacht Wurzel- und Knollenfäulen sowie eine Stängelfäule an Mais.

Die Konidien werden durch die Luft verbreitet und sie dringen über Wunden oder Beschädigungen der Pflanzen in diese ein. Hat *Fusarium equiseti* Böden besiedelt, kommt es auch zum Umfallen von Sämlingen.

Für unsere Anbaugebiete wichtige Wirtspflanzen sind: Mais, Zwiebelgewächse, Sellerie, Rübe, Kohlgewächse (Brassica-Arten), Kichererbse, Gurken und andere Kürbisgewächse, Karotten, Erdbeeren, Soja, Sonnenblume, Gerste, Tomaten, Hirse, Bohnen, Erbsen, Kartoffel, Weizen; auch aus Böden nachgewiesen. *F. equiseti* ist weltweit verbreitet.

Bereits während der Jungpflanzenanzucht auf den Freilandanzuchtflächen konnte ein stärkerer Befall an Krautpflanzen durch *F. equiseti* festegestellt werden. Die Jungpflanzen (DC18 – DC23) welkten und starben schließlich ab. Die Stengelquerschnitte wiesen gelb bis dunkelbraun verfärbte Gefäßbündelringe auf. Weitere Ausfälle, bei späteren Infektionen, waren im Stadium DC31 – DC36

zu beobachten. Inselartig waren Krautpflanzen in den Beständen abgestorben. Die Blätter waren verdorrt, der sich gerade bildende Kopf in sich zusammen gefallen, trocken verfault und am Stengelgrund bildete sich reichlich Myzel von *F. equiseti*. In diesem Wachstumsstadium (DC36 – DC40) konnten auch Unterschiede in der Sortenanfälligkeit optisch in den Feldbeständen festgestellt werden. Strunkquerschnitte von offensichtlich gesunden Pflanzen zeigten jedoch ebenfalls, wenn auch nur geringfügige, Verfärbungen der Gefäßbündelringe. In der oft engen Fruchtfolge mit Kraut in den Krautanbaugebieten soll durch geeignete Maßnahmen das Auftreten von *Fusarium equiseti* an Kraut verhindert und somit die Möglichkeit einer Kontamination der geernteten Ware sowie eine Beeinträchtigung der inneren Qualität von Frisch- bzw. Sauerkraut, verhindert werden.

Fazit:

Der Anbau von resistenten Sorten, die Minderung des Infektionsrisikos durch Stoppelbearbeitung im Getreide- und Maisbau und die Wahl eines angepassten Anbauzeitpunktes, Bestandeskontrolle, der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei Bedarf, Saatguthygiene und eine geregelte Fruchtfolge sind die Eckpunkte des Integrierten Pflanzenschutzes.

Und gerade im Hinblick auf die sich abzeichnende Klimaänderung und mögliche Witterungsextreme führt in Zukunft kein Weg am Integrierten Pflanzenschutz vorbei.

Autoren

DI Gottfried BESENHOFER, AGES, Institut für Pflanzenschutzmittelbewertung und –zulassung, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: gottfried.besenhofer@ages.at

Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN, AGES, Institut für Pflanzengesundheit, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: gerhard.bedlan@ages.at

Zoonose-Erreger bei Geflügel im Lichte der Klimaverschiebung

GABRIELE ROMANEK

Erregerspektrum

Salmonellen

Campylobacter

Salmonellen

Salmonellen stellen in der konventionellen sowie in der „alternativen" Tierhaltung ein relativ großes Problem dar. Einerseits lassen sich Neuinfektionen durch rigorose Kontrollen der Elterntierherden bzw. der neu eingestallten Tiere leicht ermitteln, andererseits stellt der Stall / Auslauf eine große Herausforderung dar. Selbst nach gründlicher Reinigung und Desinfektion kann man nicht ausschließen, dass eine ursprünglich salmonellenfreie Herde nicht im Laufe einer Mast- bzw. Legeperiode positiv wird. Eine gute Möglichkeit, dies zu verhindern, stellt die Salmonellenimpfung dar.

Mastgeflügel

Eine Mastperiode dauert durchschnittlich 5 Wochen, die vorwiegende Haltungsform ist Bodenhaltung auf Einstreu. Untersucht werden Wischtupfer bei der Einstallung und 9 Kloakentupfer vor der Schlachtung. Findet man Salmonellen in den Schlachttupfern wird die Untersuchung wiederholt.

Legetiere

Kückenaufzucht in eigenen Aufzuchtbetrieben, die laufend auf Salmonellen untersucht werden. Einstallung von garantiert salmonellenfreien, möglichst geimpften Junghühnern. Haltungsformen sind noch Käfig- bzw. Batteriehaltung, in naher Zukunft nur mehr Boden- und Freilandhaltung. Eine Legeperiode dauert ca. 1 Jahr, untersucht werden jedes Quartal je 60 Kotproben.

Salmonellen und der Konsument

Ein salmonellenhaltiges Masthuhn stellt in der Küche nur ein Kontaminationsrisiko dar. Man denke an das „klassische" Kühlschrankszenario: Tauwasser oder Fleischsaft tropfen in den Kartoffelsalat. Grillfest im Garten, es ist Sommer und der Salat wartet in derWärme auf Abnehmer. Salmonellen lieben die Wärme, Kälte stört sie aber auch nicht besonders. Im Kühlschrank sind sie in „Warteposititon", in der Wärme beginnen sie sich lustig zu vermehren. Die Folgen sind hinlänglich bekannt.

Etwas anders ist das Bild bei den Eiern. Gerade die „böse" Salmonella Enteritidis wandert in die Ovarien der Hühner und wird bei der Schalenbildung mit ins Ei eingeschlossen. Unter Kühlbedingungen und ohne längere Unterbrechung der Kühlkette reichen aber die Keimzahlen nicht für eine Infektion aus. Bleiben Eier längere Zeit höheren Temperaturen ausgesetzt, oder wird aus belastetem Rohei eine nichterhitzte Speise zubereitet und diese länger in der Wärme aufbewahrt, sind die Folgen siehe oben.

Campylobacter

Ein großer Teil der Masthühner beherbergt im Darm thermophile Campylobacter, ohne irgendwelche Krankheitssymptome zu zeigen. Bei der Schlachtung kann durch die „Rupffinger" die Kloake entleert und der Schlachtkörper mit Kot eingerieben werden. Lange Zeit war man der Meinung, Campylobacter könnten am Lebensmittel nur kurze Zeit überleben. Das permanente Ansteigen der Campylobacterinfektionen lässt den Schluß zu, dass auch Kreuzkontaminationen eine Rolle spielen.

Lange Zeit hat man über die Eintragswege der Campylobacter gerätselt. „Campys" werden nicht über das Ei übertragen, sie überleben auch sorgfältige Reinigung und Desinfektion nicht, eine Impfung ist nicht möglich. Eine dänische Studie hat etwas Licht in das Dunkel gebracht: Fliegen können die Übeltäter sein. Bis zu 30.000 Fliegen dringen im Verlauf einer Mastperiode in einen Geflügelstall ein, bei ca. 8% der Fliegen konnten Campylobacter nachgewiesen werden. Laut derzeitigem Wissensstand sind nur rigorose Hygienemaßnahmen zur Verringerung der Campylobacterprävalenz in den Betrieben zielführend.

Campylobacter und der Konsument

Ähnlich wie bei den Salmonellen stellt das Masthuhn ein Kontaminatiosrisiko dar. Campylobacter vermehren sich zwar am Lebensmittel nicht, anders als bei den Salmonellen reichen jedoch bei ihnen geringe Keimzahlen für das Angehen einer Infektion aus. Neben Geflügelfleisch ist auch Geflügelleber ein wichtiger Überträger. Da die Campylobacter in den Gallengängen leben, muß auf ausreichende,durchgehende Erhitzung geachtet werden.

In den letzten Jahren dauerte der Sommer, die Zeit der Grillfeste und Fliegen von Mitte Mai bis Mitte / Ende September. Die Salmonelleninfektionen beim Menschen folgen mit schöner Regelmäßigkeit dem Ansteigen der Temperaturen, die Zahlen der Salmonellenfunde beim Geflügel passen im langjährigen Rückblick dazu. In den letzten Jahren haben die Campylobacterinfektionen mit den Salmonelleninfektionen gleichgezogen, in manchen Regionen sie sogar überholt.

Beim Anstieg der Temperaturen bieten sich gute Chancen für Salmonellen und Campylobacter!

Wichtigster Punkt zur Vermeidung von Salmonellen- und Campylobacterinfektionen ist die Aufklärung des Konsumenten über Umgang mit rohem Geflügel und Eiern.

Autor

Dr. Gabriele ROMANEK, AGES, Institut für veterinärmedizinische Untersuchungen, Robert-Koch-Gasse 17, A-2340 MÖDLING, e-mail: gabriele.romanek@ages.at

Ausbreitung von Zoonose-Erregern im Bereich der Milchproduktion und –vermarktung durch geänderte Klimabedingungen

ARMIN DEUTZ

Vorkommen von Zoonose-Erregern in Milch

Der Gehalt an pathogenen (krankmachenden) Mikroorganismen ist entscheidend für die Beurteilung der hygienischen Wertigkeit der Milch und für die Risikoabschätzung bezüglich der Übertragung von Lebensmittelinfektionen. Sowohl beim Melken als auch bei der Lagerung und Verarbeitung der Milch können Kontaminationen der Milch mit Zoonose-Erregern auftreten. Unter Zoonosen versteht man Krankheiten und Infektionen, die in natürlicher Weise zwischen Menschen und Wirbeltieren übertragen werden (WHO, 1982). Heute sind über 200 zwischen Mensch und Tier wechselseitig übertragbare Krankheiten bekannt, die durch Viren, Bakterien, Parasiten und Pilze verursacht werden.

Grundsätzlich ist das Melken von keimfreier Milch nicht möglich, da die Milch sekretorisch und postsekretorisch kontaminiert wird. Unter sekretorischer Kontamination versteht man die Verunreinigung der aus gesunden Eutern stammenden keimfreien oder keimarmen Milch aus der Drüsenzisterne durch die Strichkanalpassage. Diese Kontamination ist zwar quantitativ unbedeutend, bei infektiösen Allgemeinerkrankungen oder Eutererkrankungen können jedoch durchaus humanpathogene Mikroorganismen (Zoonose-Erreger) mit der Milch ausgeschieden werden. Die bakterielle Verunreinigung, die durch den Melkvorgang passiert, nennt man postsekretorische Kontamination. Sie geht aus vom Milchtier und seiner Umgebung, von den mit der Milch in Kontakt stehenden Oberflächen und von Personen, die mit der Gewinnung und Milchverarbeitung beschäftigt sind. Hinsichtlich der Gesamtkeimzahl der Milch ist die Euter-, Stall- und Melkhygiene von größter Bedeutung. Der Grad der mikrobiellen Belastung der Rohmilch gibt einen Hinweis auf die hygienischen Bedingungen bei der Gewinnung und Verarbeitung der Milch im Erzeugerbetrieb.

Die größten Kontaminationen bei Rohmilch verursachen schlecht gereinigte oder raue Oberflächen (z. B. alte, poröse Zitzengummis), die mit der Milch in Berührung kommen. Die wichtigsten Milchkeime und Zoonose-Erreger in Rohmilch sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die meisten der angeführten Keime werden bei der Wärmebehandlung abgetötet, manche Erreger jedoch (z. B. Listerien, Bacillus, Clostridien) können die Pasteurisierung teilweise überleben.

Tab. 1: Die wichtigsten Keime und Zoonose-Erreger in Rohmilch (modif. n. MERCK, 1996; BÖHM u. HEESCHEN, 1995)

Vorkommende Mikroorganismen in Rohmilch (Auswahl)*
Acinetobacter, Aeromonas, Alcaligenes, ***Bacillus cereus***, ***Bacillus*** spp., ***Brucella spp.***, ***Campylobacter jejuni/coli***, Chromobacterium, ***Clostridium perfringens***, Citrobacter, coryneforme Bakterien, ***Coxiella burnetii***, ***Clostridium perfringens,*** Enterococcus, Enterobacter Erreger der FSME, ***Escherichia coli***, Flavobacterium, Klebsiella, ***Leptospira interrogans, Listeria monocytogenes***, ***Mycobacterium spp.,*** Pseudomonaden, Serratia, Lactobacillen, Salmonellen, ***Staphylococcus aureus***, ***Staphylococcus*** spp, ***Streptococcus agalactiae***, ***S. pyogenes***, Streptococcus spp., Micrococcus, Clostridien, Hefen, Schimmelpilze und ihre Toxine, ***Yersinia enterocolitica***

*humanpathogene Keime **fett**

Auf vier bedeutende humanpathogenen Keime in Milch – Listerien, Campylobacter, *Escherichia coli* und Salmonellen – wird im folgenden kurz eingegangen.

Ergebnisse von Untersuchungen zeigten, dass im Umfeld der Milchgewinnung bei entsprechenden Bedingungen eine hohe Listerienbelastung herrschen kann. Ein Zusammenhang des Listerienvorkommens mit der Fütterung von Grassilage niedriger Qualität wird vermutet (PLESS et al., 1999). Mehrere aufsehenerregende Ausbrüche von Listeriosen nach dem Konsum von Käseprodukten hatten ein österreichweites Listerienmonitoring zur Folge. Listerieninfektionen werden zu den Zoonosen gezählt, obwohl der Erreger (Listeria monocytogenes) auch in den Umgebung von Mensch und Tier lange überleben kann („Geonose"). Listeriosen treten je nach Organmanifestation als

verschiedene Krankheitsformen auf. Bei der Schwangerenlisteriose, die mit „grippalen“ Symptomen verläuft, kann es zur Übertragung der Keime auf den Fetus mit Gefahr des Aborts oder im Rahmen der Geburt auf das Neugeborene (Neugeborenenlisteriose) kommen. Weiters ist eine Listeriose des Zentralnervensystems möglich, die sich in einer Gehirnhaut- und Gehirnentzündung äußert, seltener führt sie bei immunschwachen Patienten zur Sepsis (KRAUSS et al., 1997). Zu beachten ist die hohe Tenazität (Überlebensfähigkeit) der Listerien gegenüber äußeren Einflüssen. In Heu, Erde, Stroh oder Silofutter können sie mehrere Wochen bis Monate überleben und sie sind auch gegen Hitze relativ widerstandsfähig. Da Listerien auch intrazellulär in Monozyten in der Milch vorliegen, werden sie bei der Wärmebehandlung durch die zellulären Bestandteile geschützt und nicht vollständig abgetötet. Überdies haben sie die Fähigkeit, sich noch bei Kühlschranktemperaturen (4° C) zu vermehren. Untersuchungen des Steirischen Eutergesundheitsdienstes zeigten, dass eine gute Stall- und Melkhygiene für die Reduktion des Listeriengehaltes der Rohmilch entscheidend ist (KRAUSS et al., 1997; PLESS et al., 1999).

Campylobacteriosen sind weltweit die häufigste Ursache für lebensmittelbedingte Durchfallerkrankungen (HAHN et al., 1999). In Österreich liegen sie nach den Salmonellosen bundesweit an zweiter, in einigen Bundesländern bereits an erster Stelle; die Tendenz ist steigend. Personen jeden Alters können sich mit Campylobacter jejuni oder C. coli infizieren, bei Kindern bis zu 5 Jahren sowie bei intensivem Umgang mit ausscheidenden Tieren treten Campylobacteriosen gehäuft auf. Die Infektion erfolgt oral, über kontaminierte Nahrungsmittel tierischer Herkunft (z. B. über Rohmilch) und Trinkwasser, wobei schon eine sehr geringe Menge von Erregern (ca. 100 Keime) ausreicht, um eine Campylobacteriose hervorzurufen (KRAUSS et al., 1997). Nach einer Inkubationszeit von 3–5 Tagen kommt es meist zu akut verlaufenden Darmentzündungen mit Fieber und wässrig fauligen Durchfällen, die ungefähr eine Woche andauern. Bei einer Infektion mit Campylobacter jejuni oder coli können innerhalb von 1–5 Wochen Gelenksbeschwerden sowie in seltenen Fällen auch Sepsis oder das Guillain-Barré-Syndrom mit Lähmungserscheinungen und Hirnnervenschäden auftreten.

Lebensmittelhygienisch von zunehmender Relevanz sind das Vorkommen von VTEC / EHEC (Verotoxinbildende / Enterohämorrhagische E. coli) in Rohmilch sowie in kontaminierten Milch- und Fleischprodukten. Als EHEC werden E. coli-Stämme bezeichnet, die verschiedene Varianten von Vero-Toxinen bilden und beim Menschen Krankheitsbilder auslösen können, die von leichten, unkomplizierten Durchfällen über hochgradige Darmentzündungen bis zum lebensbedrohlichen hämolytisch-urämischen Syndrom (HUS) reichen können. Das HUS geht mit schwerer Hämolyse, Anämie, Thrombozytopenie und akuter Nierenschädigung einher und verläuft bei rund 10 % der Erkrankten tödlich. Besonders anfällig sind Kleinkinder bis zum 4. Lebensjahr. Aus Rohmilch konnten auch in Österreich verotoxinbildende E. coli-Stämme isoliert werden (PLESS u. DEUTZ, 1997). Das wichtigste Keimreservoir sind Wiederkäuer, insbesondere Rinder, die diese Erreger mit dem Kot ausscheiden. VTEC sind aber ubiquitär verbreitet. Die für den Menschen bedeutendste Infektionsquelle ist kontaminierte Nahrung, vor allem Rohmilchprodukte und ungenügend gekochtes Rindfleisch. Eine direkte Übertragung von Tier zu Mensch durch Kontakt (z.B. „Streichelzoo“) bzw. Mensch zu Mensch ist möglich. Bemerkenswert ist, dass die Infektionsdosis für das Auslösen einer Erkrankung durch EHEC bei unter 100 Keimen liegt (HAHN et al., 1999).

Enteritis-Salmonellen kommen in der Umwelt von Mensch und Tier weit verbreitet vor, Erregerreservoir sind vor allem tierische Ausscheidungen. Die Hygiene bei der Lebensmittelerzeugung und -verarbeitung spielt eine große Rolle für die Vermehrung der Bakterien. Salmonellen gelangen mit verunreinigten (kontaminierten) Lebensmitteln in den Gastro-Intestinaltrakt. Bei immunkompetenten Personen braucht es eine hohe Erregeranzahl (ca. 1 Mio. Keime), bei Kindern, Säuglingen und immungeschwächten Personen reichen weniger Keime aus, um eine Erkrankung hervorzurufen (HAHN et al., 1999). 5–12 Stunden nach Aufnahme der Salmonellen kommt es zu Durchfall, Brechreiz oder Erbrechen und mäßigem Fieber. Meist klingen die Symptome relativ rasch ab, bei alten Personen und Immungeschwächten kann eine Salmonellose zum Tod führen. Das Vorkommen von Salmonellen in Milchprodukten ist in Österreich und allgemein in Mitteleuropa – im Vergleich zu anderen Ländern – selten, da die Infektionsrate der Rinderbestände sehr niedrig liegt.

Krankheiten und Klimawandel

Der Einfluss des Klimawandels auf die Verbreitung von Krankheitserregern kann direkt erfolgen, indem Krankheitserreger bei höheren Jahresdurchschnittstemperaturen in der Umwelt länger überleben und auch höhere Keimzahlen aufweisen oder auch indirekt bei jenen Krankheitserregern, die über Vektoren (z.B. Zecken, Mücken, Nagetiere usw.) übertragen werden bzw. sich in tierischen Reservoiren halten und wo das Verbreitungsgebiet bzw. die Populationsgrößen von Vektoren bzw. Reservoiren klimatisch beeinflusst wird. Weiters können sich bei Krankheitserregern, die in ihrem Auftreten eine jahreszeitliche Periodik aufweisen, Zeiträume mit höherem Infektionsrisiko verlängern (Abb. 1). Wesentliche Klimafaktoren sind Durchschnittstemperaturen und Niederschlag. Im Zuge langer, heißer Sommer ist es auch möglich, dass Vektoren wie Zecken darunter leiden, dafür aber Mückenarten, die bislang in Mitteleuropa nicht vorgekommen sind, davon profitieren. Zeckenübertragene Zoonoserreger die auch für Milch und Milchprodukte relevant sind, sind beispielsweise *Coxiella burnetii* und der Erreger der Frühsommermeningoenzephalitis.

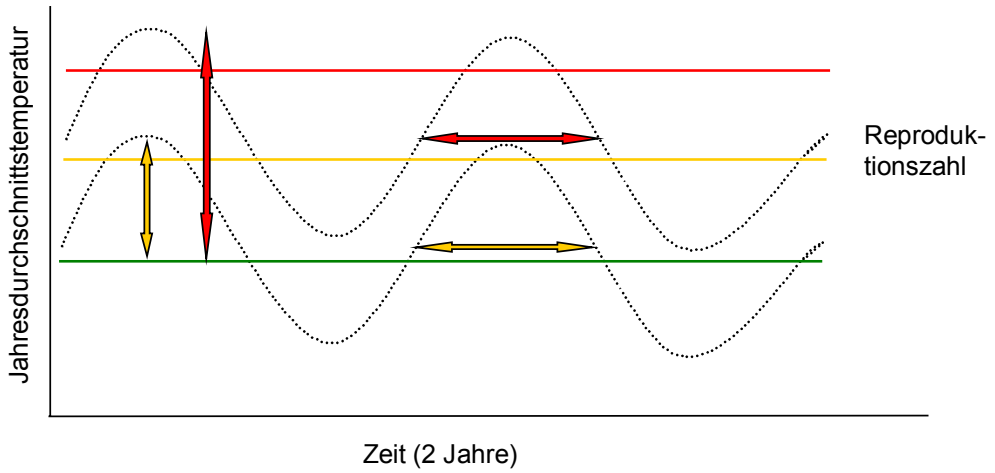


Abb. 1: Beeinflussung der Reproduktionszahl eines hypothetischen Erregers durch Steigerung der Jahresdurchschnitttemperatur

Zusätzlich zu berücksichtigen ist, dass Lebensmittel bei höheren Umgebungstemperaturen schneller verderben und dass sich auch die Keimzahl von humanpathogenen Keimen in Milch und Milchprodukten stark erhöhen kann. Ein möglicher Einfluss höherer Temperaturen ergibt sich auch auf die Wasserqualität von Hausbrunnen, die in der Landwirtschaft häufig sind, und die entsprechende Lebensmittelrelevanz haben können. Schlussendlich vergrößern auch der steigende internationale Handel mit Tieren und Lebensmitteln tierischer Herkunft sowie der stetig wachsende Tourismus das Zoonoserisiko.

Risikominimierung durch Vorbeugemaßnahmen

Aufgrund der Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen muss behauptet werden, dass Rohmilchkonsum nach wie vor eine Infektionsquelle für humanpathogene Keime darstellt. Zumindest für prädisponierte Gruppen wie ältere Personen, Kinder und Neugeborene, Immunsupprimierte, Menschen mit Grundkrankheiten und Schwangere ist er nicht zu empfehlen. Darum kommt aus lebensmittelhygienischer Sicht dem Pasteurisieren von Milchprodukten eine große Bedeutung zu. Insbesondere die wachsende EHEC-Problematik sollte zu einer kritischen Hinterfragung des Rohmilchkonsums Anlass geben (DEUTZ et al., 1999). Eine Liberalisierung des Verkaufs roher Milch ist nicht zu verantworten und die Aufklärung der Verbraucher über den Verzehr von und den Umgang mit sog. ”Risikolebensmitteln” wird nach wie vor für erforderlich gehalten (BRANDL, 1997).

Welches Risiko der Rohmilchkonsum für die Verbraucher darstellt, zeigt ein Beispiel aus dem Jahr 1998: In einem österreichischen Jugendschülerheim erkrankten 38 Kinder an fieberhaftem Durchfall durch *Campylobacter jejuni*. Nach der Erhebung eventueller Infektionsquellen und der Untersuchung von Stuhlproben konnte eine Übertragung durch Rohmilch festgestellt werden. Die unpasteurisierte

Milch aus einem direkt vermarktenden Rinderbetrieb wurde dem Frühstücksmüsli beigemengt. Aus den Stuhlproben der Erkrankten und aus den Kotproben der Milchkühe, von denen die Rohmilch stammte, war derselbe Erregerstamm zu isolieren. Somit konnte zum ersten Mal ein Massenausbruch von Campylobacteriose über den Konsum von unpasteurisierter Milch umfassend dokumentiert werden (FEIERL et al., 2000).

Mit 367.000 t Milch/Jahr besitzt Österreich nach Frankreich die zweithöchste Direktvermarktungs-Quote innerhalb der Europäischen Gemeinschaft. Das Lebensmittel Milch durchläuft von der Erzeugung im landwirtschaftlichen Betrieb bis zur Verarbeitung und zum Konsum mehrere gesetzlich vorgeschriebene Kontrollstufen (Milchhygieneverordnung 1993). Beginnend mit Tiergesundheitsvorschriften und betriebs- oder personalhygienischen Vorgaben für den Erzeugerbetrieb (Räume, Melkanlage, Melken, Trinkwasser usw.) über Normen für die Rohmilch (Keim- und Zellzahl, *Staphylococcus aureus* usw.) sowie Hygienevorschriften für Be- und Verarbeitungsbetriebe und weitere mikrobiologische Kriterien bis zur Umhüllung, Verpackung, Lagerung und Beförderung liegt ein gesetzlicher Rahmen vor. Die regelmäßigen Bestimmungen der Zell- und Keimzahl sowie die Hemmstoffuntersuchungen bieten einen Einblick in die Eutergesundheit und Melktechnik (Zellzahl), in die Betriebshygiene (Keimzahl) und in die Einhaltung von Wartefristen (Hemmstoffe) im landwirtschaftlichen Betrieb. Zusätzlich sind weitere qualitätssichernde Maßnahmen in Form von Eigenkontrollen am landwirtschaftlichen Betrieb und im Rahmen der integrierten tierärztlichen Bestandesbetreuung möglich. Die Eigenkontrollmaßnahmen gewinnen besonders für die bäuerliche Direktvermarktung an Bedeutung und helfen die Lebensmittelsicherheit von Milch und Milchprodukten zu gewährleisten (Tab. 2).

Tab. 2: Eigenkontrollmaßnahmen in Rahmen der Milcherzeugung

- ☞ regelmäßiger Schalmtest, Eutergesundheitskontrollen, Fütterung
- ☞ bakteriologische Untersuchung von Viertelgemelksproben (Bestands-, Verdachtsproben)
- ☞ regelmäßige bakteriologische Untersuchungen von Rohmilch und Milchprodukten
- ☞ Hygienekontrollen von Gefäßen, Arbeitsgeräten und -flächen, Arbeits- und Lagerräumen
- ☞ Führen eines Milchhygieneordners bzw. Logbuches
- ☞ integrierte tierärztliche Bestandsbetreuung (Euter- und Stoffwechselgesundheit)

Literatur

BRANDL, E. (1997): Rohmilchkonsum - Risikoberwertung, Risikominimierung. Ber. des TGD-Intensivsemi-nares „30 Jahre Steirischer Eutergesundheitsdienst“, S. 81-90.

BÖHM, H.D., HEESCHEN, W. (1995): Das neue Milchhygienerecht `95. Verlag Thomas Mann, Gelsenkirchen.

DEUTZ, A., FUCHS, K., WAGNER, P., SCHULLER, W., KÖFER, J. (2003): Seroepidemiologische Untersuchungen zur Verbreitung von *Chlamydia psittaci* und *Coxiella burnetii* bei Schafen und Ziegen in der Steiermark. Ber. „Der Wiederkäuer und seine Probleme“, 4. – 6. September, Veterinärmedizinische Universität Wien, 29-30.

DEUTZ, A., OBRITZHAUSER, W. (2003): Eutergesundheit und Milchqualität – Krankheiten erkennen, vorbeugen, behandeln. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart.

DEUTZ A., PLESS P., AWAD-MASALMEH M., SEEMANN A., KÖFER J. (2002): Lebensmittelhygienische Aspekte humanpathogener Keime in Rinderkot. Abstr. 28. ÖGHMP-Jahrestagung, 7. –10. Mai, Meran, P 31.

DEUTZ, A. (2000): Veterinärmedizinischer Beitrag zur Zoonosenforschung. Habilitationsschrift, Vet. Med. Univ., Wien.

DEUTZ, A., PLESS, P., KÖFER, J. (1999): Untersuchungen roher Kuh- und Schafmilch auf humanpathogene Keime. Ernährung - nutrition **23**, 359-362.

DEUTZ, A., OBRITZHAUSER, W., KÖFER, J., HÖNGER, D., GRUBER, H. (1999): Beitrag zur Colimastitis des Rindes - Klinik, Therapie und zoonotische Aspekte. Praktischer Tierarzt **80**, 614-620.

DEUTZ, A., KÖFER, J., PLESS, P., OBRITZHAUSER, W. (1998): Eigenkontrollmaßnahmen in der Direktvermarktung von Milch und Milchprodukten. Der amtstierärztliche Dienst und Lebensmittelkontrolle **5**, 326-328.

DEUTZ, A., KÖFER, J. (1997): Monitoring of udder health and milk hygiene - basis for quality milk production. Proc. World Congress on Food Hygiene, 24. bis 29. August, Den Haag, S. 62.

DEUTZ, A., KÖFER, J. (1996): Minimierung zoonotischer Risiken des Rohmilchkonsums durch planmäßige Überwachung der Tiergesundheit. Hyg. Med. **21**, Suppl. 2, 14-15

FEIERL, G., EIBEL, U., LEHNER, A., SCHNECK, C., DEUTZ, A., PLESS, P., MARTH, E. (1999): Campylobacter jejuni: Outbreak in a Youth Centre. 9th European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, March 21-24, Berlin, p. 391-392.

KRAUSS, H., WEBER, A., ENDERS, B., SCHIEFER, H.G., SLENCZKA, W., ZAHNER, H. (1997): Zoonosen. Von Tier zu Mensch übertragbare Infektionskrankheiten. Deutscher Ärzte-Verlag Köln.

PLESS, P., DEUTZ, A., PÖTSCH, E., ADLER, A., OBRITZHAUSER, W., KÖFER, J. (2000): Influence of Feed Quality and Milking Hygiene on Listeria Prevalence in Raw Milk. Xth Internat. Congr. on Animal Hygiene, 2 – 6 July, Maastricht, p. 343-346.

PLESS, P., DEUTZ, A., KÖFER, J., PÖTSCH, E., OBRITZHAUSER, W. (1999): Einfluß der Silagequalität und der Melkhygiene auf den Listeriengehalt der Rohmilch. 40. DVG-Arbeitstagung - Lebensmittelhygiene, vom 29. September bis 1. Oktober, Garmisch-Partenkirchen, S. 272-277.

Autor

OVR Univ. Doz. Dr. Armin DEUTZ, Steir.Tiergesundheitsdienst der FA 8C – Veterinärwesen beim Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Zimmerplatzgasse 15, A-8010 GRAZ, Tel.: 0316/877/3582;
e-mail: armin.deutz@stmk.gv.at

Auswirkungen geänderter Witterungsbedingungen auf das landwirtschaftliche Versuchswesen

CLEMENS KRÜPL

Einleitung und Fragestellung

Laut IPCC (2001) ist die mittlere globale Oberflächentemperatur im 20. Jahrhundert um ungefähr 0,6°C (± 0,2°C) gestiegen. Weiters wird angemerkt, dass von 1990 bis 2100 die globale mittlere Temperatur voraussichtlich um 1,4 bis 5,8 °C ansteigen wird. Nach WALKER (2002) nimmt im Allgemeinen die Temperatur über den Landmassen stärker zu als im globalen Mittel.

Mit diesem wissenschaftlichen Hintergrund stellt sich die Frage, wie sich in Österreich die Temperaturen entwickelt haben und ob dadurch bereits merkbare Effekte im Versuchswesen bei Getreide nachweisbar sind.

Material und Methoden

Zur Untersuchung der Fragestellung wurden die Wetterdaten der Versuchsstationen Fuchsenbigl (Pannonisches Trockengebiet, Marchfeld) und Lambach – Stadl-Paura (Feuchtgebiet, Oberösterreichisches Alpenvorland) zwischen 1954-2003 herangezogen. Weiters wurden Daten der Wertprüfungsversuche von Wintergerste, Winterweizen, Sommergerste und Sommerweizen an den zuvor genannten Stationen und zur Untermauerung an weiteren Standorten zwischen 1960-2003 verwendet. Im Trockengebiet wurden die Daten folgender Standorte herangezogen: Albrechtsfeld (Seewinkel), Blaustauden (Bez. Laa a. d. Thaya), Gerhaus (Bez. Bruck a. d. Leitha), Großnondorf (Bez. Hollabrunn), Pottendorf und Unterwaltersdorf (Bez. Baden) und Staasdorf (Bez. Tulln). Von den übrigen Lagen konnten die Daten folgender Orte verwendet werden: Eltendorf (Bez. Jennersdorf), Freistadt (Mühlviertel), Gleisdorf, Grabenegg (Bez. Melk), Hörzendorf und Kappel (Bez. St. Veit a. d. Glan), Pultendorf und Prinzersdorf (Bez. St. Pölten), Ritzlhof (Bez. Linz-Land), Schönfeld und Zwettl (Waldviertel), Taufkirchen (Bez. Schärding), Vestenthal (Bez. Amstetten) und Wartberg (Bez. Kirchdorf). Als mögliche veränderte Parameter wurden das Anbau- und Erntedatum sowie das Datum Ährenschieben (BBCH 59, bezogen auf das Versuchsmittel) untersucht. Die Korrelationskoeffizienten wurden nach Pearson berechnet, die Testung auf Signifikanz erfolgte zweiseitig auf dem Niveau von 0,05 und 0,01. Korreliert wurde das jeweilige Erntejahr mit den entsprechenden Werten von Temperatur, Erntedatum, etc.

Ergebnisse und Diskussion

Witterungsänderung

Die Auswertung der Wetterdaten von Fuchsenbigl und Lambach brachten folgendes Bild: Auf den beiden Prüfstellen stieg die Trendlinie der Temperatur zwischen 1955 und 2003 in den Monaten Mai ($r = 0{,}375^{**}$ bzw. $0{,}578^{**}$), Juni ($r = 0{,}305^{*}$ bzw. $0{,}506^{**}$) und Juli ($r = 0{,}331^{*}$ bzw. $0{,}510^{**}$) signifikant an. Welche Auswirkungen diese Erwärmung auf die Versuchstätigkeit hat, soll im Folgenden geklärt werden.

Einfluss auf den Anbautermin

Bei den Wintergetreidearten (Herbstanbau) kann kein signifikanter Effekt festgestellt werden.

Der Frühjahrsanbautermin beim Sommergetreide dagegen hängt hauptsächlich vom Witterungsverlauf ab und könnte Effekte eines geänderten Klimas zeigen. Es konnten jedoch weder im Trockengebiet noch in den Feucht- und Übergangslagen signifikante Veränderungen des Anbaudatums von Sommergerste und Sommerweizen festgestellt werden.

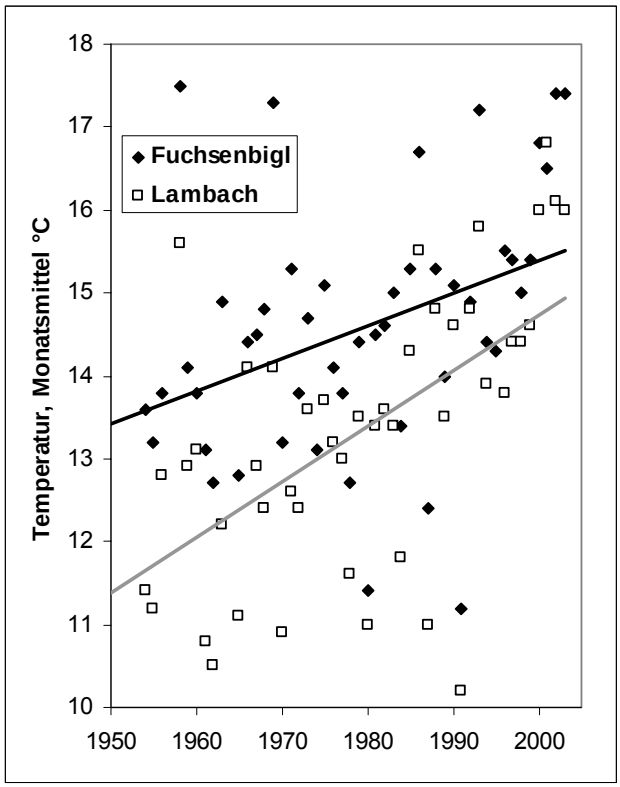


Abb. 1: Mittlere Monatstemperatur im Mai 1954-2003

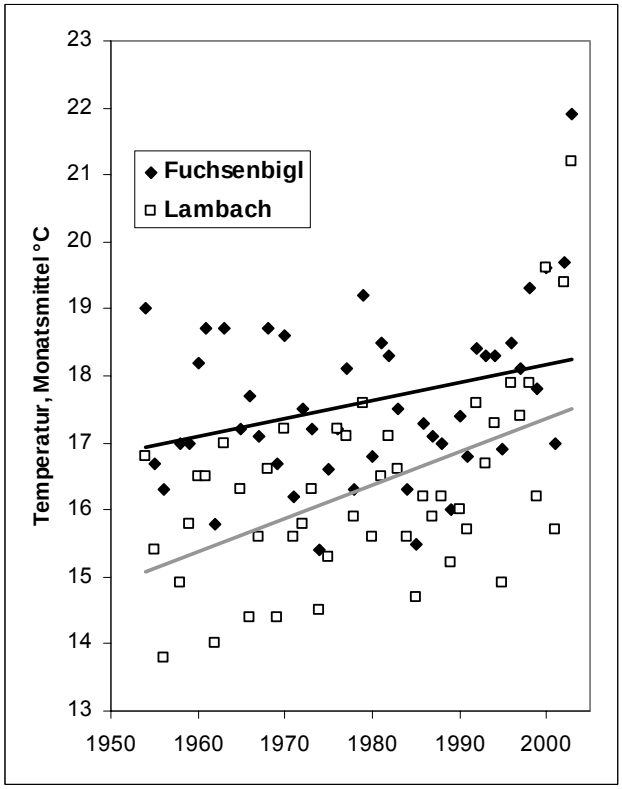


Abb. 2: Mittlere Monatstemperatur im Juni 1954-2003

Einfluss auf das Datum des Ährenschiebens

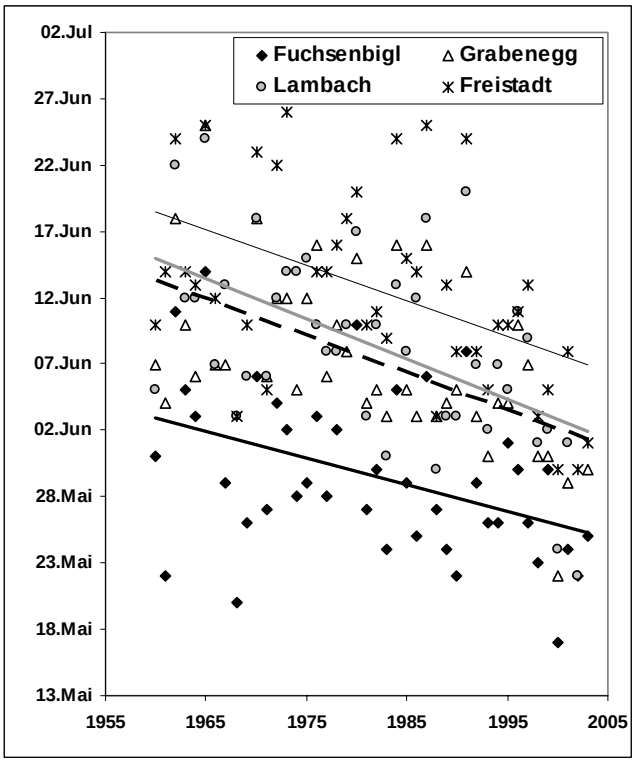
Anders verhielt sich das Datum des Ährenschiebens. Bei Winterweizen ist eine signifikante Verfrühung nachweisbar. Er schiebt durchschnittlich 7 bis 11 Tage früher als in den fünfziger Jahren.Wintergerste schiebt 3 bis 6 Tage und Sommerweizen um 6 bis 12 Tage zeitiger, wobei bei der Korrelation der Daten beider Kulturarten hohe Signifikanzen vorliegen. Nur bei Sommergerste konnte an den Standorten Fuchsenbigl und Grabenegg keine Signifikanz festgestellt werden. Dies ist bei dieser Kulturart mit der Schwierigkeit der exakten Feststellung des Ährenschiebendatums wegen der Kürze des obersten Internodiums erklärbar. Sommergerste reagierte auf die geänderte Witterung an den untersuchten Orten mit einer 1 bis 5-tägigen Vorverlegung des Ährenschiebens.

Einfluss auf den Erntetermin

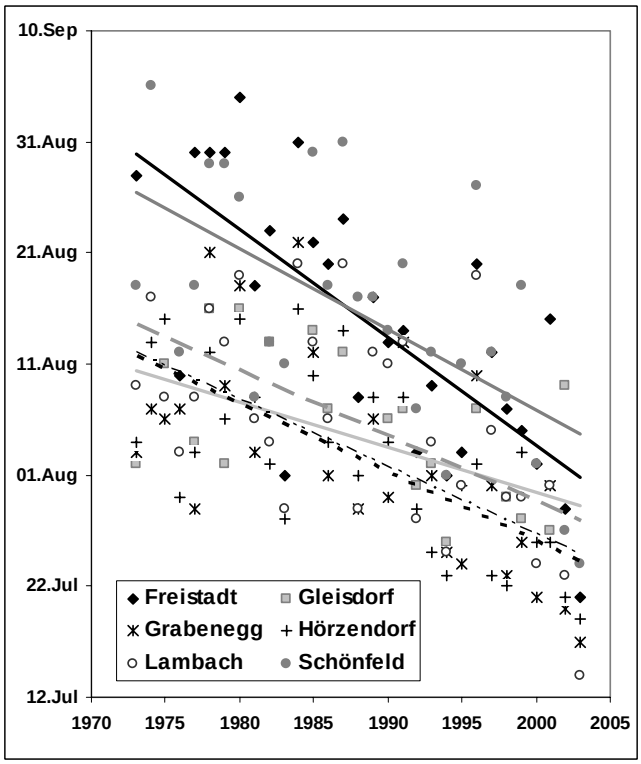
Bei allen vier Getreidearten wurde eine starke Tendenz in Richtung früherer Erntetermine festgestellt, der Feuchtegehalt änderte sich jedoch nicht nennenswert. Winterweizen wird im Trockengebiet im Mittel um 6 bis 16 Tage früher geerntet als im Jahre 1972 (Albrechtsfeld r = -0,509**, Blaustauden r = -0,450*, Fuchsenbigl r = -0,469**, Gerhaus r = -0,450*, Großnondorf r = -0,577**, Pottendorf r = -0,519**, Staasdorf r = -0,582**). In den Feucht- und Übergangslagen fällt besonders die zeitigere Ernte im kühleren Mühl- und Waldviertel auf. So erntet man in Freistadt um beinahe einen Monat früher, in Schönfeld um ca. 20 Tage früher. Es konnte ebenfalls an allen Standorten eine signifikante Verfrühung des Erntetermins festgestellt werden (Eltendorf r = -0,803**, Freistadt r = -0,714**, Gleisdorf r = -0,485**, Grabenegg r = -0,603**, Hörzendorf r = -0,690**, Lambach r = -0,577**, Pultendorf r = -0,605**, Ritzlhof r = -0,526**, Schönfeld r = -0,603**, Taufkirchen r = -0,576**, Vestenthal r = -0,451*, Wartberg r = -0,608**). Sommerweizen wird heutzutage ebenfalls an allen Standorten signifikant früher geerntet als noc**r = 0,305** bzw. 0,506****gl r = -0,502**, Gerhaus r = -0,515**, Großnondorf r = -0,596; Grabenegg r = -0,624**, Gleisdorf r = -0,604**, Schönfeld r = -0,500**)

Wintergerste verhält sich ähnlich. An den untersuchten Standorten verfrühte sich die Ernte um 13-20 Tage. Im Trockengebiet ist dieser Trend weniger ausgeprägt als in den übrigen Lagen. An allen Standorten konnte aber eine signifikante Verfrühung des Erntezeitpunktes festgestellt werden

(Trockengebiet: Blaustauden r = -0,665**, Fuchsenbigl r = -0,579**, Großnondorf r = -0,456*; Übrige Lagen: Gleisdorf r = -0,511**, Grabenegg r = -0,608**, Hörzendorf r = -0,650**, Lambach r = -0,472*, Prinzersdorf r = -0,634**, Ritzlhof r = -0,466*, Taufkirchen r = -0,631**, Wartberg r = -0,502*). Bei Sommergerste kann im Trockengebiet zwar ebenfalls eine Tendenz festgestellt werden, meist ist diese statistisch aber nicht abzusichern (Ausnahme: Gerhaus r = -0,569** und Großnondorf r = -0,611**). In den Feucht- und Übergangslagen dagegen nimmt an allen Orten das Erntedatum im Laufe der Jahre signifikant ab (Freistadt r = -0,727**, Gleisdorf r = -0,574**, Grabenegg r = -0,368*, Hörzendorf r = -0,667**, Kappel r = -0,652**, Lambach r = -0,581**, Schönfeld r = -0,515**, Zwettl r = -0,647**). Die deutlichste Ernteverfrühung wurde in Freistadt mit 16 Tagen ermittelt.



r = -0,485** bis -0,714**



r = -0,423** bis -0,535**

Abb. 3: Winterweizen 1960-2003: Verfrühung des Ähren- schiebens gemessen am Versuchsmittel

Abb. 4: Winterweizen 1972-2003: Entwicklung des Erntetermins

Eine Verfrühung des Erntetermins durch Züchtungseffekte kann weitgehend ausgeschlossen werden, da OBERFORSTER (1999) keinen oder nur einen sehr geringen Züchtungsfortschritt beim Ährenschieben und bei der Gelbreife feststellen konnte.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Bedingt durch den Klimawandel sind viele Veränderungen in der Natur erkennbar. Im landwirtschaftlichen Versuchswesen wirkt sich die Temperaturerhöhung auf mehrere Parameter aus. Ausgewertet wurden die Wertprüfungsdaten aus den Jahren 1960 bis 2003 von Wintergerste, Winterweizen, Sommergerste und Sommerweizen. Zwar hat sich der Anbautermin nicht signifikant verändert, das Ährenschieben beginnt jedoch meist signifikant früher. Geerntet wird ebenfalls bei Sommergerste im Durchschnitt um 3 bis 19 Tage, bei den übrigen untersuchten Kulturarten um 11 bis 30 Tage in den meisten Fällen signifikant zeitiger. Daraus resultiert eine kürzere Vegetationsperiode. In Zukunft wird daher die Züchtung auf Trockenheitstoleranz an Bedeutung gewinnen um mit neuen Sorten an die geänderten Klimabedingungen besser adaptiert zu sein.

Literatur

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001): Klimawandel 2001: Die wissenschaftliche Basis - Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. WGI 3rd Assessment Report, Übersetzt durch Greenpeace, Shanghai.

OBERFORSTER, M. (1999): Ergebnisse und Perspektiven der Züchtung auf Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und Ertrag bei Gerste und Weizen im Spiegel der österreichischen Wertprüfung 1960-1999.Bericht über die Arbeitstagung 1999 (Jubiläumstagung) der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, Gumpenstein.

WALKER, A. (2002): Die Erwärmung schreitet immer schneller voran. Medienservice W1, Zürich.

Autor

DI Clemens KRÜPL, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191,A-1226 WIEN,
e-mail: clemens.kruepl@ages.at

Kulturpflanzen im Klimawandel: I. Einfluss erhöhter CO_2-Konzentration und Temperatur (+3 °C) auf Photosynthese und Wasserhaushalt von *Triticum durum* L.

RITA B. LINKE, H. R. BOLHÀR-NORDENKAMPF, MARGIT H. MEISTER & ERWIN PFUNDTNER

Einleitung

Die fortschreitende Klimaänderung wird sowohl natürliche als auch forstliche sowie Agrarökosysteme betreffen. In natürlichen bzw. naturnahen Ökosystemen werden sich die Artenzusammensetzung (Biodiversität) ebenso wie die Netto-Primärproduktion ändern, sodass auch Auswirkungen auf die Konsumenten (Herbivore, Karnivore) zu erwarten sind. Im agrarischen Bereich hingegen kann durch Selektion von Sorten und geeignete kulturtechnische Maßnahmen rasch und zielführend eine Anpassung an die veränderten Bedingungen erreicht werden. Nachdem die Klimaveränderung ein fortschreitender Prozess ist, müssen auch die agrarischen Maßnahmen ein dynamischer Prozess sein. Dies zu bewerkstelligen bedarf es fundierten Wissens über die Reaktionen von Nutzpflanzen auf die sich laufend verändernden Kulturbedingungen. Die Änderungen in den Kulturparametern betreffen die Wasserversorgung (Trockenstress), erhöhtes Temperaturniveau (Atmungsverluste), CO_2-Anreicherung (Kohlenstoffverteilung) und den Einfluss verschiedener Spuren- (Treibhaus)-gase, aber auch die dadurch geförderte Bildung von Ozon.

Das vorliegende Projekt wurde darauf abgestellt, möglichst viele Reaktionen des pflanzlichen Metabolismus im Laufe der Ontogenie zu erfassen, wobei in Klimakammern diverse unterschiedliche Klimaszenarien (CO_2, Temperatur und Trockenheit) simuliert werden können.

Material und Methode

Hartweizen, *Triticum durum* L., wurde in Kick-Brauckmann Gefäßen in zwei Klimakammern der AGES Wien (Agentur für Gesundheits- und Ernährungssicherheit) angebaut. Als Kultursubstrat wurde eine Mischung aus zwei Teilen Ackererde (6,33 kg; A-Horizont, Fuchsenbigl) und einem Teil Quarzsand (3,17 kg) verwendet. In der einen Klimakammer wurden die Pflanzen unter gegenwärtigen klimatischen Verhältnissen (367 $\mu l.l^{-1}$) kultiviert, während in der zweiten Klimakammer ein Klimaszenario für das Jahr 2100 (700 $\mu l.l^{-1}$ bei gleichzeitiger Erwärmung um +3°C; IPCC, Modell A1B), unter Bedachtnahme des Jahreszeitenverlaufs der Vegetationsperiode, simuliert wurde. Zusätzlich wurden den Pflanzen in jeder der Kammern unterschiedliche Wasser- und N-Versorgungsstufen geboten: Optimale Wasserversorgung (75 % Wasserhaltekapazität des Bodens) und milder Trockenstress (45 % Wasserhaltekapazität des Bodens) wurden kombiniert mit geringer Stickstoffgabe (0,75g N/10kg Erde) und reichlicher Stickstoffgabe (2,25g N/10kg Erde). Die Kombination der unterschiedlichen Wasser- und Stickstoffversorgung ergab in den beiden Klimakammern jeweils vier verschiedene Versuchansätze:

N1W1 - geringe Stickstoffversorgung, milder Trockenstress;

N1W3 - geringe Stickstoffversorgung, optimale Wasserversorgung;

N3W1 - gute Stickstoffversorgung, milder Trockenstress;

N3W3 - gute Stickstoffversorgung. optimale Wasserversorgung.

Die Wachstumsperiode wurde in drei Jahreszeiten untergliedert:

Frühling:	Tag: 7-14°C/ 60-80% RH; Nacht: 6-12°C/ 75-90% RH
Frühsommer:	Tag: 13-23°C/ 50-90% RH; Nacht: 12-20°C/ 60-90% RH
Sommer:	Tag: 17-28°C/ 40-85% RH; Nacht: 14-20°C/ 50-90% RH

(In dem Klimaszenario für das Jahr 2100 wurden die hier angegebenen Temperaturwerte um +3°C erhöht.) Die Photoperiode nahm von 13,5h im Frühling auf 15,5h im Frühsommer und schließlich auf 17,17h im Sommer zu. Die maximale Lichtintensität (400 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$) wurde nach einer Stunde

Morgendämmerung (1,3h im Sommer) erreicht und blieb konstant bis zur Abenddämmerung. Die gewählten Temperaturwerte und Luftfeuchtigkeiten basieren auf Durchschnittswerten lokaler Klimadaten der letzten zehn Jahre.

Die pflanzenphysiologischen Untersuchungen wurden zu drei ontogenetischen Zeitpunkten durchgeführt: im Stadium des Schossens (Frühling), im Stadium des Ährenschiebens (Frühsommer) und im Stadium der frühen Milchreife (Sommer). Der sich durch die Einwirkung von erhöhter CO_2-Konzentration und Temperatur ergebende Unterschied in der pflanzlichen Entwicklung wurde bei den einzelnen Messungen berücksichtigt. Alle physiologischen Untersuchungen wurden jeweils am jüngsten voll entwickelten Blatt durchgeführt.

Die für die Folgende Diskussion ausgewählten Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die optimal N-Versorgten Pflanzen. Weiters wird bei der Blattleitfähigkeit und der Spaltöffnungsdichte (Stomatadichte) nur auf der Ergebnisse der Blattoberseiten eingegangen.

Für die Messung der Photosyntheseraten (A-Ci Kurven) wurde ein portables Photosynthesemessgerät verwendet (Li 6400 Portable Photosynthesis System; LiCor Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Die Photosyntheseraten wurden bei sättigendem Licht (600 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$) sowie aktueller Temperatur und Luftfeuchte gemessen.

Die Messungen der Blattleitfähigkeit wurde mit einem Porometer (steady state porometer; PMR-1, PP-Systems, U.K.) durchgeführt.

Für die Bestimmung des osmotischen Potentials wurden im Stadium des Schossens, des Ährenschiebens und der frühen Milchreife Blattproben vor der Morgendämmerung und nach mehrstündiger Belichtung entnommen. Die Messung des osmotischen Potentials wurde mit einem Gefrierpunktosmometer (The advanced TM Micro Osmometer, Model 3MO Plus, Norwood, Massachusetts, USA) durchgeführt.

Für die Herstellung der Blattabdrücke wurden Objektträger aus polymethyliertem Polymetracrylat (PMMA) verwendet. Die Oberfläche wurde mit Hilfe eines Tropfens Methylethylketon „aufgeweicht" und ein kleines Stück eines jüngsten voll entwickelten Blattes mit Hilfe eines Metallzylinders daraufgepresst. Nach etwa fünf Minuten wurden der Metallzylinder und das Blattstückchen entfernt (Details siehe Meister und Bolhàr-Nordenkampf, 2002).

Ergebnisse und Diskussion

Die **Photosyntheseraten** von *Triticum durum* L. zeigten eine deutliche Beeinflussung durch eine Erhöhung der CO_2-Konzentration in Kombination mit einer Temperaturerhöhung um +3°C (Abb. 1). Im Stadium des Schossens (Frühling) führte eine Veränderung der klimatischen Verhältnisse zu einer Reduktion der lichtgesättigten Photosyntheserate (A_{sat}; gemessen bei den jeweiligen Wachstumsbedingungen), während im Stadium des Ährenschiebens (Frühsommer) und der frühen Milchreife (Sommer) signifikant höhere Photosyntheseraten beobachtet werden konnten ($p < 0{,}001$). VOGEL und CURTIS (1995) fanden bei *Alnus glutinosa*, dass eine Erhöhung der CO_2-Konzentration zu einem rascheren Anstieg der Assimilationsraten in der Entwicklung führte und diese auch länger erhalten blieb als bei Pflanzen unter heutigen klimatischen Bedingungen. Aus dieser Beobachtung ergibt sich, dass die größten Unterschiede zwischen den beiden Klimaszenarien gegen Ende der Vegetationsperiode auftreten, was auch in der vorliegenden Studie der Fall war. SIONIT et al. (1984) beschreiben ebenfalls eine positive Beeinflussung der Photosyntheseraten durch den Einfluss erhöhter CO_2-Konzentration in Kombination mit einer Temperaturerhöhung.

Milder Trockenstress reduzierte A_{sat} bei erhöhter CO_2-Konzentration und Temperatur während der gesamten Wachstumsperiode, während unter derzeitigen klimatischen Verhältnissen, eine Reduktion der Photosyntheseraten nur im Stadium der frühen Milchreife erkennbar war.

Eine Erhöhung der CO_2-Konzentration bei gleichzeitiger Erwärmung führte im Stadium des Schossens und des Ährenschiebens zu einer signifikanten Reduktion ($p \leq 0{,}001$) des **osmotischen Potentials** (negativer), wohingegen im Stadium der frühen Milchreife ein signifikanter Anstieg (weniger negativ) dieses beobachtet werden konnte ($p \leq 0{,}002$; Abb. 2). SIONIT et al. (1980) beschreiben ebenfalls eine Reduktion des osmotischen Potentials unter dem Einfluss erhöhter CO_2-Konzentration bei Weizen. Aufgrund der Tatsache, dass viele der Substanzen, die zu einer osmotischen Anpassung der Pflanze

beitragen Produkte aus der Photosynthese sind, ist es nicht überraschend, dass eine erhöhte CO_2-Konzentration das osmotische Potential der Pflanzen beeinflussen kann (MORGAN, 1984).

Milder Trockenstress führte ebenfalls, unabhängig von den Klimaverhältnissen, zu einer Reduktion des osmotischen Potentials. Es ist bekannt, dass Trockenheit zu einer Reduktion des osmotischen Potentials führt (z.B. REKIKA, 1998; SCHONFELD et al., 1988) und dadurch die Aufrechterhaltung des Turgors ermöglicht. Eine Reduktion des osmotischen Potentials durch den Einfluss erhöhter CO_2-KOnzentration kann also einen positiven Einfluss auf physiologische Prozesse wie die Blattleitfähigkeit oder die Photosynthese haben, wie es auch von CONROY et al. (1988) bei der Sonnenblume beobachtet wurde.

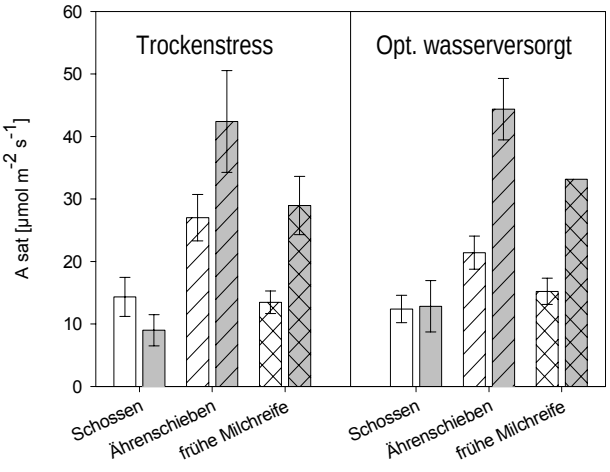


Abb. 1: Darstellung der lichtgesättigten Photosyntheseraten (A_{sat}) im Verlauf der Vegetationsperiode. Pflanzen optimal N-versorgt.

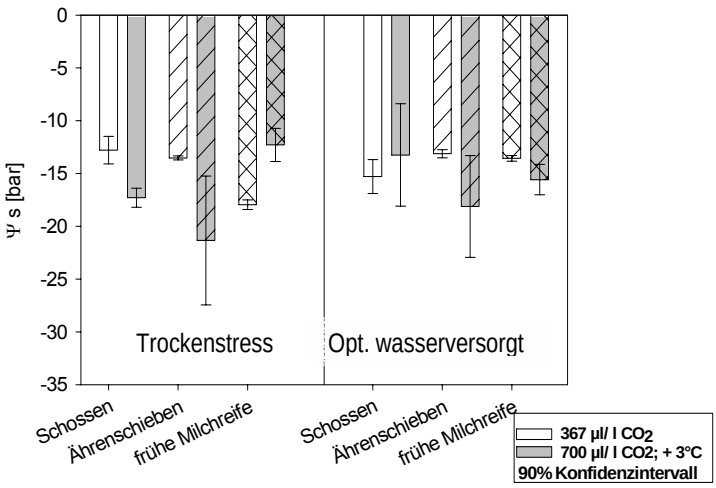


Abb. 2: Darstellung des osmotischen Potentials (Mittagsmessung) der optimal N-versorgten Pflanzen im Verlauf der Entwicklung.

Im Stadium des Schossens zeigte sich auf der Blattoberseite der unter erhöhter CO_2-Konzentration und Temperatur kultivierten Pflanzen eine signifikant ($p < 0{,}001$) geringere **Blattleitfähigkeit** als bei den unter gegenwärtigen Bedingungen kultivierten. In der weiteren Entwicklung kehrte sich dieser Trend um und führte zu signifikant ($p < 0{,}001$) erhöhten Leitfähigkeitswerten unter erhöhter CO_2-Konzentration und Temperatur (Abb. 3). Dieses Ergebnis steht in Einklang mit jenem von FERRIS et al. (1996), die bei *Lolium perenne* L. eine Reduktion der Blattleitfähigkeit im Frühling und einen leichten Anstieg dieser im Sommer gefunden haben. Berichten in der Literatur zufolge führt eine Erhöhung der CO_2-Konzentration in den meisten Fällen zu einer Reduktion der Blattleitfähigkeit (z.B. FERRIS et al., 1996; MITCHELL et al., 2001; RADOGLOU et al., 1992; TUBA et al., 1994). Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen steht jenes von APPLE et al. (2000), die keine Veränderung der Blattleitfähigkeit durch den Einfluss erhöhter CO_2-Konzentration fanden, aber eine Zunahme unter erhöhter Temperatur. Die höchsten Blattleitfähigkeiten wurden in dieser Studie unter erhöhter CO_2-Konzentration in Kombination mit einer Temperaturerhöhung gefunden. Dies führt zu dem Schluss, dass die erhöhten Blattleitfähigkeiten, die in der vorliegenden Studie gefunden wurden, zumindest zum Teil, auf die Temperaturerhöhung zurückzuführen sind.

Trockenstress führte, unabhängig von klimatischen Bedingungen auf der Blattober- und -unterseite, zu einer geringeren Leitfähigkeit.

Das angenommene Klimaszenraio für das Jahr 2100 führte sowohl zu Beginn der Vegetationsperiode (Schossen) als auch gegen Ende (frühe Milchreife) zu einer signifikanten Zunahme der **Stomatadichte** ($p \leq 0{,}006$; Abb. 4). Bezüglich der Auswirkungen erhöhter CO_2-Konzentration auf die Stomatadichte zeigt sich ein uneinheitliches Bild. Am häufigsten sind Berichte, denen zu Folge die Anzahl der Stomata pro mm² Blattfläche bei erhöhter CO_2-Konzentration abnimmt (CROXDALE,1998; MORISON,

1998; WOODWARD, 1988) oder unverändert bleibt (DE MOTHES, 1996). REDDY et al. (1998), beschreiben jedoch eine Zunahme der Stomatadichte als Folge einer Verdoppelung der CO_2-Konzentration, wie sie auch im vorliegenden Versuch beobachtet werden konnte. Auch bei GINDEL et al. (1969) und RADOGLOU (1993) finden sich Berichte über eine Erhöhung der Stomatadichte durch eine Erhöhung der atmosphärischen CO_2-Konzentration.

Mit Ausnahme der unter erhöhter CO_2-Konzentration kultivierten Pflanzen im Stadium des Schossens zeigte sich auf der Blattoberseite, dass milder Trockenstress zu einer Reduktion der Stomatadichte führte. Untersuchungen an Gräsern zeigen bezüglich der Veränderung der Stomatadichte bei unterschiedlicher Wasserversorgung divergierende Ergebnisse. QUARRIE und JONES (1977) fanden bei Versuchen mit *Triticum aestivum* unter Trockenstress am Fahnenblatt eine Erhöhung der Stomatadichte, wobei die Stomata unter diesen Bedingungen signifikant kleiner waren als bei optimaler Wasserversorgung. CROXDALE et. al. (1998) beschreiben ebenfalls eine Reduktion der Anzahl der Stomata pro Blatt durch den Einfluss von Trockenstress oder die Applikation von Abscisinsäure.

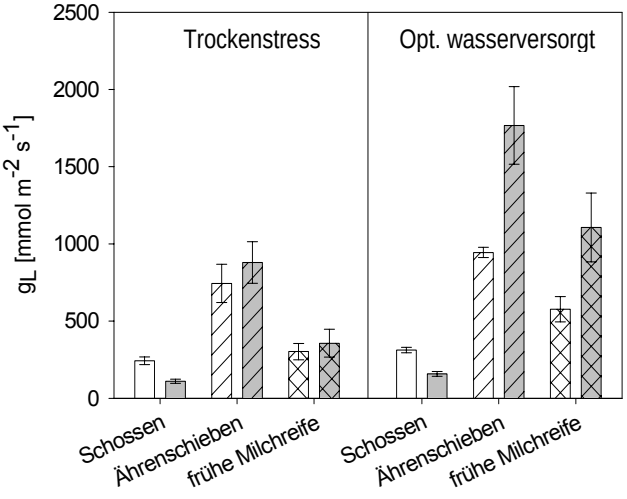


Abb. 3: Darstellung der Blattleitfähigkeit (g_L) der Blattoberseite im Verlauf der Vegetationsperiode. Pflanzen optimal N-versorgt.

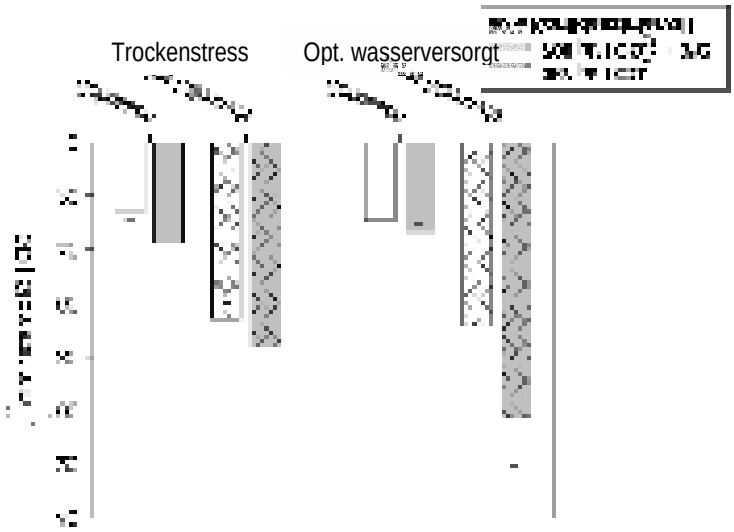


Abb. 4: Darstellung der Spaltöffnungsdichte (Stomatadichte) auf der Blattoberseite im Verlauf der Entwicklung. Optimal N-versorgten Pflanzen

Literatur

APPLE M., et. al. (2000). "Morphology and stomatal function of douglas fir needles exposed to climate change: elevated CO_2 and temperature." Int. J. Plant Sci. 161(1): 127-132.

CONROY J.P., VIRGONA J.M., SMILLIE R.M., BARLOW E.W., (1988). "Influence of drought acclimation and CO2 enrichment on osmotic adjustment and chlorophyll a fluorescence of sunflower during drought." Plant Physiology 86: 1108-1115.

CROXDALE J. (1998). "Stomatal patterning in monocotyledons: *Tradescantia* as a model system." Journal of Experimental Botany 49: 279-292.

FERRIS R., N. I., BEHAEGHE T., IMPENS I., (1996). "Elevated CO2 and temperature have different effects on leaf anatomy of perennial ryegrass in spring and summer." Annals of Botany 78: 489 - 497.

GINDEL I., (1969). "Stomata constellation in the leaves of cotton, maize and wheat. Plants as a function of soil moisture and environment." Physiologia Plantarum 22: 1143-1151.

MEISTER M.H., BOLHÀR-NORDENKAMPF H.R. (2002). „Stomata imprints: A new and quick method to count stomata and epidermis cells.“ In: Handbook of plant ecophysiology. Ed.: Manuel J. Reigosa Roger, Kluwer Academic Publishers

MITCHELL R. A. C., MITCHELL V. J., LAWLOR D. W., (2001). “Response of wheat caopy CO2 and water geas-exchange to soil water content under ambient and elevated CO2.” Global Change Biology 7: 599-611.

MORGAN J.M., (1984). „Osmoregulation and water stress in higher plants.“ Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 35: 299-319.

MORISON J. I. L. (1998). “Stomatal response to increased CO_2 concentration.” Journal of Experimental Botany 49: 443-452.

QUARRIE S. A., JONES H. G. (1977). “Effects of abscisic acid and water stress on development and morphology of wheat.” Journal of Experimental Botany 28(102): 192-203.

RADOGLOU K. M., A. P., JARVIS P. G., (1992). “Response of photosynthesis, stomatal conductance and water use efficiency to elevated CO2 and nutrient supply in acclimated seedlings of Phaseolus vulgaris L.” Annals of Botany 70: 257-264.

RADOGLOU K. M., JARVIS P. G. (1993). “Effects of atmospheric CO_2 enrichment on early growth of *Vicia faba*, a plant with large cotyledons.” Plant Cell and Environment 16: 93-96.

REKIKA D., N. N. M., ARAUS J. L., MONNEVEUX P., (1998). “Effects of water defficits on photosynthetic rate and osmotic adjustment in tetraploid wheats.” Photosynthetica 35(1): 129-138.

SCHONFELD M.A., JOHNSON R.C., CARVER B.F., MORNHINWEG D.W., (1988). “Water relations in winter wheat as drought resistance indicators.” Crop Science 28: 526-531.

SIONIT N., H. H., STRAIN B. R., (1980). “Growth and yield of wheat under CO2 enrichment and water stress.” Crop Science 20: 687-690.

SIONIT N., R. H. H., BINGHAM G. E., STRAIN B. R., (1984). “Photosynthesis and stomatal conductance with CO2 enrichment of container- and field-grown soybean.” Agronomy Journal 76: 447-451.

TUBA Z., S. K., KOCH J., (1994). “Response of photosynthesis, stomatal conductance, water use efficiency and production to long-term elevated CO2 in winter wheat.” Journal of Plant Physiology 144: 661-668.

VOGEL C. S., CURTIS P. S. (1995). “Leaf gas exchange and nitrogen dynamics of N2-fixing, field-grown Alnus glutionosa under elevated atmosoheric CO2.” Global Change Biology 1: 55-61.

WOODWARD F. I., BAZZAZ F. A. (1988). “The response of stomatal density to CO_2 partial pressure.” Journal of Experimental Botany 39(209): 1771-1781.

Autoren

Mag. Rita B. LINKE, H. R. BOLHÀR-NORDENKAMPF, Mag. Dr. Margit H. MEISTER, Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz, Althanstrasse 14, A-1090 WIEN, e-mail: r.linke@gmt.at

DI Erwin PFUNDTNER, AGES, Institut für Bodengesundheit, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN

Kulturpflanzen im Klimawandel
Teil II: Einfluss erhöhter CO2-Konzentration und Temperatur (+3 °C) auf Ertrag und Qualität von Triticum durum L.

ERWIN PFUNDTNER, RITA LINKE, GEORG DERSCH, MANFRED MAZOREK, KARIN BÖHM

Einleitung

Der anthropogene Einfluss auf das Klima ist seit Anfang der neunziger Jahre evident. Die Konzentration von klimarelevanten Spurengasen in der Erdatmosphäre ist trotz Kyoto-Protokoll im Ansteigen begriffen. Als Folgen der Klimaveränderung wird durch häufigere klimatische Extremsituationen und dem Verlust von landwirtschaftlicher Nutzfläche mit zunehmenden Problemen bei der Bereitstellung ausreichender Nahrungsmittelmengen gerechnet. Dazu kommt ein weiterer Anstieg der Weltbevölkerung, die im Jahr 2100 schon mehr als 11 Milliarden Menschen betragen könnte. Die Lebensmittelversorgung dieser Zahl von Menschen wird zum Großteil auf einem geringeren Flächenangebot durch die Landwirtschaft der höher entwickelten Länder aufrecht erhalten werden müssen, wobei auf maximale Nutzungseffizienz der Ressourcen Wasser und Stickstoff zu achten sein wird. Aus diesen Gründen ist es für Österreich von großer Bedeutung den Einfluss unterschiedlicher Wasser- und Stickstoffversorgung bei erhöhtem CO_2-Gehalt und erhöhter Temperatur auf die Ertragsbildung von Kulturpflanzen unter den spezifischen klimatischen Bedingungen Ostösterreichs zu erfassen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden durchgeführt, um abschätzen zu können wie sich der Ertrag, der Proteingehalt und die Ertragskomponenten ährentragende Halme, Kornzahl pro Ähre und Tausendkorngewicht von Sommerdurumweizen unter erhöhter Temperatur und erhöhter [CO_2] im Vergleich zu heutigen Klimabedingungen im Osten Österreichs verhalten.

Material und Methode

Die praktische Versuchsdurchführung wird bei LINKE et al. im Teil I: Einfluss erhöhter CO_2-Konzentration und Temperatur (+3°) auf Photosynthese und Wasserhaushalt von Triticum durum L. beschrieben.

Ergebnisse und Diskussion

Die Weizenpflanze durchläuft im Zuge ihrer Entwicklung von der Aussaat bis zur Ernte verschiedene phänologische Entwicklungsstadien, die in dem zweistelligen BBCH – Code in 9 Makrostadien (EC Stadien) unterteilt sind. Abbildung 1 zeigt den mittleren Entwicklungsverlauf der Sommerdurum-pflanzen in Abhängigkeit von den beiden untersuchten Klimavarianten „ambient“ (heutige Klimasituation im Osten Österreichs) und „elevated“ (prognostizierte Klimasituation im Jahre 2100 mit einer Verdoppelung des [CO_2] und einer Temperaturerhöhung um 3°C). Die Varianten Stickstoffversorgung (N1 und N3) und Wasserversorgung (W1 und W3) führten zu keinen bzw. nur geringfügigen Abweichungen im Entwicklungsverlauf. Die Vegetationszeit, d.h. der Zeitraum von der Aussaat bis Totreife dauerte unter heutigen Klimaverhältnissen 134 Tage und verkürzte sich unter erhöhter [CO2] und Temperatur auf 116 Tage. Die Weizenpflanzen erreichten das Stadium des Schossens (EC 30) um 6 Tage, das des Ährenschiebens (EC 50) um 12 Tage und das Stadium der Milchreife (EC 73) um 13 Tage früher. Die Wachstums- und Entwicklungsprozesse wurden v.a. durch die höheren Temperaturen beschleunigt, wodurch sich die einzelnen phänologischen Stadien verkürzten. Erhöhte Temperatur und [CO_2] begünstigen normalerweise zwar die Assimilatbildung und –einlagerung, aber die Temperaturerhöhung führt zu höheren Atmungsverlusten und zu einer früheren Seneszenz der Pflanzen, welche eine kürzere Lebensdauer der Assimilationsfläche zur Folge hat. Dies könnte die Ursache sein für die in der vorliegenden Studie gefundenen höheren Photosyntheseraten zum Zeitpunkt des Ährenschiebens und der frühen Milchreife (siehe Teil I, LINKE et al.), aber niedrigeren Biomasseerträgen (siehe Tabelle 1 und 2) nach der Ernte unter erhöhter [CO_2] und Temperatur. MITCHELL et al. (1993) fanden im Glashaus bei Winterweizen unter erhöhter [CO_2] und Temperatur (+4°C) in früheren Entwicklungsstadien höhere Biomasseerträge als unter „ambient“

Klima. Zum Zeitpunkt der Reife waren die Biomasseerträge unter den derzeitigen Klimabedingungen jedoch höher als die korrespondierenden Varianten unter „elevated“ Klima. DELGADO et al. (1994) und VAN OIJEN et al. (1998) konnten bei ihren Untersuchungen ebenfalls eine Verkürzung der Lebensdauer des Blattapparates bei Sommerweizen nach einer Temperaturerhöhung feststellen.

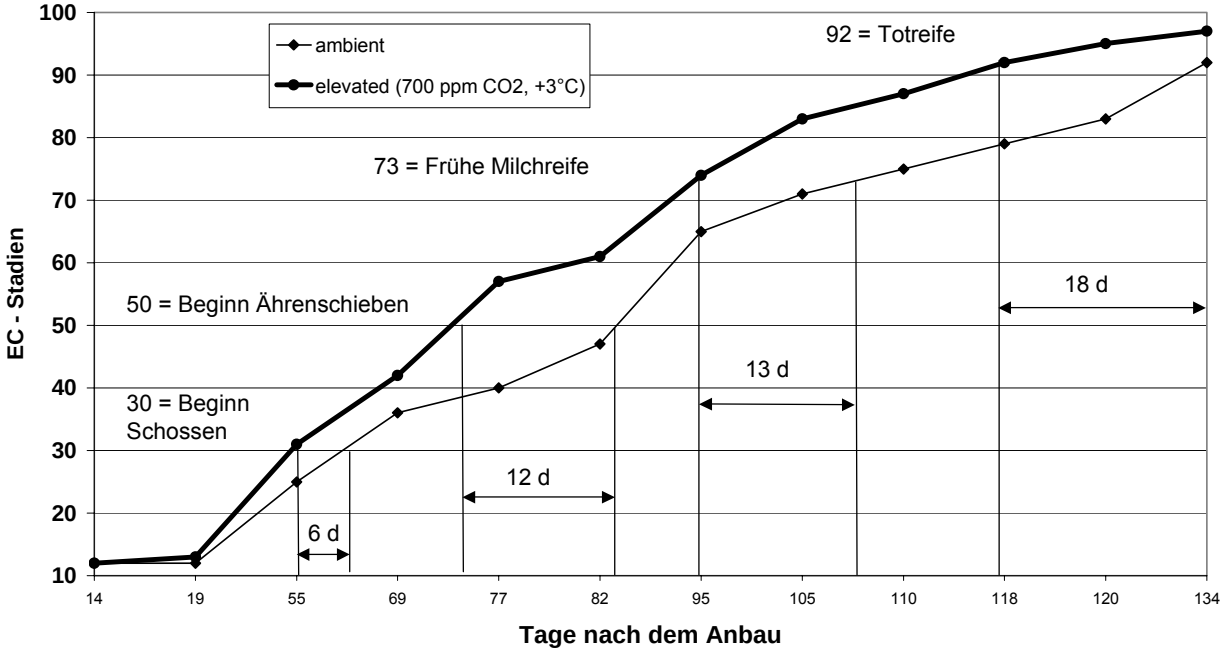


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der phänologischen Entwicklungsstadien von Triticum Durum im Phytotron unter heutigen („ambient“) und für 2100 prognostizierten („elevated“) Klimaverhältnissen

Milder Trockenstress (Tabelle 1) führte im Vergleich mit den optimal mit Wasser versorgten Pflanzen (Tabelle 2) unabhängig von den Klimavarianten und der Stickstoffversorgung zu einer deutlichen Reduktion der **Kornerträge**. Die Ertragssteigerungen durch die höhere Stickstoffversorgung (N3) blieben von erhöhter Temperatur und erhöhtem [CO_2] unbeeinflusst, bei günstiger Wasserversorgung wurde der eingesetzte Stickstoff effizienter verwertet.

Die Erhöhung der CO_2 -Konzentration bei gleichzeitigem Temperaturanstieg führte in allen Fällen zu einer Verminderung des Kornertrages. Diese Mindererträge stehen in Zusammenhang mit den durch die höhere Temperatur verursachten verkürzten Entwicklungsstadien der Weizenpflanzen. BENDER et al.(1999) berichten in diesem Zusammenhang, dass in Open Top Chambers bei Sommerweizen eine Verdoppelung der [CO_2] ohne Veränderung der Temperatur zu Ertragssteigerungen von 11-121% geführt hat. Bei gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur kam es jedoch zu signifikanten Mindererträgen. Der positive Effekt auf den Weizenertrag durch die Erhöhung des [CO_2] dürfte durch die negative Auswirkung der Temperaturerhöhung aufgehoben worden sein. Diese negative Beeinflussung des Weizenertrages durch eine Temperatursteigerung im Zusammenhang mit einer Verdoppelung des [CO_2] wurde auch von MITCHELL et al. (1993) im Glashaus festgestellt.

Die Ertragsleistung für Getreide setzt sich aus den Ertragskomponenten ährentragende Halme, Kornzahl pro Ähre und Tausendkorngewicht zusammen.

Tabelle 1: Erträge und ertragsbestimmende Parameter sowie Proteingehalt von Durumweizen in Abhängigkeit von Klima und Stickstoffdüngung **bei mildem Trockenstress (W1)**

Klima	ambient		elevated		
Stickstoffdüngung	N1	N3	N1	N3	GD(5%)
Biomasse gesamt (gTS/Topf)	72,4	94,1	64,7	83,0	9,1
Kornertrag (gTS/Topf)	**33,6**	**39,4**	**29,1**	**35,8**	4,1
Strohgewicht (g/Topf)	38,8	54,7	35,6	47,2	4,0
Ährenzahl/Topf	33,7	43,0	31,5	35,7	8
Körner/Ähre	21,8	16,9	22,8	27,7	4
Tausendkorngewicht	45,6	46,9	40,4	40,5	3,2
Proteingehalt (%)	12,2	17,9	12,4	18,7	2,2

TS Trockensubstanz GD Grenzdifferenz

Tabelle 2: Erträge und ertragsbestimmende Parameter sowie Proteingehalt von Durumweizen in Abhängigkeit von Klima und Stickstoffdüngung **bei optimaler Wasserversorgung (W3)**

Klima	ambient		elevated		
Stickstoffdüngung	N1	N3	N1	N3	GD(5%)
Biomasse gesamt (gTS/Topf)	85,3	115,3	82,6	109,0	9,1
Kornertrag (gTS/Topf)	**41,1**	**55,5**	**38,5**	**49,9**	4,1
Strohgewicht (g/Topf)	44,2	59,8	44,1	59,1	4,0
Ährenzahl/Topf	39,0	73,5	37,5	65,0	8
Körner/Ähre	23,1	17,1	25,5	20,1	4
Tausendkorngewicht	45,6	44,2	40,3	38,2	3,2
Proteingehalt (%)	10,4	15,3	11,0	14,7	2,2

TS Trockensubstanz GD Grenzdifferenz

Ausreichende Bestandesdichten gelten als die erste und zugleich wichtigste Vorraussetzung für hohe Erträge. Die **Ährenzahl/Topf** konnte in der vorliegenden Untersuchung durch eine hohe Stickstoffgabe erwartungsgemäß deutlich gesteigert werden (siehe Tabellen 1 und 2). Die Steigerungsraten fielen in Verbindung mit mildem Trockenstress deutlich geringer aus (+28% unter heutigen Klimabedingungen und +13 % unter erhöhter Temperatur und erhöhter [CO_2]) als bei optimaler Wasserversorgung (+88% unter heutigen Klimabedingungen und +73 % unter erhöhter Temperatur und erhöhter [CO_2]). Auffallend war die äußerst geringe Stickstoffwirkung auf die Bestandesdichte unter Wasserstress und erhöhter Temperatur und [CO_2].

Die Anlage der Ährenstufen beginnt bereits während der Bestockung, etwa nach dem ersten Drittel der Schoßphase ist dieser Vorgang abgeschlossen. Danach werden die Kornanlagen zahlenmäßig wieder verringert, die verbleibenden Anlagen werden bis zum Korn weiterentwickelt. Die starke Verringerung der **Kornzahl/Ähre** bei hohen Bestandesdichten, wie zum Beispiel bei optimaler N- und Wasserversorgung (W3N3) in beiden Klimaszenarien bzw. höherer Kornzahl/Ähre bei niedriger Bestandesdichte, wie bei W3N3 unter „elevated“ Klimabedingungen, gehören zu den bekannten Kompensationsprozessen in der Ertragsstruktur.

Die Ertragskomponente **Tausendkorngewicht** wurde weder durch die Stickstoffdüngung noch durch die Wasserversorgung beeinflusst. Erhöhte Temperatur und erhöhte [CO_2] reduzierten die Tausendkorngewichte sowohl bei beiden Stickstoffvarianten, als auch unter Trockenstress und bei optimaler Wasserversorgung. Für die Kornausbildung spielt die Dauer der Kornfüllungsphase eine zentrale Rolle. Ausschlaggebend für die Verminderung der Tausendkorngewichte unter „elevated“ Klimabedingungen war wahrscheinlich die verkürzte Zeit der Kornausbildung. Ein Rückgang des Tausendkorngewichtes in Abhängigkeit von der Kornzahl/Ähre war nicht erkennbar.

Den größten Einfluss auf den **Proteingehalt** der Körner hatte die Stickstoffdüngung. Die höheren Stickstoffgaben führten bei allen Varianten zu einer signifikanten Erhöhung der Proteingehalte. Unter

Trockenstress hatten die Körner höhere Eiweißgehalte als bei optimal mit Wasser versorgten Pflanzen. Dieser Effekt war bei der höheren Stickstoffvariante unter erhöhter Temperatur und erhöhter [CO_2] am stärksten ausgeprägt. Die erhöhten Proteingehalte dürften ebenfalls mit der kürzeren Kornfüllungsphase zusammenhängen, weil mit zunehmender und witterungsbedingt (kühlfeucht) längeren Kornfüllung der Eiweißgehalt der Körner kontinuierlich abnimmt, da relativ mehr Kohlenhydrate (Stärke) als Proteine aufgebaut und gespeichert werden (KÜBLER, 1994).

Zusammenfassung

Bei höheren Temperaturen waren keine positiven Ertragseffekte durch erhöhte [CO_2] bei Durumweizen gegeben. Es kam vielmehr bei allen N- und Wasserversorgungsstufen zu Ertragsminderungen, bei hoher N- und optimaler Wasserversorgungsstufe war dieser negative Trend signifikant. Durch den bei höherer Temperatur beschleunigten Entwicklungsverlauf und die damit möglicherweise verursachten höheren Atmungsverluste wurde unter allen geprüften Bewirtschaftungsbedingungen die Kornfüllung massiv beeinträchtigt und das Tausendkorngewicht einheitlich um 11,5 – 13.5% vermindert.

Literatur

Bender J., U. Hertstein, C.R. Black., 1999. „Growth and yield responses of spring wheat to increasing carbon dioxide, ozone and physiological stresses: a statistical anasysis of "ESPACE-wheat" results". European Journal of Agronomy 10: 185-195.

Delgado, E., Mitchell, R.A.C., Parry, M.A.J., Driscoll, S.P., Mitchell, V.J., Lawlor, D.W., 1994. "Interacting effects of CO_2 concentration, temperature and nitrogen supply on the photosyntheses and composition of winter wheat leaves". Plant Cell Envrironment 17, 1205-1213

Kübler Ernst, 1994: "Weizenanbau". Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1994

Mitchell R. A. C., Mitchell V. J., Driscolli S.P., Franklin J. and Lawlor D. W., 1993. "Effects of increased CO_2 concentration oand temperature on growth and yield of winter wheat at two levels of nitrogen application". Plant Cell Envrironment 16: 521-529

Van Oijen, M., Scharpendonk, A.H.C.M., Jansen, M.J.H., Pot, C.S., van Kleef, J., Goudraan, J., 1998. "Effects of elevated CO_2 on development and morphology of spring wheat grown in cooled and non-cooled open-top chambers."Australien Journal Plant Physiology 25, 617-626.

Autoren

DI Erwin PFUNDTNER, DI Georg DERSCH, Manfred MAZOREK, AGES, Institut für Bodengesundheit, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, erwin.pfundtner@ages.at

Mag. Rita LINKE, Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz, Althanstrasse 14, A-1090 WIEN

DI Karin BÖHM, Bundesministerium für Land, Forst, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenbastei 1, A-1010 WIEN

Szenarien für die Grünlandwirtschaft und den Futterbau nach Trockenjahren

KARL ZARZER

Die erste Folie von Formayr aus dem Erhebungsjahr 2003 zeigt die ärgsten Trockenschäden im Osten und Südosten Österreichs. Im Norden (Mühl- und Waldviertel), Innviertel sowie große Teile der Steiermark und Kärnten waren einigermaßen von Trockenheit betroffen. Lediglich der inneralpine Raum hatte genügend Niederschläge zu verzeichnen. Einige Trockengebiete in Oberösterreich waren durch Starkregengüsse gekennzeichnet. Starkregenereignisse bringen nicht diesen Daueréffekt wie normaler Regen, weil viel Wasser ungenützt abläuft. Zudem trockneten aufkommende Winde relativ rasch die Feuchtigkeit ab, was besonders auf leichten Böden zum Tragen gekommen ist.

Schätzung von Trockenschäden in Österreich

Eine Trockenschädenschätzung von der BAL Gumpenstein (Dr. Buchgraber) ergibt Gesamtschäden am Grünland von rund 263 Mio. €. Die Ertragsverluste im Jahr 2003 wurden mit durchschnittlich 2000 kg Trockenmasse je Hektar berechnet. Die Ertragseinbußen am Dauergrünland und im Feldfutterbau machen von 1.500 bis 7.000 kg Trockenmasse je Hektar aus. Die Kosten für die Wiederbeschaffung von Futtermitteln wurden mit durchschnittlich € 0,2 pro kg Trockenmasse berechnet. Die Rekultivierungskosten liegen zwischen € 100,-- und € 150,-- pro Hektar, wobei ein Durchschnitt von € 120,-- angenommen wurde. Die Folgenschäden aus geringeren Erträgen betreffend Trockenmasse – selbst nach einer Rekultivierung, wie auch geringere Erträge im allgemeinen bei geschädigten Grünlandflächen wurden mit € 300,-- pro Hektar berechnet. Grünland braucht einige Zeit zur Regeneration. Vom Ertragsverlust sind nach Schätzung von Dr. Buchgraber 500.000 Hektar in Österreich betroffen. Rekultivierungsmaßnahmen sind, so wie auch Folgeschäden am Grünland, auf 150.000 Hektar geschätzt. Selbst bei mittleren Narbenschäden aus dem Jahr 2003 sind auch im Erntejahr 2004 mit etwa rund 30 % Ertragsverluste zu rechnen, denn Grünland braucht doch einige Zeit zur Regeneration.

Trockenschäden in Oberösterreich

Die Trocken- und Engerlingsschäden in Oberösterreich wurden auf 280.00 Hektar geschätzt, wobei etwa 35 % dieser Fläche mehr als 25 % Schädigungsgrad aufweisen. In Oberösterreich ist daher ein Gesamtschaden von € 57 Mio. zu rechnen; wobei aus pflanzenbaulicher Sicht etwa 10.000 Hektar rekultiviert werden müssten. Jene Fläche, die einen Schädigungsgrad von 50 % und mehr aufweisen und unbedingt saniert werden müssen, werden ca. bei 2.000 Hektar liegen.

Engerlingsbefall

In Oberösterreich wurde in verstärkter Engerlingsbefall verzeichnet, wohlwissend, dass in manchen Gebieten Engerlinge in geringem Ausmaß permanent vorhanden sind. Bei entsprechenden Einflussfaktoren ist in Normaljahren eine Wellenbewegung zu beobachten. Derzeit befinden wir uns in einer normalen Aufstiegsphase; diese Zyklusbewegung und diese extremen Witterungsjahre verstärken den Anstieg der Populationen. Der zunehmende Einfluss der Witterung wird dadurch bestätigt, weil verschiedene Generationen und unterschiedliche Arten auftreten – also Engerlinge des Maikäfers im Stadium 1, 2 und 3; Engerlinge des Gartenlaubkäfers sowie Engerlinge des Junikäfers wurden festgestellt. Weiters sind uns Meldungen zugegangen, dass mancherorts Heuschrecken in einer außergewöhnlich hohen Anzahl auftreten. Abhilfe zur Eindämmung der Engerlingsplage kann durch maschinelle Bekämpfungsmaßnahmen geschaffen werden. Wobei Bodenbearbeitungsgeräte mit horizontal oder vertikal wirkenden Arbeitsgeräten am effektivsten erscheinen. Abhilfe kann dadurch geschaffen werden, dass man die Zeit für sich arbeiten lässt – vor allem bei geringerem Schädigungsgrad, wo sich die Grasnarbe einigermaßen selbst regenerieren kann. Bei mittleren und größeren Schädigungen ist eine Neuanlage mit mechanischer Bearbeitung notwendig. In traditionellen Befallsgebieten empfehlen wir eine Neuanlage und anschließend die Einbringung von Melocont-Pilzgerste als vorbeugende Maßnahme. Der Nachteil daran liegt an den hohen Kosten und dass nur

eine intakte Grasnarbe behandelt werden kann. Festgestellt werden konnte allerdings, dass momentan nur eine unbefriedende Technik vorhanden ist – vor allem in Hinblick auf Ablagetiefe der Pilzgerste. Weiters wurde beobachtet, dass die Wirkung der eingebrachten Pilzgerste bei nachfolgender Trockenheit stark gehemmt ist und zudem nur gegen Engerlinge des Maikäfers wirkt. In diesem Zusammenhang wird erwähnt, dass an Produkten gearbeitet wird, die auch gegen andere Schädlings wirksam sind. Chemische Maßnahmen haben bisher unbefriedigende Wirkungen gezeigt. Sie müssen zudem auch in den Boden eingearbeitet werden, das heißt, dass auch eine Neuanlage der Grünflächen notwendig ist, ebenfalls hohe Kosten verursacht und die Wirkung eher unbefriedigend ist. Aus ökologischer Sicht ist diese Methode etwas bedenklich, da auch andere Lebewesen im Boden geschädigt werden können

Auswirkungen der Trockenheit

Die Auswirkungen der Trockenheit auf unsere Wiesen zeigt sich dadurch, dass ein kompaktes Ökosystem mit großer Regenerationskraft, wie es eben die Wiesen sind, durch mehrere Jahre an Extremsituationen leiden. Zu den Extremen kommen noch zusätzlich verschiedene Faktoren der Bewirtschaftung wie Düngung, Nutzung und Geräteeinstellung, die der Grasnarbe zusetzen können. Die Schnitthäufigkeit beeinflusst den Gräserbestand sehr wesentlich. Weniger vielschnittverträgliche Pflanzen verschwinden in Trockenjahren rascher, die Grasnarbe wird sodann eher lückig. Lückige Bestände kippen rascher. Es ist daher notwendig, dass die Grünlandbestände ständig beobachtet werden und rechtzeitig ein Sanierungskonzept erstellt wird.

Konsequenzen der Trockenheit

Zu den Konsequenzen der Trockenheit zählt natürlich, dass sich eine Fettwiese in Trocken- oder Halbtrockenrasen verändert. Eine Veränderung kann auch Verunkrautung heißen, vor allem dann, wenn Tiefwurzler vermehrt auftreten. Wasser ist einfach in vielen Fällen der begrenzende Faktor. Eine Vierschnittwiese benötigt gut verteilt und dauerhaft ca. 800 bis 900 mm Niederschläge. Vielschnittverträgliche Pflanzen altern im allgemeinen rascher und vertrocknen leichter, daher ist es notwendig, dreischnittverträgliche Grasarten zu erhalten oder nachzusäen, wohlwissend, dass die Futterwertzahl dieser trockenheitsverträglichen und extensiveren Grasarten geringer ist. Vor allem Glatthafer, Knaulgras, Kammgras und Goldhafer bringen einigermaßen gute Erträge und vertragen die Trockenheit bis zu einem gewissen Grad. Es ist auf jeden Fall zu vermeiden, dass sich Gräser wie das Ruchgras und der Flaumhafer mit einer Futterwertzahl von 3 nicht ansiedeln. Sie sind schon eher als Ungräser zu bezeichnen. In Extremsituationen sollte der Weißklee durch Hornklee ersetzt werden. Die Wiesenrispe ist ein Universalgras, altert weniger rasch und bildet eine dichte Grasnarbe. Sie ist auch einigermaßen trockenheitsverträglich. An dieser Stelle sei auch der Futterbau erwähnt, denn aufgrund der Schaffung einer Betriebsprämie als EU-Zahlung wird der Feldfutterbau neu zu betrachten sein. Für den Futterbaubetrieb wird die schwindende Grundfutterversorgung durch das Dauergrünland vom Ackerfutterbau zu ersetzen sein. Der Luzerneanbau bietet sich besonders an. Vor allem im Milchkuhbereich kann die Luzerne als Partner mit dem Silomais als wertvolle Ergänzung dienen.

Abhilfe

Abhilfe kann geschaffen werden durch eine mindestens ein Mal jährlichen Beobachtung bzw. Begehung der Futterflächen. Das Ergebnis ist schriftlich festzuhalten, um Veränderungen rasch zu erkennen. In Extremsituationen ist auch eine Beurteilung noch öfter anzuraten. Die Sanierung sollte konzeptmäßig vorgenommen werden, vor allem in Hinblick – was mache ich wann, wie und auf welchem Schlag. Nicht alle Flächen auf ein Mal sanieren, wegen der Kosten, ein eventueller Misserfolg aufgrund von verschiedenen Faktoren und geringeren Erträgen im Sanierungsjahr. Fehler betreffend Nutzung, Düngungsmanagement und Technikeinsatz sollten beseitigt werden. Die Evaluierung der Maßnahmen darf natürlich bei einem Erneuerungskonzept nicht fehlen. Weitere Maßnahmen sind vorbeugende Schädlingsbekämpfung, Nachsaat trockenresistenter Grasarten und Sorten. Eventuell müsste eine geringere Produktivität in Kauf genommen werden und die Bewertung von Futterpflanzen in Trockenphasen vornehmen. Dazu kann gesagt werden, dass an der BAL Gumpenstein schon ein Versuch gestartet wurde, wo trockenheitsresistente Sorten und Arten mit

einigermaßen guten Erträge herausgefiltert werden sollen. Vorhandenes Material soll rasch in Mischungen eingebaut werden.

Zusammenfassung:

Neben der Schädlingsbekämpfung ist die Grünlandwirtschaft und der Futterbau auf neue Sorten und andere Grasarten angewiesen. Möglicherweise wird eine extensivere Grünlandbewirtschaftung notwendig sein, damit die Grasnarbe einigermaßen dichtgehalten werden kann und vor Verunkrautung geschützt ist. Der Feldfutterbau muss neu überdacht werden und zunehmender Grundfutterlieferant auch auf dem Rohproteinsektor werden. Die Trockenheit soll eventuell auch als versicherbares Ereignis bewertet werden, wobei in diesem Zusammenhang erwähnt werden muss, dass im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft an der BAL Gumpenstein und an der Universität für Bodenkultur ein darauf ausgerichtetes Projekt bearbeitet wird.

Quellen: Formayr 2003, Buchgraber – BAL Gumpenstein, Strasser – Uni Innsbruck

Autor

Ing. Karl ZARZER, Landwirtschaftskammer für Oberösterreich, Auf der Gugl 3, A- 4020 LINZ, e-mail: zarzer@lk-ooe.at

Auswirkungen der Erderwärmung auf die Maisreife

JOSEF HINTERHOLZER

Einleitung

Im zwanzigsten Jahrhundert war weltweit eine Temperaturzunahme zu beobachten, die auf den verstärkten Treibhauseffekt der Atmosphäre aber auch auf erhöhte Sonnenaktivitäten zurückzuführen sein dürfte. Ein Vergleich der Dezennienmittel der Lufttemperatur im 20. Jahrhundert an österreichischen Standorten bestätigt beträchtliche Temperaturanstiege. In den neunziger Jahren lagen die Durchschnittstemperaturen in Wien und Klagenfurt um 1,5°C und in Kremsmünster um 1,4°C höher als im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts. Vergleicht man die Temperaturwerte der siebziger mit den neunziger Jahren, so ist ein ansteigender Temperaturtrend während der Maisvegetation festzustellen.

Als C-4 Pflanze erbringt Mais bei höheren Temperaturen und ausreichender Wasserversorgung bessere photosynthetische Leistungen als C-3 Pflanzen (z.B. Getreide). In Jahren mit warmen Vegetationsbedingungen, erreicht Mais den erwünschten Reifegrad früh. Im Zuge der Sortenzulassungsprüfung kommt der Reifebeurteilung ein besonderer Stellenwert zu. Für die Beurteilung der Maisreife wurde 1954 anlässlich der FAO-Maiskonferenz in Belgrad das neunklassige Wisconsin-Schema empfohlen und eingeführt. Der Reifevergleich erfolgte über amerikanische Hybriden mit bekannter Reifezahl, indem die Kornfeuchtigkeiten zum Erntezeitpunkt verglichen wurden. Anhand langjähriger Wertprüfungen soll die Auswirkung der Erderwärmung auf die Maisreife untersucht werden.

Material und Methoden

Aus dreißigjährigen Sortenprüfungen wurden die Trockensubstanzgehalte reifemäßig vergleichbarer Maissorten zum Zeitpunkt der Ernte herangezogen und in Beziehung zu den Temperatursummen gebracht.

Die Temperatursummen wurden zwischen 20. April (Aussaat) und 31. Oktober (Ernte) aus den mittleren Tagestemperaturen – vermindert um 10°C – errechnet. Mais stellt bei Temperaturen unter 10°C das Wachstum weitgehend ein. Für derartige Berechnungen werden bei Mais auch Basistemperaturen von 8 oder sogar 6°C herangezogen. Temperaturen von über 30°C gehen in die Berechnung als Temperaturmaximum von 30°C ein, zumal höhere Temperaturwerte das Maiswachstum verlangsamen.

Tägliche Temperatursumme = Temp. Min. (≥10°C) + Temp. Max. (≤ 30°C)/2-10°C

Die langjährigen Temperaturdaten der Prüfstandorte stammen von den jeweils nahe gelegenen meteorologischen Stationen Kremsmünster, Bad Gleichenberg und Neusiedl/See.

Die TS-Bestimmungen bei Körnermais erfolgten in den Wertprüfungen mittels Brabender (130°C, 60 Minuten).

Standorte:

Standorte	Land	Seehöhe	Ø Niederschlag lj.	Temperatur lj.
Lambach	OÖ	366 m	957 mm	8,2°C
Hatzendorf	Stmk	290 m	815 mm	9,1°C
Deutsch Jahrndorf	Bgld	140 m	582 mm	9,9°C

Bezugssorten für den Reifestandard:

Lambach: Anjou 210, Buras LG 5, Figaro, Helix

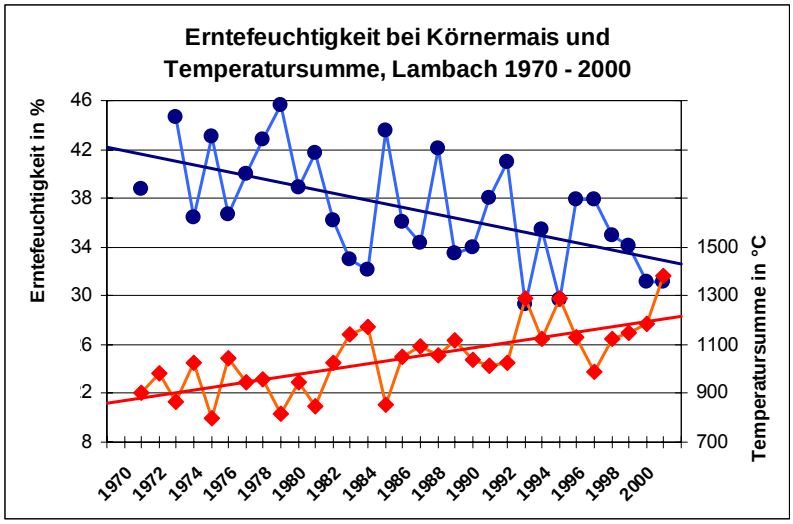
Hatzendorf und Deutsch Jahrndorf: Harrach Hybrid 388, Star 304, Mirna

Bei den verwendeten Sorten handelt es sich in Lambach um frühreifende Hartzahnmaishybriden, in Hatzendorf und Deutsch Jahrndorf um Zahnmaishybriden der Reifeklasse 300 mit vergleichbarer Reife.

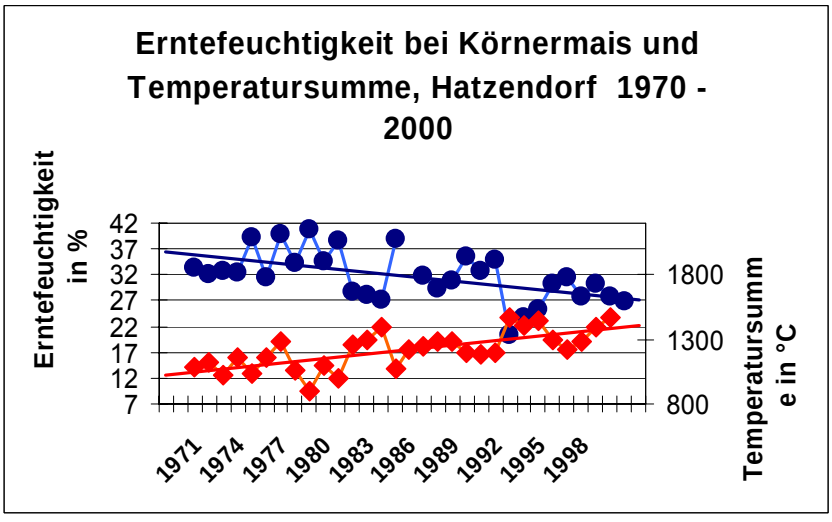
Ergebnisse und Diskussion

Der Trend zu niedrigeren Kornfeuchtigkeiten und höheren Temperatursummen ist aus den Abb. 1 - 3 ersichtlich.

Am Standort Lambach wurde in den siebziger Jahren mit hohen Kornfeuchtigkeiten, die häufig über 40% lagen, geerntet. Es ist bekannt, dass damals Sorten mit Reifezahlen um 240 die physiologische Reife (38 bis 40% Kornfeuchtigkeit) oftmals nicht erreichten. Inzwischen werden in diesen Anbaulagen überwiegend Sorten mit Reifezahlen von 270 bis 290 bei relativ sicherer Ausreife im praktischen Anbau verwendet. Die Kornfeuchtigkeiten unterschritten in den Prüfungen der neunziger Jahre häufig den Wert von 35%. Die Temperatursumme erhöhte sich in den drei Dezennien am Standort Lambach im Mittel von etwa 900°C auf 1200°C, wobei die sehr günstigen Reifebedingungen ab dem Jahre 2001 hier nicht berücksichtigt wurden.



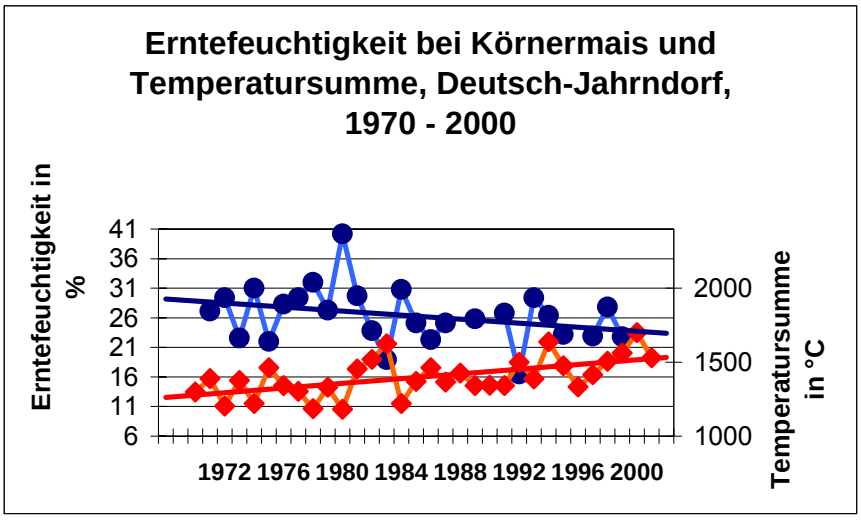
Der Standort Hatzendorf in der Südoststeiermark wird vom illyrischen Klima beeinflusst und zählt infolge hoher Temperatursummen mit zumeist ausreichenden Niederschlägen zu den ertragsstärksten Maisbaugebieten Österreichs. Auch hier ist, wie Abb. 2 zeigt, eine ähnliche Tendenz sichtbar. Betrugen die Temperatursummen im Mittel der siebziger Jahre etwa 1100°C, so lagen sie in den neunziger Jahren häufig über 1400°C. Dagegen konnte eine erhebliche Kornfeuchtigkeitsverminderung beobachtet werden. In diesem Anbaugebiet werden derzeit häufig Sorten mit Reifezahlen um 400 verwendet.



Am pannonischen Standort Deutsch Jahrndorf im Dreiländereck von Slowakei, Ungarn und Österreich, eine der wärmsten Maisanbaulagen, wird Mais entsprechend den Niederschlagsbedingungen beregnet und in besonders warmen Jahren auch mit sehr niedrigen Kornfeuchtigkeiten geerntet. Auch hier stiegen die Temperatursummen im Mittel von etwa 1300°C in

den siebziger Jahren auf 1500°C in den neunziger Jahren (Abb. 3) an. Die Kornfeuchtigkeit verringerte sich in der angeführten Periode von etwa 27% auf 24%, sodass sich auf diesem Standort der auf den übrigen Anbauorten festgestellte Trend zur besseren Ausreife bestätigte. Im praktischen Anbau wurden in den siebziger Jahren zumeist Sorten mit Reifezahlen von 340 bis 390 verwendet. Inzwischen kommen in dieser Region auch deutlich spätreifere Sorten zum Anbau (auch Reifezahlen über 500).

Der zunehmende Anteil von spätreifenden Maissorten wird in der Saatgutstatistik bestätigt.



Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Im Zeitraum 1970 bis 2000 wurde der Zusammenhang zwischen Temperatursumme und Kornfeuchtigkeit bei Mais an drei klimatisch sehr unterschiedlichen Standorten im österreichischen Maisanbaugebiet untersucht. Die festgestellte Steigerung der Temperatursummen bewirkte im Beobachtungszeitraum bei reifemäßig vergleichbaren Sorten eine deutliche Verminderungen der Kornfeuchtigkeiten. Mit der Erwärmung sind Auswirkungen auf den Krankheits- und Schädlingsbefall (z.B. Blattflecken [H.turcicum], Verschiebung der Artenspektren bei Fusarium, Verbreitung des Maiszünslers) bzw. Ausbreitung der Beikräuter festzustellen.

Im Gegensatz zu den kühleren siebziger Jahren, werden nunmehr später reifende Maissorten am jeweiligen Standort eingesetzt. Züchter, Pflanzenschützer, Anbauer und Verwerter müssen auf diese signifikanten Klimaveränderungen rasch reagieren, um sichere Lebensmittel und Rohstoffe sicherzustellen.

Autor

DI Josef HINTERHOLZER, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: josef.hinterholzer@ages.at

Ausgewogene Nährstoffversorgung - Auswirkungen auf die Stressanfälligkeit (Kälte, Trockenheit, Krankheiten) der Pflanzen

GEORG DERSCH

1. Einleitung: Klima und Pflanzenproduktion

Das jeweilige regionale Klima (z.B. baltisch, illyrisch, pannonisch, nordalpin) wurde bislang als relativ konstant angesehen, und ist schließlich dafür verantwortlich, welche Vegetation, welche Nutzpflanzen und welche landwirtschaftliche Methoden in einem bestimmten Landschaftsraum dominieren. Bei Betrachtung sehr langer Zeiträume zeigt sich, dass auch das Klima gewissen Schwankungen unterliegt, die in Form von Trends nachweisbar sind. Aktuelle Diskussionen betreffen dabei vorwiegend die Temperaturzunahme als Folge eines verstärkten Treibhauseffektes der Atmosphäre. Wetter und Witterung hingegen beschreiben einen momentanen und damit veränderlichen Zustand der Atmosphäre, welche bei extremer Ausprägung zu massiven Auswinterungs- bzw. Trockenschäden oder zu einem sehr hohen Befallsdruck von Krankheiten und/oder Schädlingen führen können, und bestimmen letztlich den täglichen Umfang und die Art der Tätigkeit des Landwirts (Harlfinger und Knees 1999).

Angemessene Wärme und ausreichende Wasserversorgung sind Grundvoraussetzungen für das pflanzliche Leben. Jeder einzelne Lebensprozess ist auf bestimmte Temperaturgrenzen und eine optimale Betriebstemperatur eingestellt, nach deren Überschreitung die Leistung wieder abfällt. Unsere Kulturpflanzen gedeihen in der Regel innerhalb eines weiten Temperaturspielraums. Der optimale Temperaturbereich für die Photosynthese und Stoffproduktion ist jedoch in der Regel nicht breiter als etwa zehn Grad-Einheiten (für Getreide und andere C3-Pflanzen bei etwa 20 - 25°C, für Mais und weitere C4-Pflanzen bei etwa 30°C). Daneben läuft nicht nur bei Tag, sondern auch bei Nacht die Atmung ab, also der Abbau von Kohlenhydraten, ein wichtiger Vorgang für die Energie beanspruchenden Prozesse. Die Atmungsintensität steigt mit zunehmender Temperatur deutlich an, was dazu beiträgt, dass der höchste Kohlenhydratgewinn (Nettoassimilation) bei günstigen Tageswerten im Optimalbereich und zugleich eher kühlen Nachttemperaturen erzielt wird.

Für den Entwicklungsablauf unserer Kulturpflanzen ist nicht nur ein bestimmter optimaler Temperaturbereich wesentlich, sondern, v. a. für die Winterungen, ein optimaler Temperaturverlauf während der gesamten Vegetation (Herbst, Winter, Frühjahr). Denn Kälte und Hitze beeinträchtigen die Lebensfunktionen je nach ihrer Strenge und je nach der Dauer und Wechselhaftigkeit, vor allem aber je nach dem Aktivitätszustand und dem Abhärtungsgrad der Pflanzen (Larcher 1984).

2. Fragestellung: Nährstoffe und Stressanfälligkeit der Pflanzen

Stress durch Kälte, Hitze und Trockenheit ist aufgrund der zunehmenden Wetterkapriolen nicht vermeidbar und stellt eine außergewöhnliche Belastung dar, die Abwehr- oder Anpassungsreaktionen der Pflanzen auslöst. Das Protoplasma beantwortet Stress zunächst mit einem gesteigerten Stoffwechsel, der Atmungsanstieg bei Stress ist ein Ausdruck der Anstrengung, bereits eingetretene Defekte zu reparieren und die feinstrukturellen Anpassungen an die neue Situation zu schaffen. Eine ausgewogene, optimale Nährstoffversorgung ist dann klarerweise von Vorteil. Dabei wird neben *Phosphat* (für eine starke Wurzelausbildung als Voraussetzung, um Frost sowie Trockenperioden unbeschadet zu überstehen), *Bor* (für Verbesserung der Resistenz gegen Frost und Krankheiten), *Mangan* (für erhöhte Resistenz gegen Frost und effizienteren Wasserverbrauch) und *Kupfer* (positiver Einfluss auf Krankheitsresistenz) vor allem die Rolle des *Kaliums* betont:

Kalium geht eher nur lockere Bindungen mit organischen Strukturen ein, der größte Teil ist frei beweglich. Die K-Konzentration in bestimmten Pflanzenteilen bzw. Zellorganellen hat daher großen Einfluss auf die Wasseraufnahme und den optimalen Quellungszustand der Proteine und der sehr fein strukturierten Membransysteme mit günstigen Auswirkungen auf die Kälte- und Dürreresistenz. Auf Hitzestress reagieren die Pflanzen durch vergleichsweise raschere Anpassung (Strukturstabilisierung von Makromolekülen und Biomembranen). Ein wesentlicher Schutz vor Hitze ist dabei die Transpirationskühlung. Besonders wirksam ist diese Verdunstungskühlung bei niedriger Luftfeuchtig-

keit und guter Wasserversorgung: Solange eine schnelle Zufuhr großer Wassermengen zu den Blättern möglich ist, bleiben die Blätter deutlich kühler als die Luft (um bis zu 10°C). Den leicht beweglichen K^+-Ionen kommt auch dabei eine besondere Bedeutung zu, als damit nicht nur die Wasseraufnahme, sondern auch die Wasserabgabe (Transpiration) gesenkt wird. Bei optimaler Nährstoffversorgung ist der Transpirationskoeffizient (Ausnutzungsgrad des Wassers, der angibt, wie viel kg Wasser nötig sind, um 1 kg Trockensubstanz zu erzeugen) niedriger, die Wasserausnutzung also ökonomischer. Bei optimalen K-Gehalten wird das Öffnen und Schließen der Blattöffnungen wesentlich besser und rascher gesteuert (Amberger 1996).

3. Auswinterung und Frosthärte

Auf die Winterkälte können sich die Winterungen vorbereiten, indem sie sich allmählich abhärten und daher ohne Schaden davonkommen. Frosthärte ist die Fähigkeit, erhebliche extrazelluläre Eisbildung im Gewebe zu überstehen. Wasserreiche, unabgehärtete und auf tiefe Temperaturen unterkühlte Protoplasten gefrieren intrazellulär, wobei sich Eiskristalle bilden und die Biomembranen schädigen. Die Gefrierbeständigkeit wird im Herbst allmählich ausgebildet (Larcher 1984). Der Übergang in einen abhärtungsbereiten Zustand tritt erst dann ein, wenn das intensive vegetative Wachstum beendet ist. Daher sind die N-Gaben zum Anbau oder im Herbst bei Raps oder W-Gerste den Standortverhältnissen und den Sortenbedürfnissen anzupassen und jedenfalls vorsichtig zu veranschlagen. Die Frostresistenz steigt mit abnehmendem Anteil an frei zellulären Wasser und der Anhäufung von Proteinen und löslichen Kohlenhydraten in den Zellen, wodurch die Biomembranen und die Enzyme geschützt werden. Eine Erhöhung der Zucker- bzw. Salzkonzentration durch die Düngung wirkt somit als eine Art Gefrierschutz (Amberger 1996). Die Befähigung hierzu ist genetisch bedingt und art- und sortenspezifisch unterschiedlich ausgeprägt. Im Rahmen der Sortenwertprüfung werden Auswinterungsschäden bonitiert und die dabei ermittelten Ausprägungsstufen in der Beschreibenden Sortenliste jährlich aktualisiert. Die Bandbreite der geprüften Sorten ist in Tabelle 1 enthalten. Zwischen den Winterweizensorten sind die Unterschiede in der Frosthärte am größten.

Tabelle 1: Bandbreite der Ausprägungsstufe **Auswinterung** in der Beschreibenden Sortenliste der AGES bei den Wintergetreidearten und beim Raps (1…sehr gute ; 9…sehr geringe Winterfestigkeit)

W-Gerste [1)]	W-Roggen, Triticale [2)]	W-Weizen [3)]	W-Durum	W-Hafer [4)]	W-Körnerraps
4 – 7	(3) 4 – 6	2 - 6	6 - 7	8	2 - 4

[1)] v.a. Neigung zu Frostschäden, untergeordnet auch Schneeschimmel

[2)] Schneeschimmel ist die Hauptursache von Auswinterungsschäden (Stufe 3 nur bei Schlägler)

[3)] v.a. Neigung zu Frostschäden

[4)] durch Frostschäden, Typhula-Fäule und Schneeschimmel auswinterungsgefährdet

Neben der Kultur- und Sortenwahl wird bei den meisten pflanzenbaulichen Maßnahmen (Bodenbearbeitung, Grunddüngung, Saattermin, Saatstärke und –tiefe) bereits ins Auge gefasst, dass möglichst allen ungünstigen Witterungseinflüssen getrotzt werden kann. Damit soll ein einheitlicher und rascher Aufgang und eine starke und tiefe Wurzelentwicklung vor dem Winter gewährleistet werden. Mögliche ungünstige Effekte wie z.B. ein Auffrieren der Bestände (Verlust des Kontaktes zwischen Wurzel und Boden) und ein Abreißen von Wurzeln oder des Halmhebers können so hintan gehalten werden, und beste Voraussetzungen für die Wasser- und Nährstoffaufnahme im Frühjahr, auch unter trockeneren Bedingungen, werden geschaffen. Gegen die weiteren indirekten Auswinterungsschäden durch Frosttrocknis (Wassermangel bei noch tief gefrorenem Boden und zugleich bereits wärmeren Lufttemperaturen) bzw. Licht- und Sauerstoffmangel bei hoher und langer Schneedecke gibt es keine relevante praktische Möglichkeit der Einflussnahme.

4. Status der Spurennährstoffversorgung bei Marktfruchtbetrieben

Obwohl die Bedeutung der Spurennährstoffe hinsichtlich ihrer spezifischen Funktionen immer wieder hervorgehoben wird, gibt es keine konkreten Ergebnisse unter österreichischen Verhältnissen, in denen z.B. die Erhöhung der Frost- oder Krankheitsresistenz geprüft wurde. In diesem Rahmen ist

daher viel Raum für unterschiedliche Beratungsansätze. Als konkrete Daten hat die AGES den Status der Spurennährstoffversorgung, vor allem bei Marktfruchtbetrieben erhoben (bei der regelmäßigen Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sind üblicherweise keine Defizite zu erwarten). Dabei zeigte sich, dass eine akute Mangelsituation, die zu Ertragseinbußen geführt hätte, auf keinem Standort gegeben war. Während die Gehalte in der Pflanze bei Mangan durchwegs ausreichend waren, war bei Kupfer für Weizen nicht selten eine sehr niedrige Versorgung feststellbar (Dersch und Hösch 2003). Auch die Bor-Versorgung bei Raps war ausreichend, wenngleich dazu angemerkt werden muss, dass die Gehalte bei fast der Hälfte der Blattproben (voll entwickelten Rapsblätter vor Blühbeginn) nur bei knapp über 20 ppm lagen (unterer Richtwert bei 19 ppm).

5. Effekte der Düngung in Trockenjahren im Vergleich zu „normaler" Witterung

Dazu können Ergebnisse aus langjährigen vollfaktoriellen NPK - Düngungsversuchen der AGES (Beginn 1959) auf den Standorten Fuchsenbigl im Marchfeld (kombiniert mit und ohne Beregnung) und in Zwettl im Waldviertel (kombiniert mit und ohne 10 t Stallmist jährlich) präsentiert werden, aus Jahren mit „normaler" Witterung und aus trockeneren, heißeren Jahren. Im Marchfeld war im „Trockenjahr" 2003 Winterweizen (Sorte Capo) die Testkultur, in Zwettl Stärkekartoffel (Sorte Ponto). Von Winterweizen im Marchfeld liegen die entsprechenden Jahresvergleiche mit derselben Sorte auch aus den Jahren 1993 und 2000 (geringe Niederschläge) und 1997 (normale Verteilung) vor, von Zwettl liegt ein Ergebnis mit Speisekartoffeln aus einem Jahr mit durchschnittlicher Witterung vor. Die Witterungsdaten der Standorte sind in Tabelle 2 und 3 enthalten.

Tabelle 2: Monatliche Niederschlagsmengen (mm) und mittlere Temperatur auf dem Standort im **Marchfeld** während der **W-Weizenvegetation** in den ausgewählten Jahren

	Okt	Nov	Dez	Jän	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli
1992/93	55	62	42	25	11	22/4,4°	20/10,5°	15/17,3°	50/18,3°	99/19,1°
1996/97	31	20	16	7	13	50/5,3°	25/ 7,5°	67/15,8°	69/18,3°	226/18,9°
1999/00	22	59	35	30	28	76/6,4°	21/13,7°	28/16,9°	19/19,5°	66/18,9°
2002/03	102	46	35	40	1	4/5,9°	35/ 9,4°	95/17,4°	21/21,8°	71/21,2°
langj. M.	**33**	**44**	**35**	**27**	**26**	**35/5,0°**	**41/ 9,3°**	**54/14,5°**	**67/17,5°**	**63/19,6°**

Im Frühjahr 1993 waren die Niederschläge im Marchfeld am geringsten, das Jahr 2000 war gekennzeichnet durch geringe Regenmengen im Mai und Juni, während 2003 vor allem deutlich höhere Temperaturen vorlagen, die hohen Mainiederschläge wurden primär von einem starken Gewitterregen verursacht.

Tabelle 3: Monatliche Niederschlagsmengen und mittlere Temperatur auf dem Standort im **Waldviertel** während der **Kartoffelvegetation** im Jahr 2003 und im langjährigen Mittel

	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.
2003	10 / 6,1°	67 / 14,3°	36 / 18,5°	62 / 18,1°	80 / 19,6	45 / 11,9°
Langj. Mittel	53/ 6,8°	77 / 11,3°	100/ 14,7°	89 / 16,3°	80 / 16,0°	51/ 12,6°

Vor allem im Juni 2003 blieben die Niederschläge in Zwettl deutlich hinter dem langjährigen Mittel zurück, zugleich waren während der ganzen Vegetation die Temperaturen wesentlich höher als üblich.

Bei den nachfolgenden Ertragsergebnissen ist zu berücksichtigen, dass die teilweise sehr deutlichen Differenzen von den langen unterschiedlichen Nährstoffgaben herrühren, die auch in entsprechend differenzierten Bodennährstoffgehalten (im CAL-Extrakt bei P und K) angezeigt werden.

5.1. N-Düngung:

Große Unterschiede in der Düngewirkung je nach der Witterung ergaben sich beim Stickstoff. Während bei günstiger Witterung (1997) ein Ertragsniveau von etwa 60 dt Weizen pro ha im

Marchfeld möglich war, wurden unter den sehr trockenen Bedingungen 1993 und 2000 maximal 37 dt/ha ohne zusätzliche Beregnung erreicht (Tab. 4). Die Effizienz der N-Düngung ist in Trockenjahren, wenn mit N-Gaben unter 100 kg N/ha auch in qualitativer Hinsicht das Auslangen gefunden werden kann, sehr mäßig. Bei der N-Verteilung ist in dieser Region zunächst eine geringere Andüngung angezeigt, um bei sehr günstiger Witterung noch genügend Spielraum für Qualitätsgaben zu haben; bei nachfolgender Trockenheit werden auch hohe Andüngungsgaben zu Vegetationsbeginn nicht verwertet (Dersch 2001). Nicht verwertete, überhöhte N-Mengen müssen jedenfalls durch Begrünungen im System Boden-Pflanze gehalten werden, um das Nitratverlustpotential zu verringern.

Tabelle 4: Winterweizenerträge in Abhängigkeit von **N-Düngung** (bei optimaler P- und K-Versorgung) und Beregnung in ausgewählten Jahren auf dem vollfaktoriellen NPK-Versuch (jeweils 4 Stufen) auf dem Standort Fuchsenbigl im **Marchfeld**

	1993		1997	2000	2003	
N-Stufe	ohne Beregnung	mit Beregnung	ohne Beregnung	ohne Beregnung	ohne Beregnung	mit Beregnung
N-0	29,75	37,10	16,64	21,21	15,63	20,17
N-1	34,49	43,84	34,02	32,32	32,41	36,91
N-2	37,01	49,40	49,96	36,38	45,03	50,15
N-3	33,03	50,33	59,06	34,31	48,47	55,30
GD 5%	3,68		3,27	4,74	2,30	

N-Stufen: 0, 50, 100 und 150 kg N/ha (2000: 0, 50, 70 und 110 kg N/ha – keine Qualitätsdüngung wegen der Trockenheit erforderlich, Beregnung konnte aus organisatorischen und technischen Gründen nicht erfolgen: v. a. wegen der Windanfällig-keit der damaligen Beregnungsanlage); 1997: Bei „normaler“ Witterung erfolgte zu Getreide keine Zusatzberegnung

Bei Stärkekartoffeln im Waldviertel wurden im Jahr 2003 mit Erträgen um 30 t/ha sehr unbefriedigende Stärkeerträge von etwa 5 – 5,5 t/ha erzielt. Das standörtliche Ertragspotential wird neben der ausreichenden N-Versorgung entscheidend von der Jahreswitterung mitbestimmt, die Einflussnahme durch die praktische Bewirtschaftung ist dazu vergleichsweise gering. Durch die regelmäßigen jährlichen Stallmistgaben wurde auf dem Standort der Humusgehalt von 1,74 auf 2,10% (höheres Wasserspeichervermögen) angehoben (Dersch und Böhm 2001), wodurch in geringem Umfang der Knollenertrag um etwa 2-3 t gesteigert wurde (Tab. 5). Diese zwar geringen, jedoch signifikanten Ertragseffekte dürften v. a. bei der N-Stufe 3 kaum mehr von der N-Wirkung des Stallmistes verursacht worden sein, sondern durch die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit durch die organische Düngung.

Tabelle 5: Kartoffelertrag in t/ha in Abhängigkeit von der **N-Düngung** (bei optimaler P- und K-Versorgung) im Jahr 2003 (Stärkesorte Ponto) und in Jahren mit durchschnittlicher Witterung (Speisekartoffel) in **Zwettl**

	2003		Durchschnittliche Witterung	
N-Stufe	ohne Stallmist	mit Stallmist	ohne Stallmist	mit Stallmist
N-0	20,8	23,5	17,6	23,2
N-1	24,4	28,4	26,8	32,8
N-2	27,2	30,5	30,3	37,2
N-3	28,8	31,2	33,8	40,6
GD 5%	1,32		2,45	

N-Stufen: 0, 60, 120 und 180 kg N/ha

5.2. P-Düngung

Das langjährige Unterlassen einer P-Düngung führt auf dem kalkhaltigen Boden des Marchfeldes zu signifikant niedrigeren Erträgen, die absoluten Differenzen sind durch die Trockenheit naturgemäß etwas geringer (minus 5,5 dt/ha) als in Jahren mit normaler Witterung (minus 8,5 dt/ha). Mit einem CAL-Bodengehalt von etwa 15 mg P_2O_5 pro 100 g wird in jedem Fall, unabhängig vom witterungsabhängigen Ertragsniveau, das ökonomische Potential ausgeschöpft (Tab. 6).

Tabelle 6: Winterweizenerträge (dt/ha) in Abhängigkeit von der **P-Düngung** (bei optimaler N- und K-Versorgung) in 2 ausgewählten Jahren auf dem Standort im **Marchfeld**

P-Versorgung:	1997 ohne Beregnung	2003 ohne Beregnung	2003 mit Beregnung
CAL: 9 / 0 kg P_2O_5	52,37	45,12	50,29
CAL: 15 / 50 kg P_2O_5	60,91	51,72	55,71
CAL: 22 / 100 kg P_2O_5	62,56	50,27	57,13
CAL: 29 / 150 kg P_2O_5	59,88	49,80	54,08
$GD_{5\%}$	5,66	3,98	

CAL: Einheiten in mg P_2O_5 pro 100 g Boden/ jährliche P_2O_5-Gaben pro ha

Unter den trockenen Bedingungen des Jahres 2003 war nur ein sehr schwacher P-Effekt auf den Kartoffelertrag gegeben, in Jahren mit einem höheren Ertragsniveau waren die Differenzen zumindest knapp an der Signifikanzschwelle (plus 3,5 t mit 50 kg P_2O_5). Wenn regelmäßig Stallmist gegeben wird, sind die durch zusätzliche mineralische P-Zufuhr erreichbaren Ertragszuwächse geringer (Stufe 1) bzw. nicht gegeben (Stufe 2) bzw. unwirtschaftlich (Stufe 3). Insgesamt reichen auch auf dem Felsbraunerdestandort etwa 16 mg P_2O_5 pro 100 g Boden (nach CAL/DL) für eine optimale Versorgung.

Tabelle 7: Kartoffelertrag in t/ha in Abhängigkeit von der **P-Düngung** (bei optimaler N- und K-Versorgung) im Jahr 2003 (Stärkesorte Ponto) und in Jahren mit durchschnittlicher Witterung (Speisekartoffel) in **Zwettl**

P-Versorgung:	2003 Ohne Stallmist	2003 Mit Stallmist	Durchschnittliche Witterung Ohne Stallmist	Durchschnittliche Witterung Mit Stallmist
CAL: 6;12 / 0 kg	28,7	30,2	30,5	38,8
CAL: 16;23 / 50 kg	29,2	30,7	34,0	40,9
CAL: 23;28 / 100 kg	29,2	31,4	32,0	38,7
CAL: 48;52 / 200 kg	28,1	31,6	35,4	42,2
$GD_{5\%}$	2,29		4,25	

CAL: Einheiten in mg P_2O_5 pro 100 g Boden ohne bzw. mit Stallmist / jährliche P_2O_5-Gaben pro ha

5.3. K-Düngung:

Für die Standortverhältnisse im Marchfeld sind hohe K-Freisetzungsraten aus dem Bodenpool dokumentiert (Hösch und Dersch 2002), sodass es durchaus plausibel ist, dass unter günstigen Witterungsbedingungen besonders der Winterweizen mit seinem tiefgehenden und intensiven Wurzelsystem in der Lage ist, den Bedarf auch noch bei niedrigen CAL-Gehalten von 11 mg K_2O optimal abzudecken. Unter den Bedingungen des Jahres 2003 war zumindest ein tendenzieller Ertragseffekt bis zur 1. K-Stufe (16 mg K_2O pro 100 g Boden) von 2 – 3 dt/ha zu verzeichnen, ein Hinweis, dass durch eine günstigere K-Versorgung die Auswirkungen einer Trockenheit etwas gemindert werden (Tab. 8).

Tabelle 8: Winterweizenerträge in Abhängigkeit von der **K-Düngung** (bei optimaler N- und P-Versorgung) in 2 ausgewählten Jahren auf dem Standort im **Marchfeld**

K-Versorgung:	1997 ohne Beregnung	2003 ohne Beregnung	2003 mit Beregnung
CAL: 11 / 0 kg K_2O	60,80	47,52	55,59
CAL: 16 / 75 kg K_2O	60,84	50,49	57,52
CAL: 22 / 150 kg K_2O	59,67	48,35	54,83
CAL: 33 / 225 kg K_2O	59,79	46,75	53,57
$GD_{5\%}$	5,66	3,98	

CAL: Einheiten in mg K_2O pro 100 g Boden/ jährliche K_2O-Gaben pro ha

Die K-Effekte auf dem Zwettler Standort (Tab. 9) waren in Jahren mit durchschnittlicher Witterung in der Variante ohne Stallmist deutlicher ausgeprägt (plus 4,3 – 7 t/ha mit zunehmender K-Versorgung) bzw. mit Stallmist entsprechend schwächer und uneinheitlicher (plus 1,3 – 4,3 t/ha).

Tabelle 9: Kartoffelertrag in t/ha in Abhängigkeit von der **K-Düngung** (bei optimaler N- und P-Versorgung) im Jahr 2003 (Stärkesorte Ponto) und in Jahren mit durchschnittlicher Witterung (Speisekartoffel) in **Zwettl**

K-Versorgung:	2003		Durchschnittliche Witterung	
	ohne Stallmist	mit Stallmist	ohne Stallmist	mit Stallmist
CAL: 13;19 / 0 kg	28,6	29,8	27,3	37,7
CAL: 17;24/ 75 kg	27,3	32,0	31,6	42,0
CAL: 29;39/ 150 kg	30,6	31,2	32,8	39,0
CAL: 39;50/ 225 kg	28,6	30,6	34,3	40,8
$GD_{5\%}$	2,29		4,20	

CAL: Einheiten in mg K_2O pro 100 g Boden mit bzw. ohne Stallmist / jährliche K_2O-Gaben pro ha

Eine Versorgung im Bereich von etwa 20 mg K_2O pro 100 g Boden, also im oberen Teil des ausreichenden Gehaltsbereiches C ist auch bei hohem Ertrag von 40 t ausreichend. Unter den Verhältnissen des Jahres 2003 waren die K-Effekte bei dem niedrigeren Ertragsniveau schwächer, eine Erhöhung der K-Versorgung über das im Normalfall optimale Niveau bringt auch unter trockenen Bedingungen keinen Vorteil.

6. Nährstoffversorgung und Krankheitsbefall

Für den konventionellen bzw. integrierten Winterweizenanbau ist es belegt, dass mit steigender N-Düngungsintensität ein gezielter Abreifeschutz eine wirtschaftlich lohnende Maßnahme darstellt, wodurch auch die Ausnutzung des eingesetzten Stickstoffs deutlich gesteigert wird. Dabei müssen zusätzlich die jeweiligen Krankheitsresistenzeinstufungen der Sorten (siehe Beschreibende Sortenliste) und besonders die klimatischen Verhältnisse einbezogen werden: Während ein Fungizideinsatz im humiden Klimagebiet relativ häufig durchgeführt wird, ist im pannonischen Trockengebiet nur in Ausnahmesituationen (hoher Infektionsdruck, Sorte mit starker Anfälligkeit für bestimmte Krankheiten) eine solche Maßnahme lohnend (Dersch und Hösch 2001).

Auch bei Zuckerrübe und Kartoffel werden das Erstauftreten von Krankheiten und deren Verlauf wesentlich stärker von der aktuell vorherrschenden Witterung und der unterschiedlichen Resistenz der Sorten bestimmt. Die Nährstoffversorgung mit N, P und K ist im Vergleich dazu von untergeordneter Bedeutung (Dersch und Kurtz 2002).

Konkrete praktische Angaben zu der Frage, in welchem Umfang die optimale Spurennährstoffversorgung zu erhöhter Krankheitsresistenz beiträgt, sind wahrscheinlich auch in Zukunft für österreichische Anbauverhältnisse nicht zu erwarten; der dafür erforderliche experimentelle Versuchsumfang wäre hoch, und die Erfolgsaussichten sind aufgrund des von Jahr zu Jahr unterschiedlichen Befalldruckes eher vage einzuschätzen.

7. Zusammenfassung

Die Versuchsdaten zeigen, dass die derzeitige Einstufung der Bodennährstoffgehalte betreffend P und K und die dazugehörigen Düngeempfehlungen in der Regel zumeist mehr als ausreichend sind. Auch für Kalium sind unter den Bedingungen des Trockenstress keine höheren Gaben angezeigt. Bezüglich der Auswinterung sind primär die relativ großen Sortenunterschiede zu beachten.

Größere Probleme bereitet die Abschätzung der optimalen N-Düngungsintensität, weil bei Trockenheit das erwartete Ertragsniveau nicht erreichbar ist und die N-Effizienz deutlich absinkt. Bei den Weizensorten mit günstiger Krankheitsresistenz ist nur in deutlich feuchteren Jahren im Trockengebiet die Wirtschaftlichkeit von Fungizidmaßnahmen bei einem höheren N-Düngungsniveau gegeben. Der Infektionsdruck und die Intensität des Verlaufes der relevanten Krankheiten bei Zuckerrübe und Kartoffel sind wesentlich vom aktuellen Witterungsverlauf abhängig, die Nährstoffversorgung bleibt dabei von untergeordneter Bedeutung. Bei reinen Marktfruchtbetrieben auf alkalischen Standorten sollte die Spurennährstoffversorgung in Zukunft stärker beachtet werden.

Literatur

AMBERGER, A. (1996): Pflanzenernährung, 4. Auflage. UTB 846, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

DERSCH, G. (2001): Stickstoff-Düngungsstrategie bei Weizen im Trockengebiet. Der Pflanzenarzt 3, 26-28.

DERSCH, G. und K. BÖHM (2001): Effects of agronomic practices on the soil carbon storage potential in arable farming in Austria. Nutrient Cycling in Agroecosystems 60, 49-55.

DERSCH, G. und J. HÖSCH (2001): Produktionsintensität, Wirtschaftlichkeit und Umweltrelevanz der Weizenproduktion bei unterschiedlichen Klimabedingungen. VDLUFA - Kongressband 2001 Berlin, 169-176.

DERSCH, G. und E. KURTZ (2002): Ergebnisse eines Versuches zum reduzierten Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes in Zuckerrüben. Agrozucker 2/2002, 8-11.

DERSCH, G. und J. HÖSCH (2003): Kupfer und Zink in Zukunft stärker beachten. Der fortschrittliche Landwirt Nr.11, 6-9.

HARLFINGER, O. und G. KNEES (1999): Klimahandbuch der österreichischen Bodenschätzung. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 58.

HÖSCH, J. und G. DERSCH (2002): Der internationale Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Wien: Nährstoffbilanzen und Bodenkennwerte. Archives of Agronomy and Soil Science Vol. 48, No. 5, 471-484.

LARCHER, W. (1984): Ökologie der Pflanzen auf physiologischer Grundlage. UTB 232, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Autor

DI Dr. Georg DERSCH, AGES, Institut für Bodengesundheit, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: georg.dersch@ages.at

Die Anwendung der Subsample-Methode bei der Quantifizierung von gentechnischen Verunreinigungen in Saatgut

CHRISTIAN BRANDES, RUPERT HOCHEGGER

Die Reinhaltung und Überprüfung ist für den Bestand von qualitativ hochwertigem Saatgut unerlässlich. In den letzten Jahren wurde die Reinhaltung des Saatgutes von Kontaminationen mit gentechnisch veränderten Organismen (GVO) zu einer dringlichen Aufgabe. Kontaminationen können durch die Verwendung von bereits kontaminiertem Saatgut, durch Durchwuchs, sowie durch mechanische Vermischung beim Transport, der Ernte oder der Lagerung von Saatgut entstehen. Die häufigste Ursache von GVO-Kontaminationen ist jedoch -z. B. bei Mais- eine Bestäubung mit Pollen von fremden Pflanzen der gleichen Art, die in der Nähe angebaut werden.

Für den Nachweis von GVO sind verschiedene Methoden entwickelt worden. Diese Methoden unterscheiden sich in der Aufarbeitung bzw. der Analyse der Proben. Neben dem Einsatz von Bio- und Immunassays ist die Polymerase Kettenreaktion (PCR) eine dritte Methode, die den Nachweis von GVO sehr erleichtert hat. Ein Vorteil der PCR-Methode ist beispielsweise, dass ein Screening kostengünstig durchgeführt werden kann, da mit nur einem Test mehrere GVO-Konstrukte erfasst werden. Außerdem ist die Nachweisgrenze niedriger als bei anderen Methoden, sie liegt zwischen 0,01 und 0,1%.

Für den Nachweis von GVO in Saatgut ist die repräsentative Probenziehung eine wichtige Voraussetzung. Hinsichtlich der Probenziehung für GVO-Messungen von Saatgut liegen nur wenig praktische Erfahrungen vor. Eine Möglichkeit ist die Anwendung von Probenziehungen gemäß ISTA Normen, die für die Zertifizierung des Saatgutes seit Jahren erfolgreich eingesetzt wird.

Eine weitere Anforderung ist die Bestimmung der Kornanzahl, die für GVO-Messungen notwendig ist. Es hat sich bei den GVO-Labors in der EU durchgesetzt, dass man bei Lebensmitteln 10.000 Korn und bei Saatgut 3000 Korn zu untersuchen anstrebt, wenn eine genügende Größe der Probe vorliegt.

GVO-Kontaminationen von Saatgut sollten möglichst genau quantifiziert werden. Hier wurde von einer Arbeitsgruppe der EU-Kommission der Vorschlag gemacht, die Quantifizierung nicht mittels Real-time-PCR, der bisher üblichen Methode, durchzuführen, sondern Subsamples zu messen. Die Subsample-Methode hat den Vorteil, auch bei Saatgut mit polyploiden Körnern exakte Ergebnisse zu liefern. Zusätzlich ist es möglich, die statistische Wahrscheinlichkeit für Annahme/Ablehnung einer Partie bei verschieden starken Kontaminationen angeben zu können, und es können Parameter wie das Konsumenten-* (β-LQL) und das Produzentenrisiko* (α-AQL) von Schwellenwerten gemessen werden

Für die Messung von bestimmten GVO-Schwellenwerten mittels Subsamples ist die Kornanzahl sowie die Anzahl der Subsamples festzulegen. Die Größe dieser Parameter sollte möglichst klein sein, um die Kosten und den Aufwand der Messungen gering zu halten (dies ist ebenfalls ein sehr entscheidender Faktor für die Entscheidung, ob Schwellen- oder Grenzwerte gemessen werden sollen). Eine Optimierung dieser Parameter ist durch entsprechende Computersimulationen möglich.

Beispiele für Kornanzahl und Anzahl der Subsamples/Proben für bestimmte Schwellenwerte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Schwellen-wert	Kornanzahl gesamt	Anzahl der Proben	Kornanzahl pro Probe	Konsumenten-risiko	Produzenten-risiko
0,1	8450	13	650	3,81	4,21
0,3	3850	11	350	3,57	3,36
0,5	3500	10	350	3,38	3,73
0,7	3600	12	300	1,27	4,29

In Österreich darf laut Saatgut-Gentechnik-Verordnung bei der Saatgut-Verkehrskontrolle keine Verunreinigung gemessen werden, die über 0,1 Prozent liegt. Es gibt bisher keine EU-Verordnung oder EU-Richtlinie für GVO-Schwellenwerte bei Saatgut. Im letzten Jahr hat die EU-Kommission einen Entwurf für eine Saatgut-Gentechnik-Richtlinie vorgelegt, nach der die Kennzeichnungspflicht für GVO-Kontaminationen bei Saatgut zwischen 0,3 und 0,7 Prozent liegen soll.

Da bisher nur wenige Untersuchungen vorliegen, in denen GVO-Verunreinigungen in nachgeschalteten Produktionsabläufen bestimmt wurden, besteht die Gefahr, dass bei der Anwendung der genannten Schwellenwerte in weiterverarbeiteten Produkten wesentlich höhere Werte gefunden werden. Es ist zu berücksichtigen, dass bei der Weiterverarbeitung des Saatgutes zu Lebens- und Futtermitteln ein Grenzwert von 0,9% gem. EU-Verordnung 1830/2003 einzuhalten ist. Wenn bei den Kontrollen von Saatgut die Kriterien von Schwellenwerten über 0,5% angewendet werden, ergibt sich aus statistischen Gründen, dass das Konsumentenrisiko (β-LQL) bei einer GVO-Verunreinigung von 0,9% sehr hoch ist. Das bedeutet, dass mit einer Anzahl von über 5% (abhängig von der statistischen Verteilung der Kontaminationen) von Partien zu rechnen ist, die laut Statistik für den Anbau oder die Weiterverarbeitung angenommen werden können, in Wahrheit jedoch den Grenzwert von 0,9% überschreiten.

Die Berechnung von GVO-Schwellenwerten mit Subsamples erweist sich als eine sehr geeignete Methode um GVO-Kontaminationen zu messen. In zukünftigen Ringversuchen ist es notwendig festzustellen, wie genau und zuverlässig solche Messungen sind. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, welche statistische Verteilung bei geringen Kontaminationen vorliegt. Die Einbeziehung dieser zusätzlichen Kriterien in die bisherigen Berechnungen ist zur Zeit in Arbeitsgruppen des Joint Research Centers in Ispra in Arbeit.

Die Möglichkeit, GVO Kontaminationen möglichst genau messen zu können, ist neben der Einhaltung von Qualitätsstandards auch für die Koexistenz von konventionellem und gentechnisch verändertem Saatgut von Bedeutung. Leider liegen auch bezüglich dieses Themas nur wenig praktische Erfahrungen vor. In einer Studie über GVO Verunreinigungen von Saatgut, die in den USA durchgeführt wurde, ergab sich, dass 50 Prozent des Soja und Mais-Saatgutes und 83 Prozent des Raps Saatgutes mit 0,05 bis 0,1 Prozent GVO kontaminiert waren.

Autoren

Dr. Christian BRANDES, Mag. Rupert HOCHEGGER, AGES, CC Biochemie, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: christian.brandes@ages.at

*Produzentenrisiko: Wahrscheinlichkeit eine Saatgutpartie abzulehnen, die eine (geringe) Kontamination beim Level AQL aufweist

*Konsumentenrisiko: Wahrscheinlichkeit eine Saatgutpartie anzunehmen, die eine (hohe) Kontamination beim Level LQL aufweist

Ertrag und Futterwert dreier Maissorten in zwei Extremjahren

WALTRAUD HEIN & LEONHARD GRUBER

Einleitung

Die Bedeutung von Silomais als wichtiges Futtermittel, das der Landwirt selbst erzeugen kann und welches vom Milch- und Mastrind gerne angenommen wird, ist unbestritten. Silomais kann in weiten Teilen Österreichs angebaut werden, wobei hier vor allem das Alpenvorland, das Voralpengebiet, aber auch Tal- und Beckenlagen im alpinen Bereich zu erwähnen sind. Einen wichtigen Beitrag zur Verbreitung des Silomaises leistete die Pflanzenzüchtung, die durch ein relativ breites Sortenspektrum an frühen und mittelfrühen Maissorten den klimatisch benachteiligten Gebieten auch die Chance zum Silomaisanbau gab. Die Fläche für den Silomais betrug im Jahr 2002 für ganz Österreich 73.685 ha, wobei der durchschnittliche Frischmasse-Ertrag bei 44.580 kg/ha lag (STAT. NACHRICHTEN, 2003). An der gesamten Ackerfläche macht der Anteil von Silomais 5,3 % aus, allerdings wird dieser Wert im Alpenvorland und teilweise auch in alpinen Tal- und Beckenlagen weit übertroffen. Im Vergleich zum Jahr 2001 lässt sich ein geringer Anstieg der Silomaisfläche erkennen.

Die einzigartige Zusammensetzung von Silomais, auf der einen Seite der energiereiche Kolben, auf der anderen Seite die rohfaserreiche Restpflanze, verleiht dieser Kulturpflanze in der Fütterung einen ganz besonderen Stellenwert (LANGENHOFF et al., 2002). Auf Grund seiner leicht verdaulichen Kohlenhydrate und des geringen Proteingehaltes verfügt Silomais über beste Siliereigenschaften, die zu durchwegs guten Maissilagen führen. Mit Maissilage steht dem Landwirt ein wirtschaftseigenes energiereiches Grundfutter zur Verfügung, das wegen seiner hohen Verdaulichkeit hohe Futteraufnahmen garantiert.

Faktoren, welche die Qualität der Maissilage wesentlich beeinflussen können, sind Sorte, Standort, Witterungsbedingungen und das Entwicklungsstadium zur Ernte (HERTER et al., 1996). ANDRAE et al. (2001) und KUEHN et al. (1999) haben festgestellt, dass nicht nur die Züchtung, sondern auch der Boden und die klimatischen Bedingungen auf die Qualität der Maissilage einen Einfluss haben.

Durchführung der Untersuchungen

Fragen zum Einfluss von physiologischer Reife und Standort auf Ertrag und Futterwert dreier verschiedener Maissorten wurden in einem Forschungsprojekt in den Jahren 2002 und 2003 an der BAL Gumpenstein bearbeitet. Dazu wurden an drei Standorten, die möglichst verschiedene Anbaugebiete repräsentieren, jeweils drei verschiedene Maissorten mit unterschiedlichen Reifezahlen angebaut. Es wurden folgende Maissorten ausgewählt: FUXXOL (RZ. 240), ROMARIO (RZ. 270) und ATALANTE (RZ. 290). Die Versuche standen an folgenden Standorten, die durch untenstehende Daten charakterisiert werden:

Gumpenstein: 700 m Seehöhe; 6,8 °C Jahrestemperatur; 1010 mm Niederschlag

Kobenz: 630 m Seehöhe; 6,8 °C Jahrestemperatur; 850 mm Niederschlag

Lambach: 366 m Seehöhe; 8,2 °C Jahrestemperatur; 957 mm Niederschlag

Die beiden Versuchsjahre waren gekennzeichnet durch besonders hohe Temperaturen, wobei im August 2002 sintflutartige Regenfälle zu verzeichnen waren, bei denen innerhalb weniger Tage mehr Niederschlag als sonst in einem Monat fiel. Deshalb liegen die Niederschlagswerte im Jahr 2002 rund 30% höher als im langjährigen Durchschnitt. Das Besondere am Jahr 2003 war die extreme Trockenheit, die sich am stärksten am Standort Kobenz auswirkte, während die Niederschläge sowohl in Gumpenstein als auch in Lambach trotz einer Reduzierung um rund 20 % für eine entsprechende Ertragsbildung ausreichten.

An jedem Standort wurde ein Feldversuch in vierfacher Wiederholung angelegt, wobei die pflanzenbaulichen Maßnahmen jenen der Sortenversuche entsprachen.

Jede Sorte wurde zu drei unterschiedlichen Terminen geerntet, jeweils zu Beginn, Mitte und Ende der Teigreife. Von jeder Variante wurden Proben von Kolben und Restpflanze zur Bestimmung des Kolbenanteiles sowie zur chemischen Analyse beider Pflanzenteile genommen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version (HARVEY, 1987).

Ergebnisse

Was die Trockenmasse-Erträge betrifft, sind diese im Vergleich zu anderen Sorten und kühleren Jahren als ausgesprochen gut zu bezeichnen. Der durchschnittliche Ertrag liegt in diesem Versuch bei 21.468 kg/ha, wenn man beide Jahre gemeinsam betrachtet. Innerhalb der drei Sorten ist eine deutliche Steigerung von 1394 kg/ha von der frühen zur späteren Sorte zu erkennen, innerhalb der Erntetermine von 3314 kg/ha, ansteigend natürlich vom früheren zum späteren. Die Standorte betreffend wird für Lambach der höchste Ertrag, und zwar von 23.245 kg/ha ausgewiesen, für Kobenz 20.410 kg/ha und für den alpinen Standort Gumpenstein immerhin ein Wert von 20.748 kg/ha. Der Unterschied der beiden Versuchsjahre beträgt bei der Frischmasse 14050 kg/ha, bei der Trockenmasse 1368 kg/ha. Was die Sorten betrifft, sieht man auch dabei die Jahresunterschiede sehr deutlich. Die Differenz bei der Sorte Fuxxol beträgt 2301 kg/ha, bei der Sorte Romario 1463 kg/ha und bei der Sorte Atalante nur 341 kg/ha (*Abbildung 1*).

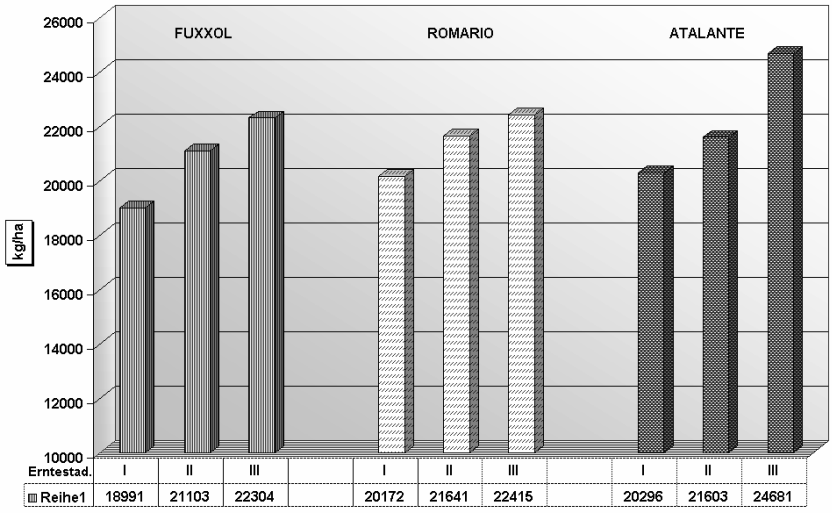


Abbildung 1: Trockenmasse-Ertrag: Wechselwirkung Sorte x Erntestadium

Betrachtet man die Ergebnisse im Detail, so sieht man zwar den generellen Anstieg des Trockenmasse-Ertrages im Laufe der Vegetationsperiode, allerdings mit kleinen Abweichungen je nach Sorte und Standort. Einzig am Standort Lambach bringt der späteste Erntetermin in jedem Fall auch den höchsten Ertrag, wenngleich manchmal auch nur mit einigen wenigen Kilos mehr.

Sowohl am Standort Kobenz als auch Gumpenstein verläuft der Ertragszuwachs nicht völlig kontinuierlich. Gerade der Standort Kobenz zeigt in seinen Werten für das Jahr 2003 die fehlenden Niederschlagsmengen in den relativ geringen Trockenmasse-Erträgen im Vergleich zum Jahr davor. In Gumpenstein bringt der Unterschied vom ersten zum zweiten Erntetermin in jedem Fall eine Zunahme des Trockenmasse-Ertrages, danach bei Fuxxol und Atalante im Jahr 2002 nicht mehr.

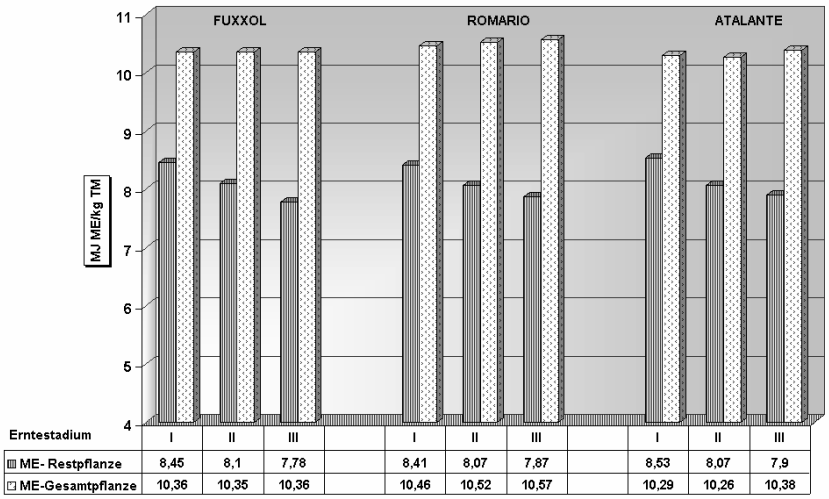
Bei der Vegetationsdauer beträgt die Spanne vom Anbau bis zur Ernte zwischen 111 und 157 Tagen, wobei diese im Jahr 2003 geringer als im Jahr 2002 war. Beim Kolbenanteil, sowohl auf die Trockenmasse als auch auf die Energie bezogen, kommt es zu einem prozentuellen Rückgang im trockenen Jahr 2003. Betrachtet man allerdings den Kolbenanteil im Hinblick auf Sorte x Jahr, so stellt man – bezogen auf die Trockenmasse – einen relativ geringen Rückgang bei den mittelfrühen Sorten Romario und Atalante, dagegen einen Anstieg bei der frühreifen Sorte Fuxxol fest. Bezieht man den Kolbenanteil auf die Energie, so ist der Rückgang vom Jahr 2002 auf das Folgejahr bei allen drei Sorten äußerst gering.

Zusätzlich sagt der Energieertrag viel über die Leistungsfähigkeit einer Sorte aus. Auch hierbei ist eine ähnliche Entwicklung wie beim Trockenmasse-Ertrag zu erkennen, wobei es zu einer Zunahme von der frühen zur späteren Sorte kommt, ebenso bei späterem Erntetermin. In Bezug auf die beiden unterschiedlichen Jahre liegt der Wert im Jahr 2002 mit 231,3 GJ ME/ha jenem des Jahres 2003 um mehr als 16 GJ ME/ha voraus. Jede Sorte schneidet im ersten Versuchsjahr besser ab als im zweiten, wobei dieses Faktum wesentlich über den Trockenmasse-Ertrag gesteuert wird.

Auffallend sind die durchwegs höheren Energiegehalte im Jahr 2002 mit Ausnahme des dritten Erntetermins bei der frühen Sorte Fuxxol. Ansonsten kann man eine Abnahme des Energiegehaltes mit zunehmender Reife erkennen, was im Speziellen für das Jahr 2002 zutrifft; im Jahr 2003 ist gerade bei der späteren Sorte Atalante ein deutlicher Anstieg des Energiegehaltes festzustellen. Meist geht ein höherer Energiegehalt mit einem niedrigeren Ertrag einher.

Andere wichtige Parameter, die der Beurteilung einer Sorte dienen, sind die Nährstoffe, deren Verdaulichkeit und der daraus errechenbare Energiegehalt. Der Trockenmasse-Gehalt ist eine Größe, die neben dem Frischmasse-Ertrag verantwortlich für die Höhe des Trockenmasse-Ertrages zeichnet; der Mittelwert beträgt 33,77 %. Abstufungen je nach Reifezahl lassen sich erkennen, wobei Fuxxol mit 35,39 % am besten abschneidet, gefolgt von Romario mit 34,18 % und Atalante mit 31,75 %. Bei den drei Ernteterminen kommt es zu einem Anstieg des Trockenmasse-Gehaltes von 29,69 % auf 37,66 %. Die beiden Jahre unterscheiden sich um 5,16 %; dabei liegt das Jahr 2003 mit dem höheren Wert voran. Der gleiche Effekt ist auch bei den einzelnen Sorten zu beobachten. Bei den Inhaltsstoffen ist eine geringe Zunahme des Rohproteingehaltes und des Rohfasergehaltes zu erkennen, während das Rohfett und die stickstofffreien Extraktstoffe einen leichten Rückgang im zweiten Versuchsjahr verzeichnen. Die Verdaulichkeit, die durch die Cellulase-Methode ermittelt wurde, variiert bei den einzelnen Inhaltsstoffen nur in einem engen Bereich, sowohl zwischen den Sorten, Ernteterminen, aber auch Jahren.

Der Energiegehalt beträgt im Mittel 10,39 MJ ME/kg TM. Von den einzelnen Sorten weist Romario den höchsten Wert mit 10,52 auf; Fuxxol folgt mit 10,35 und Atalante hat 10,31 MJ/kg ME. Bei den Ernteterminen ist kaum ein Unterschied zwischen dem ersten und zweiten, sehr wohl aber zum dritten festzustellen. Auch die beiden Jahre sind deutlich differenzierbar. Auf jeden Fall kann man die Unterschiede bei der Wechselwirkung Sorte x Jahr erkennen, wobei immer das zweite Versuchsjahr den schlechteren Wert aufweist. Für die Beurteilung der Qualität der Gesamtpflanze ist der Energiegehalt der Restpflanze ebenso wie der Kolbenanteil von besonderer Bedeutung (*Abbildung 2*).



Erntestadium	I	II	III		I	II	III		I	II	III
ME- Restpflanze	8,45	8,1	7,78		8,41	8,07	7,87		8,53	8,07	7,9
ME-Gesamtpflanze	10,36	10,35	10,36		10,46	10,52	10,57		10,29	10,26	10,38

Abbildung 2: Energiekonzentration der Rest- und Gesamtpflanze: Wechselwirkung Sorte x Erntestadium

Auch bei den Spurenelementen gibt es nur sehr geringe Unterschiede innerhalb der einzelnen Versuchsvarianten.

Zusammenfassung

Bei diesem Versuch werden die Einflüsse dreier verschiedener Maissorten zu drei unterschiedlichen Ernteterminen an drei verschiedenen Standorten auf Ertrag und Qualität in zwei Versuchsjahren geprüft. Dabei sind die Jahre 2002 und 2003 jeweils von sehr hohen Temperaturen geprägt; das Jahr 2002 zusätzlich von extremen Niederschlägen, das Jahr 2003 wiederum von extremer Trockenheit. Die dabei ermittelten Erträge sind wesentlich höher als jene vergleichbarer Sortenversuche, wenn der durchschnittliche Trockenmasse-Ertrag bei knapp 21.500 kg/ha beträgt. Der zu einem Großteil für die Qualität der Gesamtpflanze verantwortliche Kolbenanteil liegt durchaus im Bereich zwischen 45 und 58 %, abhängig vom Standort, der Sorte und vom Reifezustand. Die Energiekonzentration betreffend, bewegen sich die Werte bei der Gesamtpflanze zwischen 10,26 und 10,57 MJ ME/kg TM; bei der Restpflanze schwanken die Werte zwischen 7,80 und 8,53 MJ ME/kg TM.

Somit ist deutlich zu erkennen, welchen Einfluss Sorte und Erntestadium sowie auch der Standort auf Ertrag und Qualität von Silomais haben.

Literatur

ANDRAE, J.G.; J.G. HUNT; C.W. PRITCHARD; L.R. KENNINGTON; J.H. HARRISON; W. KEZAR and W. MAHANNA (2001): Effect of hybrid, maturity and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. J. Animal Science 79, 2268-2275.

HARVEY, W.R. (1987): User's Guide for LSMLMW PC-1 Version, Mixed Model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University, USA, 59 pp.

HERTER, U.; A. ARNOLD; F. SCHUBIGER und M. MENZI (1996): Sorte, Ort, Jahr und Reife bestimmen die Silomaisqualität. Agrarforschung, 3, 539-542.

KUEHN, C.S.; J.G. LINN; D.G. JOHNSON; H.G. JUNG and M.I.ENDRES (1999): Effect of feeding silages from corn hybrids selected for leafiness or grain to lactating dairy cattle. J.Dairy Science, 2746-2755.

LANGENHOFF, M. (2002): Futtermittelkundliche Bewertung von zwei Silomaishybriden bei Wiederkäuern. Dissertation der Tierärztlichen Hochschule Hannover, 156 pp.

STATISTISCHE NACHRICHTEN (2003): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahr 2002, herausgeg. vom Österr. Statist. Zentralamt, Heft 4/2003.

Autoren

DI Waltraud HEIN, Dr. Leonhard GRUBER, Bundesanstalt Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau, Altirdning 11, A-8952 IRDNING, e-mail: waltraud.hein@bal.bmlfuw.gv.at

Nichtparasitäre Blattverbräunungen (NBV) und Ramularia-Nekrosen bei Gerste: Verbreitung, Schadwirkung, Sorteneinfluss und Gegenmaßnahmen

MICHAEL OBERFORSTER

Einleitung

Bei sämtlichen Getreidearten können Symptome an Blättern auftreten, welche nicht biotischen Ursprungs sind. Insbesondere bei Winter- und Sommergerste verursachen nichtparasitäre Blattverbräunungen (NBV) markante Ertrags- und Qualitätsverluste (Obst und Baumer 1998, Behn Günther 2003). Im letzten Jahrzehnt ist eine zunehmende Bedeutung und eine Ausweitung des Areals erkennbar. Das typische Schadbild wurde bereits vor Jahrzehnten beschrieben, damals aber anders gedeutet. Weitere, teilweise aber nicht völlig deckungsgleiche Bezeichnungen für die Symptome sind: Nichtparasitäre Blattflecken, atmosphärisch bedingte Blattflecken, unspezifische Blattflecken bzw. Blattverbräunungen, physiologische Blattflecken (PLS) bzw. Blattverbräunungen, Sonnenbrandflecken. Es besteht kein Konsens über die Ursachen, mehrere Autoren (Huss und Sachs 1998, Sachs 2000) ordnen Blattflecken und Schäden dem Pilz *Ramularia collo-cygni* (*Ramularia*-Blattfleckenkrankheit, Sprenkelkrankheit) zu. Hingegen bezeichnen (Obst et al. 1995, Obst und Baumer 1998) *Ramularia* als wenig aggressiven Erreger (Schwächeparasit, Folgemykose). Ihm soll - ausgenommen wenige Späterntegebiete in regenreichen Gebieten – keine nennenswerte wirtschaftliche Bedeutung zukommen. Das österreichische Sortiment wird hinsichtlich eventueller Toleranzunterschiede beurteilt. Die Fungizidwirkung wird in Versuchen, die von anderen Krankheiten kaum oder nicht belastet sind, untersucht.

Material und Methoden

Verwendet wurden Boniturdaten der Sortenwertprüfung von 1992 bis 2003. Die nichtparasitäre Blattverbräunung wurde nach einer neunstufigen Skala erfasst: 1 = keine Symptome, ... 9 = sehr starke Symptomausprägung. Es handelt sich um eine summarische Bewertung von NBV- und *Ramularia*-Symptomen, diese sind am Feld nicht präzise voneinander trennbar. Wegen der Unorthogonalität der Datensätze wurden adjustierte Mittelwerte berechnet (Schwarzbach 1984). Ergebnisse einer faktoriellen Versuchsserie vom Standort Lambach – Stadl-Paura mit und ohne Fungizidapplikation zeigen die durch NBV (einschließlich *Ramularia*) bedingten Ertrags- und Qualitätseinbußen. Getestet wurde diese Frage bei den Wintergersten Astrid, Balaki, Dido (mittlerweile gelöscht), Gudrun, Ludmilla, Montana, Reni, Venus (mittlerweile gelöscht), Virac und Virgo. Bei Sommergerste waren es Baccara, Danuta, Elisa, Eunova, Felicitas, Maresi, Meltan, Messina und Prosa. Zur Anwendung kamen die Strobilurinfungizide Amistar (Azoxystrobin) und Juwel (Epiconazol + Kresoxim-methyl) sowie die Azole Folicur (Tebuconazole) und Gladio (Fenpropimorph + Propiconazol + Tebuconazole) im Stadium BBCH 39 (Fahnenblattstadium) bis 61 (Blühbeginn). Die Prüfglieder waren vierfach wiederholt, die Nettoparzellenfläche umfasste 10,0 m^2.

Ergebnisse und Diskussion

Symptomausprägung der nichtparasitären Blattverbräunungen: Ab dem Ährenschieben zeigen sich an den älteren Blättern (F-2, d.h. am zweiten Blatt unter dem Fahnenblatt) zunächst punktförmige Aufhellungen, die nach einigen Tagen in rotbraune Nekrosen übergehen. Der für *Ramularia* charakteristische gelbe Hof fehlt. Die Symptome erscheinen zunächst auf Stellen mit intensiver Sonnenbestrahlung. Wo Blätter überlappen, Schatten auf die Blätter fällt oder Blattdrehungen den Winkel zur Sonne verändern, sind zunächst keine oder nur abgemilderte Schadeffekte zu beobachten. Innerhalb von ein bis zwei Wochen während der Milchreife können die oberen Blattetagen (F-2, dann F-1, zuletzt das Fahnenblatt) völlig zerstört sein (Obst et al. 1995, Obst und Baumer 1998). Auch die Blattscheiden und Grannen verfärben sich ins Bräunliche. Bei zeitig ährenschiebenden Wintergersten treten die Symptome tendenziell früher und stärker auf, als bei spätreifen Sorten. Neben den NBV werden bei Gerste weitere Symptome, welche ebenfalls keine Krankheitserreger zur Ursache haben, etwa Mlo-Flecken (nur bei bestimmten Sommergerstesorten) und Teerflecken, beobachtet. Diese

führen normalerweise nicht zu Ertrags- oder Qualitätsminderungen und bleiben im Folgenden unberücksichtigt.

Verbreitung von nichtparasitären Blattverbräunungen (einschließlich Ramularia): Hauptsächlich sind die südöstlichen Landesteile (Mittel- und Südburgenland, Steiermark, Kärnten), das Alpenvorland sowie das Mühl- und Waldviertel davon betroffen; vergleichsweise gering ist die Bedeutung im Pannonikum. Die Verbreitungsareale für die nichtparasitäre Blattverbräunung und die *Ramularia*-Sprenkelkrankheit sind einander ähnlich. Oft treten beide Symptome mit wechselnden Anteilen vergesellschaftet auf, sie können makroskopisch nur schwer voneinander getrennt werden.

Tabelle 1: Anfälligkeit für nichtparasitäre Blattverbräunungen (NBV) einschließlich *Ramularia* im aktuellen Wintergerstensortiment nach Korrektur mittels Residuen der Regression Ährenschieben - NBV und *Ramularia* (Versuche 1992-2003, adjustierte Mittelwerte bei 'Ährenschieben' sowie 'NBV und *Ramularia*')

Sorte	Ährenschieben Bezugsbasis Dido 1,00 (Tage)	Ährenschieben Differenz zum Sortiments-mittel (Tage)	NBV und Ramularia (Bon. 1-9)	Residuen/ Korrektur-werte	NBV und Ramularia korrigiert (Bon. 1-9)
Mehrzeilige Sorten					
Balaki	4,71	-0,10	5,59	-0,02	5,57
Goldina	1,30	-3,51	4,99	-0,67	4,32
Helga	3,40	-1,41	5,80	-0,27	5,53
Holli	7,15	2,34	4,75	0,44	5,19
Laurena	5,75	0,94	4,96	0,18	5,14
Leonore	4,89	0,08	5,04	0,02	5,06
Lorena	4,93	0,12	4,90	0,02	4,92
Ludmilla	5,58	0,77	5,15	0,15	5,30
Lupida	4,34	-0,47	5,46	-0,09	5,37
Nicoletta	5,01	0,20	4,87	0,04	4,91
Palinka	4,60	-0,21	5,45	-0,04	5,41
Petra	2,28	-2,53	5,91	-0,48	5,43
Serafina	5,91	1,10	5,86	0,21	6,07
Toskana	4,25	-0,56	5,41	-0,11	5,30
Traminer	6,61	1,80	4,40	0,34	4,74
Tundra	4,10	-0,71	5,78	-0,13	5,65
Zweizeilige Sorten					
Astrid	5,52	0,71	5,90	0,13	6,03
Camera	7,52	2,71	4,65	0,51	5,16
Cordula	5,22	0,41	5,00	0,08	5,08
Gudrun	3,73	-1,08	6,12	-0,21	5,91
Ibiza	1,86	-2,95	5,90	-0,56	5,34
Montana	6,51	1,70	5,39	0,32	5,71
Opal	4,33	-0,48	6,36	-0,09	6,27
Reni	6,28	1,47	5,40	0,28	5,68
Romina	2,99	-1,82	6,39	-0,35	6,04
Vicky	3,44	-1,37	5,73	-0,26	5,47
Virac	4,69	-0,12	6,21	-0,02	6,19
Virgo	4,34	-0,47	6,17	-0,09	6,08

Ursache der nichtparasitären Blattverbräunungen: Für mehrere Autoren (Obst et al. 1995, Obst und Baumer 1998, Wu 2001, Wu und v. Tiedemann 2002) ist sicher, dass die Sonneneinstrahlung die Blattschäden der Gerste mitverursacht. Noch nicht völlig geklärt ist, ob ein schneller Strahlungsanstieg nach einer Niedrigstrahlungsperiode bei einer nichtangepassten Pflanze den Schaden auslöst oder ob allein Strahlungsspitzen schädigen. Ob neben der Strahlung auch Luftschadstoffe (z.B. Ozon) beteiligt sind, wird diskutiert. Weitere Stressbelastungen wie starke Tag-Nacht-Temperaturschwankungen, Hitze, Trockenheit, verminderte Verfügbarkeit von Haupt- und Spurennährstoffen usw. können das

Problem verstärken (Wu 2001). Die Gründe für das vermehrte Auftreten sind unklar, erwähnt werden Klimaverschiebungen und die Häufung besonderer Witterungskonstellationen. Zwatz et al. (2000) vermuten Erkältungen als Auslöser für nichtparasitäre Blattflecken der Gerste.

Wirkungen im pflanzlichen Organismus: Untersuchungen haben gezeigt, dass oxidativer Stress NBV auslösen kann, und dass die Stressresistenz der Sorten von ihrem antioxidativen Potenzial abhängig ist (Wu 2001, Wu und v. Tiedemann 2002). Das eingestrahlte Licht wird nur mehr beschränkt zum Aufbau von Zucker/Kohlehydraten verwendet. Verstärkt werden giftige Sauerstoffverbindungen gebildet, welche vom pflanzeneigenen Schutzsystem nur unvollständig neutralisiert werden können. Die Gifte zerstören Zellorgane, die Zellen sterben ab. Durch oxidativen Stress wird zusätzlich Ethylen gebildet, was die Blattalterung beschleunigt. Das vorzeitige Absterben des Blattapparates führt zu Ertragsminderungen, die in erster Linie auf die schwächere Kornausbildung rückführbar sind. Über eine verminderte Kornzahl/Ähre wird aber auch die Korndichte (geerntete Kornzahl/m^2) reduziert.

Sortenspezifische Toleranz: Die Analyse der Wertprüfungsergebnisse von Winter- und Sommergerste zeigt signifikante Unterschiede in der Sensibilität gegenüber NBV (einschließlich *Ramularia*). Zweizeilige Winterformen sind tendenziell empfindlicher als Mehrzeilige. Allerdings differieren die Sortimente weniger als dies bei Mehltau, Zwergrost oder Netzflecken der Fall ist. Wegen der inter- und intravarietalen Beziehung zum Alter des Blattes wurden die Boniturmittelwerte um die Differenzen im Ährenschieben bereinigt; dadurch sind die Sorten präziser zu beurteilen. Die adjustierten NBV/*Ramularia*-Scores der Genotypen werden, abhängig von der Zeitigkeit des Ährenschiebens, um die negativen und positiven Abstände von der Regressionsgeraden (= Residuen) korrigiert (Hänsel 2001). Für Wintergerste ist die intervarietale Beziehung Ährenschieben - NBV/*Ramularia* mit r = -0,43** signifikant (b = -0,19), bei Sommergerste besteht lediglich eine Tendenz (r = -0,21ns., b = -0,08). Langfristig wird eine Lösung des NBV-Problems der Gerste über die Resistenzzüchtung angestrebt. Die markergestützte Selektion könnte den Zuchtfortschritt in diesem Merkmal wesentlich beschleunigen (Behn Günther 2003).

- Stärker empfindliche Wintergersten: Astrid, Opal, Romina, Serafina, Virac, Virgo
- Weniger empfindliche Wintergersten: Goldina, Holli, Laurena, Lorena, Nicoletta, Traminer
- Stärker empfindliche Sommergersten: Avilla, Baccara, Barke, Betty, Calgary, Flandria, Tunika, Video
- Weniger empfindliche Sommergersten: Hanka, Landora, Millena, Modena, Prolog, Tempera

Die übrigen Sorten nehmen eine Mittelstellung ein.

Fungizidwirkungen: Strobilurinfungizide und Strobilurin-Azol-Kombinationen zeigen eine gute, Azolpräparate eine mittlere bis mäßige Wirkung gegen NBV. Der Effekt beruht offenbar auf der Anregung des pflanzeneigenen Schutzsystems und der Verzögerung der Blattalterung (Tiedemann v. und Wu 2000, Wu 2001). Am Standort Lambach – Stadl-Paura waren die Symptome der Strobilurinvariante um 4,2 (Wintergerste) bzw. 4,0 Boniturnoten (Sommergerste) schwächer ausgeprägt. Durchschnittlich wurden folgende Ertragseffekte erzielt: +17 % (Strobilurin) bzw. +11 % (Azol) bei Wintergerste (5 Versuche, 1998 bis 2003, Mittel aus 3 bis 5 Sorten) und +20 % (Strobilurin) bzw. +15 % (Azol) bei Sommergerste (6 Versuche, 1998 bis 2003, Mittel aus 3 bis 4 Sorten). In den Fungizidvarianten lag die Korndichte (geerntete Kornzahl/m^2) um 7 bzw. 8 % (Strobilurin) und 3 bzw. 5 % (Azol) höher. Abgesichert wurden weiters das 1000-Korngewicht (+5,0 g durch ein Strobilurinfungizid), das Hektolitergewicht (+2,6 kg), der Anteil an der Fraktion über 2,8 mm (+22 bzw. +23 % abs.) und der Vollgerstenanteil (+11 bzw. +12 % abs.); die Ausputzfraktion wurde um 2 bis 3 % reduziert.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Analyse von Wertprüfungsdaten der Jahre 1992 bis 2003 bei Winter- und Sommmergerste belegt signifikante genotypische Differenzen in der Widerstandsfähigkeit gegenüber nichtparasitären Blattverbräunungen (einschließlich *Ramularia*). Der Anbau weniger empfindlicher Sorten trägt zu einer Verminderung des Problems bei. Versuche mit Fungizideinsatz am Standort Lambach – Stadl-Paura von 1998 bis 2003 zeigten deutliche Ertrags- und Qualitätseffekte, die Strobilurinfungizide waren den eingesetzten Azolen überlegen.

Tabelle 2: Wirkung von Fungiziden auf die Ausprägung der nichtpar. Blattverbräunung (NBV) einschließlich *Ramularia*, Ertrags- und Qualitätsparametern (Versuche 1998-2003, Mittel aus 3-5 bzw. 3-4 Sorten)

Gerstenart/ Behandlungs-	**NBV und Ramularia**	**Kornertrag**		**Marktwarenertrag**		**Korndichte (Körner/m²)**	
	(Bon. 1-9*)	**dt/ha**	**Rel.-%**	**dt/ha**	**Rel.-%**	**dt/ha**	**Rel.-%**
Wintergerste (5 Versuche)							
Unbehandelt	7,1	80,9	100	78,2	100	18084	100
Strobilurinfungizid	2,9	95,0	117	93,7	120	19329	107
Azolfungizid	3,5	89,5	111	87,5	112	18670	103
Sommergerste (6 Versuche)							
Unbehandelt	6,7	65,6	100	62,5	100	15341	100
Strobilurinfungizid	2,7	78,7	120	77,1	123	16503	108
Azolfungizid	3,7	75,5	115	73,6	118	16158	105

	1000-Korngew. (86% TS.)		**Hektoliter-gewicht**	**Ausstich**	**Vollgersten-anteil**	**Ausputz-anteil**	**Rohprotein**
	g	**Rel.-%**	**kg**	**(>2,8 mm) %**	**(>2,5mm) %**	**(<2,2mm) %**	**(Nx6,25) %**
Wintergerste (5 Versuche)							
Unbehandelt	45,0	100	68,5	33,0	78,8	3,4	11,6
Strobilurinfungizid	49,5	110	71,1	55,7	90,9	1,4	11,1
Azolfungizid	48,3	107	70,3	48,2	86,5	2,3	11,5
Sommergerste (6 Versuche)							
Unbehandelt	42,9	100	68,0	40,8	78,2	4,8	11,8
Strobilurinfungizid	47,9	112	70,6	63,4	89,8	2,1	11,5
Azolfungizid	46,9	109	70,2	57,7	88,0	2,6	11,7

Literatur

BEHN GÜNTHER A. P., 2003: Molekulargenetische Charakterisierung und Lokalisierung der Widerstandsfähigkeit gegen nichtparasitäre Blattverbräunung bei Sommergerste. Diss. TU München.

HÄNSEL H., 2001: Studie zur Bereinigung der *Ramularia* Bonitierungs-Scores vom Einfluss der Zeitigkeit des Ährenschiebens zur besseren Schätzung genetisch bedingter Resistenzunterschiede. Unveröff. Manuskript.

HUSS H. und E. SACHS, 1998: *Ramularia*-Blattflecken- oder Sprenkelkrankheit der Gerste. Der Pflanzenarzt 11-12, 15-18.

OBST A., M. BAUMER und G. HUBER, 1995: Nichtparasitär bedingte Blattverbräunungen bei Gerste – ein Problem mit zunehmender Bedeutung? Gesunde Pflanzen 47, 8, 308-314.

OBST A. und M. BAUMER, 1998: Nichtparasitär bedingte Blattverbräunungen an Gerste und anderen Getreidearten. Getreide 4 (2), 56-61.

SACHS E., 2000: Das Auftreten der *Ramularia*-Blattfleckenkrankheit an Gerste in Bayern 1999, verursacht durch *Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 52 (7), 160-163.

SCHWARZBACH E., 1984: A new approach in the evaluation of field trials. Vortr. Pflanzenzüchtung 6, 249-259.

TIEDEMANN A. v. und Y. X. WU, 2000: Einfluss von Azoxystrobin und Epiconazol auf oxidativen Stress und Alterung von Weizen und Gerste. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. 376, 129-130.

WU Y. X., 2001: Impact of modern fungicides on the oxidative/antioxidant status in wheat and barley: potential role in senescence, environmental stress tolerance, and unspecific necroses. Diss. Univ. Rostock.

WU Y. X. and A. v. TIEDEMANN, 2002: Evidence for oxidative stress involved in physiological leaf spot formation in winter and spring barley. Phytopathology 92, 145-155.

ZWATZ B., G. BESENHOFER und R. ZEDERBAUER, 2000: Auch Getreidepflanzen können sich verkühlen. Der Pflanzenarzt 9-10, 21-22.

Autor

DI Michael OBERFORSTER, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: michael.oberforster@ages.at

Einfluss von Sorten, Saatstärken, Netzschwefelbehandlungen auf den Ertrag und die Qualität von biologischem Winterrroggensaatgut

DAGOBERT EBERDORFER, WERNER HÖFLER & JOSEF PFERSCHER

Versuchsfrage

In einem relativ kleinen Gebiet des oberen Murtales (Steiermark) und unter alpinen klimatischen Verhältnissen sollen Erträge und Qualitäten von biologischen Winterroggensaatgut verbessert werden. Versuchsstandort ist ein biologisch geführter, rinderhaltender Betrieb in der Nähe von Knittelfeld. Als Einflussfaktoren werden die Saatstärke, die Reihenweite zwischen den Reihen und Netzschwefel als Fungizid an zwei Roggensorten in einem mehrfaktoriellen Versuch beobachtet.

Derzeit liegen zweijährige Versuchsergebisse vor

2 Sorten / 3 Saatstärken
Saatgut für biologisch wirtschaftende Betriebe ERNTE-Verband (2002 bzw. 2003)

Sorte	TKM	Körner/m²	Saatstärke kg/ha
Amilo	27 g bzw. 26 g	200	54 bzw. 52
		300	81 bzw. 78
		400	108 bzw. 104
Elect	33 g bzw. 30 g	200	66 bzw. 60
		300	99 bzw. 90
		400	132 bzw. 120

2 Netzschwefelvarianten	
N0	ohne Netzschwefel
N1	2 x Netzschwefel (Anf. Mai u. Anf. Juni)
N2	Netzschwefel 14-tägig (ab Anfang Mai 4 mal)

2 Reihenweiten/Sämaschinen	
12 cm	Amazone – Drillmaschine 3 m mit 25 Säscharen a´ 12 cm
9,4 cm	Kverneland-Accord – pneum. Drillmaschine 3 m mit 32 Säscharen a´ 9,375 cm

Anbautermine**:** 28.9.2001 bzw. 5.10.2002

Bodenbearbeitung: Pflug (1 x Fräse nur 2001)
Kombinierte Saat: Kreiselegge + Aufsattelsämaschine
Unkrautbekämpfung: mehrmaliges Striegeln im Herbst und Frühjahr

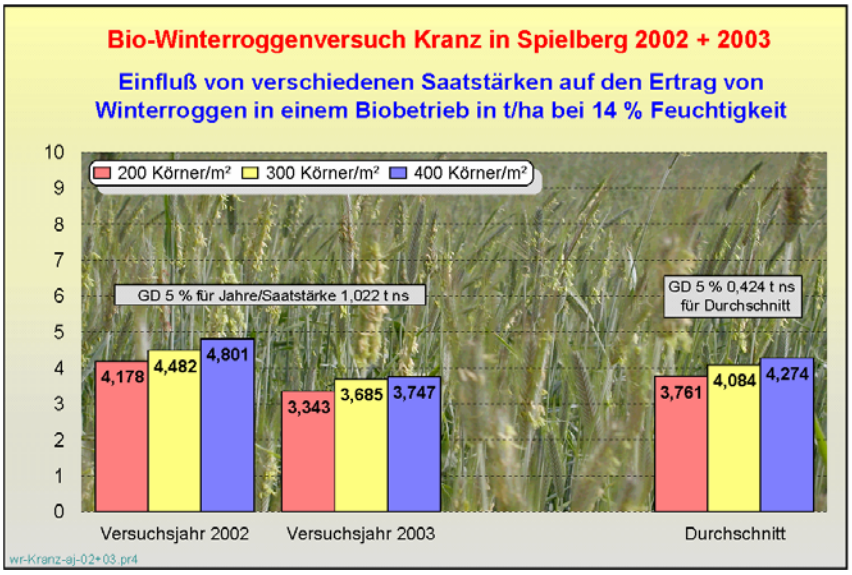
Parzellengröße: brutto: 3 m x 12 m = 36 m²
netto: 10 m x 1,32 m = 13,2 m²

Boden:

	Versuchsjahr 2002	Versuchsjahr 2003
Phosphor	35 mg/1000 g Feinboden Gehaltsstufe: B (niedrig)	69 mg/1000 g Feinboden Gehaltsstufe: C (ausreichend)
Kalium	293 mg/1000 g Feinboden Gehaltsstufe: D (hoch)	279 mg/1000 g Feinboden Gehaltsstufe: D (hoch)
pH-Wert	6,6 (neutral)	6,4 (schwach sauer)
Sand	39,6 %	65 %
Schluff	47,5 %	27 %
Ton	14,0 %	8 %
Humusgehalt	2,9 % (mittel)	2,7 % (mittel)

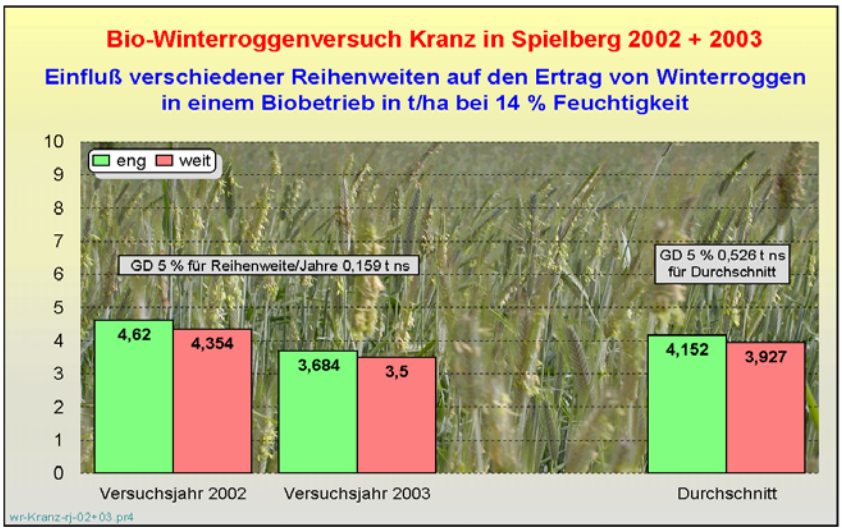
Zweijährige Versuchsergebnisse

Saatstärken:



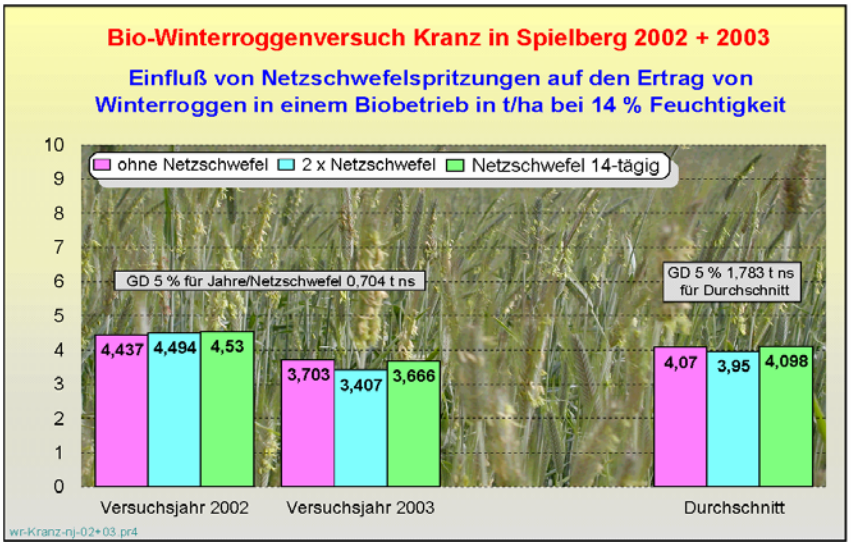
Die Aussaat von nur 200 Körner pro m² war bei diesem Bioversuch in beiden Versuchsjahren zu wenig. Es wurde dadurch eindeutig ein Minderertrag erzielt, der statistisch aber nicht gesichert ist. Bei 400 Körner pro m² konnten zwar wesentlich bessere Erträge erzielt werden, allerdings muss man dabei natürlich berücksichtigen, dass hier auch die doppelten Saatgutkosten angefallen sind. Es bleibt aber auch nach Abzug dieser zusätzlichen Kosten die Wirtschaftlichkeit der hohen Saatstärke erhalten.

Reihenweiten:



Eine Drillmaschine mit der Standartreihenweite von 12 cm wurde mit einer Maschine mit einem engeren Reihenabstand, nämlich 9,4 cm, bereits zwei Jahre verglichen. Es zeigte sich jedes Jahr, dass die Saat mit geringeren Reihenweiten im Ertrag der größeren Reihenweite voraus ist. Die Ursache dafür kann wahrscheinlich nur in der besseren Standraumverteilung der Getreidepflanzen liegen. Der Unterschied ist allerdings auch hier für eine statistische Absicherung zu gering.

Schwefelspritzungen:



Eine bessere Gesundheit des Roggenbestandes sollte durch unterschiedlich häufige Schwefelspritzungen erreicht werden. Es zeigte sich jedoch in beiden Jahren, dass keine Verbesserung des Ertrages durch den Netzschwefeleinsatz erzielt werden konnte. Im Durchschnitt beider Jahre war die unbehandelte Variante mit allen anderen Varianten gleich im Ertrag. Der Applikationsaufwand muss bei den Wirtschaftlichkeits-überlegungen noch zusätzlich berücksichtigt werden

Ergebnisse der Bonitierung nach Sorte und Saatstärke

Sorte	*Wuchshöhe in cm*				Ähren je m²				Lagerung (1 bis 9)				Verunkrautung (1 – 9)			
	Körner pro m²			Ø	Körner pro m²			Ø	Körner pro m²			Ø	Körner pro m²			Ø
	200	300	400		200	300	400		200	300	400		200	300	400	
Amilo	135	134	133	**134**	338	356	388	**361**	1,30	1,65	1,57	**1,50**	5,53	4,29	3,76	**4,52**
Elect	135	136	135	**135**	306	328	360	**331**	1,57	1,57	2,26	**1,80**	5,68	4,88	4,29	**4,95**
Mittel	**135**	**135**	**134**	**135**	**322**	**342**	**374**	**346**	**1,43**	**1,61**	**1,91**	**1,65**	**5,60**	**4,58**	**4,02**	**4,74**
Grenzdifferenzen bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit																
Sorte				**19 ns**				**462 ns**				**6,24 ns**				**4,43 ns**
Saatstärke	**6 ns**				**48 +**				**0,39 +**				**1,07 ***			
Sorte/Saatst.	4 ns				37 ns				1,0 ns				1,58 ns			

Lagerung: 1 = ohne Lagerung 9 = stärkste Lagerung Verunkrautung: 1 = ohne Unkraut 9 = stärkste Verunkrautung

Bei der *Wuchshöhe* gibt es keine nennenswerten Unterschiede. Mit der Zunahme der ausgesäten Körner pro m² steigt auch die Anzahl der *Ähren je m²*. Amilo hat im zweijährigen Durchschnitt mehr Ähren als Elect.

Der relativ dünne Bestand mit 200 K/m² zeigte einerseits zwar eine geringere *Lagerung*, aber andererseits eine verstärkte *Verunkrautung*.

Sorte	*Tausendkornmasse in g*				Hektolitergewicht in kg			
	200 K/m²	300 K/m²	400 K/m²	Mittel	200 K/m²	300 K/m²	400 K/m²	Mittel
Amilo	28,68	28,45	28,39	**28,51**	74,54	74,51	74,66	**74,57**
Elect	30,68	30,60	29,63	**30,30**	73,19	73,38	73,30	**73,29**
Mittel	**29,68**	**29,52**	**29,01**	**29,40**	**73,87**	**73,94**	**73,98**	**73,93**

Die Unterschiede bei der *Tausendkornmasse* und beim *Hektolitergewicht* gehen großteils auf die verwendeten Sorten zurück. Amilo hat eine niedrigere TKM, dafür aber ein höheres Hektolitergewicht, bei Elect ist es genau umgekehrt.

Ergebnisse der Bonitierung und Qualitätsuntersuchung nach Reihenweite und Saatstärke

Reihen-weite	*Wuchshöhe in cm*				Ähren je m²				Lagerung				Verunkrautung			
	Körner pro m²			Ø	Körner pro m²			Ø	Körner pro m²			Ø	Körner pro m²			Ø
	200	300	400		200	300	400		200	300	400		200	300	400	
eng	135	135	134	**135**	325	339	373	**346**	1,45	1,61	1,88	**1,65**	5,32	4,38	3,89	**4,53**
weit	134	135	133	**134**	319	345	375	**347**	1,42	1,61	1,95	**1,66**	5,88	4,79	4,16	**4,94**
Mittel	**135**	**135**	**134**	135	**322**	**342**	**374**	346	**1,43**	**1,61**	**1,91**	1,65	**5,60**	**4,58**	**4,02**	4,74
Grenzdifferenzen bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit																
Reihenweite			**8 ns**				**83 ns**				**033 ns**					**0,90 ns**
Saatstärke	**6 ns**				**48 +**				**0,39 +**				**1,07 ***			
Weite/Saatst.	3 ns				25 ns				0,22 ns				0,30 ns			

Lagerung: 1 = ohne Lagerung 9 = stärkste Lagerung Verunkrautung: 1 = ohne Unkraut 9 = stärkste Verunkrautung

Reihen-weite	*Tausendkornmasse in g*				Hektolitergewicht in kg			
	200 K/m²	300 K/m²	400 K/m²	Mittel	200 K/m²	300 K/m²	400 K/m²	Mittel
eng	29,88	29,48	29,08	**29,48**	73,87	74,04	74,03	**73,98**
weit	29,48	29,56	28,94	**29,33**	73,86	73,84	73,93	**73,88**
Mittel	**29,68**	**29,52**	**29,01**	29,40	**73,87**	**73,94**	**73,98**	73,93

Die durchgeführten Bonitierungen und Qualitätsuntersuchungen bei den oben angeführten Parametern erbrachten keine gravierenden Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Reihenweiten.

Ergebnisse der Bonitierung und Qualitätsuntersuchung nach Erntezeitpunkt und Schwefelbehandlung

Schwefelbehandlung	*Keimfähigkeit in %*				Fusarium spp. in %				Fallzahl			
	Erntezeitpunkt			Mittel	Erntezeitpunkt			Mittel	Erntezeitpunkt			Mittel
	früh	mittel	spät		früh	mittel	spät		früh	mittel	spät	
ohne Netzschwefel	88,04	94,83	87,13	**90,00**	17,15	12,00	15,36	**14,83**	2,63	2,45	1,31	**2,13**
2x Netzschwefel	88,29	94,50	89,53	**90,78**	13,71	10,38	17,82	**13,97**	2,57	2,52	1,30	**2,13**
Netzschwefel 14-tägig	88,92	94,88	90,83	**91,54**	14,58	13,69	11,76	**13,34**	2,77	2,32	1,32	**2,14**
Mittel	**88,42**	**94,74**	**89,17**	90,77	**15,15**	**12,02**	**14,98**	14,05	**2,66**	**2,43**	**1,31**	2,13
Grenzdifferenzen bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit												
Schwefelbehandlung			-				-					**0,24 ns**
Erntezeitpunkt	-				-				**2,40 ns**			
Schwefel/Erntezeitp.	-				-				0,11 *			

Der Einsatz von Netzschwefel alle 14 Tage hatte eine geringfügige Verbesserung der *Keimfähigkeit* und niedrigeren Fusarienbefall zur Folge. Auf die *Fallzahl* war kein Einfluss gegeben. Der erhoffte große Erfolg der Netzschwefelspritzungen ist allerdings eindeutig ausgeblieben.

Schwefelbe-handlung	*Tausendkornmasse in g*				Hektolitergewicht in kg			
	Erntezeitpunkt			Mittel	Erntezeitpunkt			Mittel
	früh	mittel	spät		früh	mittel	spät	
ohne Netzschwefel	29,88	29,83	28,80	**29,50**	75,60	74,31	71,32	**73,75**
2x Netzschwefel	29,31	29,42	29,05	**29,26**	75,55	74,48	71,87	**73,96**
Netzschwefel 14-tägig	29,49	29,35	29,50	**29,45**	76,03	74,32	71,87	**74,08**
Mittel	**29,56**	**29,54**	**29,12**	29,40	**75,73**	**74,37**	**71,68**	73,93

Auch der Einfluss der Schwefelspritzungen auf die Tausendkornmasse und auf das Hektolitergewicht war nur sehr mäßig bis gar nicht gegeben.

Zusammenfassung

- Die Höhe des Ertrages nahm mit der Saatstärke zu, nicht signifikante Unterschiede bei Bonitierungen und Qualitäten.
- Bei der Aussaat mit der engen Reihenweite war im Ertrag höher.
- Die erhoffte positive Wirkung der Schwefelspritzungen auf Ertrag, Gesundheit und Qualität des Roggens bleib weit hinter den Erwartungen zurück.

Autoren

DI Dr. Dagobert EBERDORFER, Ing. Werner HÖFLER, Josef PFERSCHER, Versuchsreferat der steirischen Landewirtschaftsschulen, Hatzendorf 181, A-8361 HATZENDORF,
e-mail: versuchsreferat.hatzendorf@netway.at

Minimalbodenbearbeitung und Erosionsschutz in Niederösterreich

JOSEF ROSNER, ELISABETH ZWATZ, ANDREAS KLIK

1.Abstract

In Austria due to the cultivation of grain maize, corn silage, green corn, sugar beets, sunflowers, soybeans, potatoes and vineyards about 450.000 hectares are seen as potential risk of erosion. For this reason the cause of soil erosion and the possibilities for reduction and prevention will be investigated.

From 1994 to 2003 eight different tillage systems were testet at three locations in Lower Austria. Five tillage systems were testet in Tulln – locatet 30 km from Vienna. The systems included conventional tillage with plough as well as mulch and direct drilling with cover crops in autumn. No till and ridge tillage also were tested. The Institute of Hydraulics and Rural Water Management of the University of Natural Resources and Applied Science Vienna (Prof.Dr.A.Klik) measured surface runoff, soil loss, nitrogen, phosphorus and herbicide loss, Mycotoxines were analysed in an institute in Tulln. Between 1994 and 2002 the average soil loss at the three locations dropped from 19,7 t/ha/year (conventional tillage) to 4,4 t/ha/year with conservation tillage in cover crops, and to 2,4 t/ha/year with direct drilling systems. Nitrogen and Phosporus losses showed similar tendencies. Herbicide loss declined 2,3 % applicated rate in conventional tillage; 0,6 % in conservation tillage and 0,07 % in direct drilling systems.

1. Zusammenfassung

In Österreich sind durch den Anbau von Mais, Zuckerrüben, Sonneblumen, Sojabohnen und Kartoffeln sowie der Kultivierung von Wein und Obst über 450.000 ha als potentiell erosionsgefährdet anzusehen. Um die Bodenerosion zu verringern, durch die ÖPUL – Fördermaßnahmen (Österreichisches Programm zur Umweltgerechten Landwirtschaft) und eine geänderte Denkweise der Landwirte, hervorgerufen durch ökonomischen Druck aber auch durch ökologische Überlegungen, nehmen bodenschonend Bearbeitungen zu. Die Befahrhäufigkeit der Felder wird reduziert und dadurch werden Arbeitszeit und Kosten verringert.

In den Jahren 1994 – 2003 wurden in Niederösterreich an 3 Orten 8 verschiedene Bodenbearbeitungs – und Gründeckensysteme getestet, zusätzlich wurden an 2 Standorten im Raum Tulln 5 Bodenbearbeitungsvarianten geprüft. Konventionelle Methoden mit Pflugeinsatz wurden Mulch – und Direktsaat gegenübergestellt. Das Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft der Universität für Bodenkultur (Prof.Dr.Klik) führte als Kooperationspartner umfangreiche Messungen und Analysen durch .Der Bodenabtrag wurde ebenso gemessen wie Stickstoff- Phosphor – und Herbizidverlagerungen. Die Ergebnisse zeigen, dass bei konventioneller Bewirtschaftung im Schnitt der 9 Prüfjahre 19,7 t/ha/Jahr Boden bei konventioneller Bewirtschaftung erodierten, bei Mulchsaat wurden 4,4 t/ha/Jahr abgetragen, bei Direktsaat 2,4 t/ha/Jahr. Die Stickstoff – und Phosphorabträge zeigten ähnliche Tendenz. Der Herbizidverlust betrug bei konventioneller Bewirtschaftung 2,3 % der ausgebrachten Wirkstoffmenge pro Jahr, bei Mulchsaat war es 0,6 % und bei der Direktsaat 0,07 %.

2. Einleitung und Problemstellung

In Österreich sind 450.000 ha potentiell erosionsgefährdet. Dieses Problem und das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL) haben zu einer Änderung der Denkweise bei den Landwirten geführt. Neben den ökologischen Aspekten treten aber immer mehr ökonomisch Zwänge in den Vordergrund. Bodenschonende Bearbeitungsmethoden setzen sich zunehmend durch, werden aber noch von vielen Bauern skeptisch betrachtet. Als Gründe für die neuen Bodenbearbeitungstrends können angegeben werden:

- Senkung der Produktionskosten
- Weniger Befahrhäufigkeit – weniger Arbeitszeit – weniger Bodenverdichtung
- Mehr Schlagkraft – Bewirtschaftung von mehr Fläche möglich
- Reduzierung des Treibstoffverbrauchs
- Geringere Maschinenbeanspruchung
- Verhinderung von Wind – Wasser – Tillageerosion
- Erhöhung des Humusgehaltes
- Verbessertes Wasserspeichervermögen
- Bessere Erträge
- Geringere CO2 – Freisetzung aus dem Bodenpool (Klima – und Bodenbündnis, Kioto - Abkommen)

Eine Verringerung der Arbeitszeit pro ha für die Bodenbearbeitung von 5 – 8 Stunden auf nachweislich 3-5 Stunden und weniger kann erreicht werden, gleichzeitig werden die ökologischen Vorteile voll genutzt. Die Kosten können durch die minimierten Bodebearbeitung von den Landwirten kaum reduziert werden, weil die Aufwendungen für das Gründeckenmanagement die Einsparungen kompensieren. Zu kalkulieren sind aber der Wert der abgeschwemmten Nährstoffe und zuzüglich die besseren Fördemaßnahmen für Begrünungsvariante D und der Mulchsaatzuschlag.

3. Material und Methoden

Verschiedene Bodenbearbeitungssysteme wurden an 3 Standorten in Niederösterreich im trockenen pannonischen Klimaraum und im gemäßigten Übergangsklima geprüft. Das Klima ist durch eine jährliche Niederschlagsmenge von 500 mm im Pannonikum, 650 mm im Übergangsklima und durch eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,5 °C – 9,5 °C charakterisiert.

Neben der konventionellen Bearbeitung mit Grubber und Pflug mit Saatbettbereitung wurden verschieden Gründeckenpflanzen wie Gelbsenf, Phacelia, Ölrettich, Kleearten, Grünroggen, Buchweizen mit anschließender Mulch – und Direktsaat getestet. Zwei Versuchsglieder mit Minimalbodenbearbeitung ausschließlich mit Scheibeneggeneinsatz und einer NoTill - Variante wurden auf die Ertragsleistung und den Mykotoxingehalt untersucht.

Die Konventionelle Saat wurde nach Pflug – und Grubbereinsatz mit einer Saatbettvorbereitung durchgeführt. Die Mulchsaat wurde nach einem zweimaligen Grubbereinsatz mit anschließender Gründeckeneinsaat nach einer mulchenden Bodenbearbeitung mit einer Kreiselegge oder Saatbettkombination getätigt, bei der Direktsaat war das Gründeckenmanagement wie bei der Mulchsaat, es wurde aber vor dem Anbau der Kulturpflanze eine Saatbettvorbereitung unterlassen (ZeroTillage). Alle 3 angeführten Systeme wurden mit einer Direktsämaschine angebaut.

4. Versuchsergebnisse und Diskussion

4.1. Erosionsversuch

In der folgenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse der 3 Standorte Mistelbach (Weinviertel, 30 km nördlich von Wien), Tulln (30 km westlich von Wien) und Pyhra bei St.Pölten (50 km westlich von Wien) zusammengefasst. Angeführt sind die 3 Gründecken – und Bodenbearbeitungsprüfglieder, bei denen auch Erosionsmessungen durchgeführt wurden. Neben dem Bodenabtrag in t/ha/Jahr sind auch die Nährstoffverluste bei N und P neben den Herbizidverlagerungen nachzulesen. Die ermittelten Erträge aus der Getreide – Maisfruchtfolge (Mistelbach 1 mal Zuckerrüben, 1 x Sonnenblumen, Tulln 1x Zuckerrüben statt Mais in der Fruchtfolge) sind ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt. Bei der Konventionellen Saat wurde auf eine Herbstbegrünung verzichtet, bei Mulchsaat wurden 7.5 kg Platterbesen, 11 kg Sommerwicke, 3.7 kg Buchweizen, 1.1 kg Alexandrinerklee, 1.1 kg Perserklee und 0.4 kg Gelbsenf als Herbstbegrünung Mitte August angebaut. Bei der Direktsaat wurden 3 kg Gelbsenf und 7 kg Phacelia zum vorgenannten Termin ausgesät.

Tabelle 1: Gemessene jährliche Abträge 1994 – 2002 und Erträge 1994 – 2003 Mistelbach, Tulln, Pyhra

Bearbeitungsmethode	Konventionell	Mulchsaat	Direktsaat
Bodenabtrag t/ha/Jahr	19,7	4,4	2,4
N – Abtrag kg/ha/Jahr	27	8	4,6
P – Abtrag kg/h/Jahr	16,6	3,7	2,1
Herbizidabtrag % ausgebrachte Wirkstoffmenge	2,3	0,6	0,07
Ertrag in % Konventionell 1994 - 2003	100	99	98

Wie der Tabelle 1 entnommen werden kann, sind deutliche Reduktionen bei Boden – Nährstoff – und Herbizidabtrag festzustellen. Die Erträge unterscheiden sich nicht signifikant. Bei Betrachtung von nicht dargestellten Detailergebnisse sind lediglich Ertragsreduktionen von 15- 20 % bei Direktsaat von Zuckerrüben zu registrieren. Alle anderen Kulturpflanzen reagieren auf die geänderte Bewirtschaftung ertragsneutral, sofern der Säschlitz im Zuge des Anbaus geschlossen werden kann, was bei zu feuchtem oder zu trockenem Boden ein Problem darstellen kann. Vorwerkzeuge wie Sternradklutenräumer oder 2 schräggestellte Scheiben sind unumgänglich, damit das Saatgut nach dem Anbau mit Erde abgedeckt werden kann.

4.2. Bodenbearbeitungsversuche Tulln

An 2 Standorten im Raum Tulln wurden 5 Bodenbearbeitungsvarianten angelegt, die in Tabelle 2 aufgelistet sind. Neben der Konventionellen Bearbeitung mit Grubber und Pflug wurde eine ohne wendende Bodenbearbeitung mit zweimaligem Grubbereinsatz getestet. Ein Prüfglied war Minimalbodenbearbeitung mit einmaligem Scheibeneggeneinsatz. Während bei den genannten Systemen eine Saatbettvorbereitung mit einer Kreiselegge oder Saatbettkombination erfolgte, wurde bei der NoTill - Variante auf jede Bodenbearbeitung verzichtet (Zero Tillage). Hier wurde nur vor der Drillsaat mit einem Scheibeneggenvorsatz bei den Sämaschinen einige cm tief bearbeitet, bei der Einzelkorn - Direktsaat wurde auf eine Bodenbearbeitung zur Gänze verzichtet. Als 5. System wurde die Dammbauweise (Ridge Tillage) – ähnlich dem Kartoffelbau – gewählt. Hier wird konventionell bearbeitet, vor dem Maisanbau werden aber Dämme gezogen, die auch eine höhere Bodenerwärmung von 1° C bewirken.

In Tabelle 2 sind neben den Erträgen in kg/ha 1999 – 2003 auch die Analysen der Mykotoxine Desoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZON) in µg pro kg Korn bei der Kultur Mais der beiden Versuche im Raum Tulln zusammengefasst. Als Fruchtfolge wurde Getreide – Mais bzw. einmal – 2002 - Sojabohnen gewählt.

Tabelle 2: Ergebnisse Bodenbearbeitungsversuch Tulln 1999 - 2003

Bodenbearbeitungsmethode	Ertrag in % Konventionell	ZON		DON	
		1999	2001	1999	2001
Konventionell Grubber-Pflug	100	28	79	505	2477
Grubber 2 x	99	12	514	323	2170
Scheibenegge 1 x	84	12	20	302	1542
No Till	80	25	Nn	600	519
Konventionell – Dämme bei Mais (Ridge Tillage)	93	24	64	419	3229

2002 und 2003 waren die Mykotoxinwerte im vorliegenden Versuch unter der Nachweisgrenze.

Mykotoxinrichtwerte Österreich:

DON: 500 – 1500 µg pro kg Korn

ZON: 50 µg pro kg Korn

Die Erträge sind signifikant niedriger bei minimierter Bearbeitung. Dies ist auf den Anbau von Zuckerrüben zurückzuführen. Dabei traten Probleme bei der Schließung der Säschlitze bei NoTill auf, was zu einer verringerten Pflanzenzahl bei Zuckerrüben führte; des weiteren war es nicht möglich, die

auftretende Ackerwinde (Convolvulus arvensis) mit dem Wirkstoff Glyphosate zu bekämpfen. Ähnliche Schwierigkeiten mit der Schließung der Säschlitze können auch beim Maisanbau auftreten.

Trotz der aufgezeigten Probleme scheint es jedoch in der Praxis möglich, bei Beachtung gewisser Grundsätze, Minimalbodenbearbeitungsmethoden anzuwenden und die nachgewiesenen ökologischen Vorteile zu nutzen. Ertragseinbußen stellen sich nach Angaben von Praktikern nur in den ersten Umstellungsjahren ein, später wird wieder ein normales Niveau erreicht, wobei dann die angeführten Vorteile genutzt werden können.

Auch das Gründeckenmanagement stellt hohe Ansprüche. Ein Gelingen einer Gründecke setzt einen frühen Anbau im August voraus. Tiefwurzelnde Gründeckenpflanzen sollten ausgewählt werden, um Nährstoffe aus tieferliegenden Bodenschichten zu mobilisieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass „Grüne Brücken" durch Ausfallgetreide zu vermeiden sind. Diese Brücken übertragen mit auftretenden Blattläusen Gelbverzwergungsviren auf Wintergersten bzw. diverse bodenbürtige Krankheiten. Besonders in Getreide – Maisfruchtfolgen sind Strohrückstände vor dem Gründeckenanbau sorgfältig einzuarbeiten, um speziell die mykotoxinbildenen Fusariosen zu verhindern. Wird das nicht durchgeführt, muss bei feuchten Bedingungen während der Kulturpflanzenblüte mit einem sehr hohen Fusariumbefall gerechnet werden, der chemisch kaum zu kontrollieren ist. Eine stark erhöhte Mykotoxinbelastung im Erntegut ist dann die Folge. Werden die Richtwerte überschritten, kann das Erntegut weder verfüttert noch in den Verkehr gebracht werden, ein kompostieren oder eine thermische Verwertung sind dann die einzige Verwendungsmöglichkeit.

Der Wasserverbrauch der Herbstbegrünungen wird oftmals gefürchtet. Mehrjährige Messungen im Trockengebiet Niederösterreichs haben jedoch bewiesen, dass das im Herbst von den Gründecken verbrauchte Wasser im Frühjahr wieder durch die erhöhte organische Substanz im Boden gespeichert werden kann, dies führt in der Wasserbilanz zu einer Nullsumme. Das gespeicherte Wasser steht der Kulturpflanze in Trockenperioden aber wieder zur Verfügung – Mehrerträge sind dann nicht selten die Folge, das hat sich besonders im heißen Trockenjahr 2003 manifestiert.

Autoren

Dr. Josef ROSNER, DI Elisabeth ZWATZ, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abt. Landwirtschaftliche Bildung, Frauentorgasse 72, A-3430 TULLN, e-mail: josef.rosner@noel.gv.at

Dr. Andreas KLINK, Universität für Bodenkultur, Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, Muthgasse 18, A-1190 WIEN

Ursachen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen von ökosystem- und klimarelevanten Gasen aus der Landwirtschaft.

ALFRED PÖLLINGER

Einleitung und Stand des Wissens

Die Landwirtschaft ist so wie kein anderer Wirtschaftszweig von den Witterungsbedingungen abhängig. Langfristige generelle Änderungen der Witterungsverläufe werden als Klimaänderungen bezeichnet. Die Landwirtschaft ist als Wirtschaftszweig allerdings nicht nur Hauptbetroffener einer Klimaänderung, sondern trägt mit der Emission bestimmter Gase (Methan und Lachgas) auch zur Klimaänderung bei. Österreich hat sich aufgrund mehrerer internationaler Vereinbarungen (Kyoto Protokoll, Göteborg Protokoll) verpflichtet, zur Reduktion von ökosystem- und klimarelevanten Spurengasemissionen beizutragen und diese auch zu dokumentieren (UNFCCC, NIR, NEC-Richtlinie). Im Bereich der Ammoniakemissionen ist die Landwirtschaft zu 95 % Hauptverursacher und hat sich durch das Göteborg Protokoll auch zur Verfassung eines „Codes of Good Agricultural Practice" verpflichtet. In dieser Beratungsunterlage sollen Möglichkeiten zur Minderung der Ammoniakemissionen aufgelistet werden, die in der Praxis auch umgesetzt werden können. In den europäischen Ländern Niederlande, Deutschland und UK sind verpflichtend erhebliche Mengen an Ammoniakemissionen durch technische Auflagen in den Bereichen des Stallbaues, der Wirtschaftsdüngerlagerung und –ausbringung einzusparen. Verpflichtende Minderungsmaßnahmen sind in Österreich aufgrund der von der Europäischen Kommission festgelegten NEC Richtlinie nicht erforderlich, da die als Zielgröße geforderten 66 kt NH3-Emissionen bereits unterschritten werden. Auch die Berechnung nach realistischen Zukunftsszenarien für das Projektionsjahr 2010 (90% Laufstallhaltung anstelle der Anbindehaltung bei den Rindern und die Anhebung der durchschnittlichen Milchleistung in Österreich auf 6.000 kg/a) bewirkt keine Notwendigkeit, verbindliche Reduktionsmaßnahmen vorzuschreiben.

Unter dem Begriff „klimarelevante Spurengase" werden die Spurengase Methan (CH_4), Lachgas (N_2O) und Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW) zusammengefasst, die überwiegend anthropogenen Ursprungs sind. In Österreich hat die Landwirtschaft mit 56% den größten Anteil an den Methanemissionen (Orthofer et.al. 1991). Beim Lachgas gibt es große Unsicherheiten und die Berechnungen schwanken demnach zwischen 26% (Nationaler Klimabericht, BMUJF, 1997), 41% (Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1994), 44% (König et.al., 1997) und 62% (Orthofer et.al., 1995). Die Schwankungsbreite der Absolutzahlen liegt zwischen 1.420 und 13.500 t und zeigt damit die große Unsicherheit, die in diesem Bereich besteht. N_2O-Quellen und –Senken gehören zu den am wenigsten untersuchten Bereichen klimarelevanter Gase.Im österreichischen Jahresbericht des Umweltbundesamtes im Hinblick auf die Treibhausgase, (BE-234, 2003) wird ein Anstieg der anthropogen verursachten Emissionen im Zeitraum 1990 auf 2003 von 8,8% angegeben (siehe Tabelle 1). Hauptverursacher ist dabei eindeutig der Energieverbrauch (75%), gefolgt von den Industrieprozessen (11,8%), der Landwirtschaft (8,7%) und den organischen Abfällen (3,4%) bei insgesamt 84.621 Gg CO_2 Äquivalenten. Die land- und forstwirtschaftlichen Flächen ihrerseits sind mit 9% oder 7.633 Gg CO_2 Äquivalenten auch als Senke angeführt (Tabelle 2).

Tabelle 1: Österreichische anthropogene Treibhausgasemissionen (UBA, 2003)

Treibhausgas-emissionen	1990	1995	2000	2002
	CO_2 äquivalente (Gg)			
CO_2 emissions [1)]	60.899	62.474	65.064	69.671
CH_4	9.374	8.773	7.791	7.465
N_2O	5.988	6.372	6.050	5.750
HFCs	4	546	1.033	1.033
PFCs	963	16	25	25
SF_6	5.18	1.175	677	677
Total (without CO2 from LUCF)	**77.746**	**79.356**	**80.640**	**84.621**

[1)] without CO2 emissions from LUCF = Land-Use Change and Forestry

Tabelle 2: Österreichische Klimagasemissionen nach Sektoren gegliedert (UBA, 2003)

Treibhausgasquellen und -senken	1990	1995	2000	2002
	CO2 äquivalente (Gg)			
1. Energy	**54.910**	**57.052**	**59.116**	**63.843**
2. Industrial Processes	9.780	9.881	10.258	10.035
3. Solvent and other product use	515	422	414	426
4. Agriculture	**8.444**	**9.298**	**7.736**	**7.402**
5. Land-use Change and Forestry (7)	-9.215	-7.254	-7.633	-7.633
6. Waste	4.097	3.702	3.117	2.915
7. Other	0	0	0	0

(7) Net emissions

Trotz des relativ geringen Anteils der Landwirtschaft am gesamten Treibhausgaspotential ist es wichtig und notwendig, sich auch in diesen Bereichen Maßnahmen zur Reduktion von ökosystem- und klimarelevanten Emissionen zu überlegen und in die Praxis umzusetzen.

Mögliche Maßnahmen zur Reduktion von ökosystem- und klimarelevanten Emissionen aus der Landwirtschaft

Ammoniak

Bei der Minderung von Ammoniakemissionen sind prinzipiell alle jene Verfahren, Techniken und Managementmaßnahmen von Bedeutung, die verhindern, dass die Wirtschaftsdünger beginnend von der Entstehung (Stall) bis zu ihrer Ausbringung über längere Zeit (mehrere Stunden), bei hohen Temperaturen (über 20°C) breitflächig (hoher Anteil an emissionsaktiver Oberfläche) liegen bleiben.

Empfehlungen für den Stallbereich:

- Nährstoffangepasste Fütterung (Phasenfütterung bei Schweinen)
- Stallungen weitgehend trocken und sauber halten (Liegeflächen, Entmistungsflächen)
- Genügend Einstreu in Strohstallungen verwenden
- Regelmäßige Entmistungsintervalle (Schieberanlagen sind günstiger als Vollspaltenböden)

Empfehlungen für die Lagerung:

- Ausreichend Lagerraum schaffen (6 Monate)
- Keine Güllekeller, nur als Ausnahme möglich (steile, beengte Hoflage, hoher Grundwasserstand)
- Güllebehälterabdeckung bei fehlender Schwimmdeckenbildung (Folienabdeckung)
- Empfehlungen für die Ausbringung:
- Witterungsbedingungen beachten (kühl, feucht, nicht windig), unter bestimmten Bedingungen Verbote für breitflächige Ausbringung
- Bei höheren Temperaturen Abendausbringung
- Großtropfig und möglichst bodennah ausbringen
- Im Feldfutter- und Ackerbau Schleppschlauchverteiler oder ähnliche Techniken verwenden
- Nur Verteiler verwenden, die in einer Prüfung einen Variationskoeffizienten von maximal 20 % erreichen.

Methan

Die Methanbildung ist ein streng anaerober Prozess und ist der letzte Schritt in der anaeroben Abbaukette von in organischen Substanzen gebundenen Kohlenstoff. Der größte Teil der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen stammt mit beinahe 44% (BE-225, 2003) aus der Wiederkäuerverdauung (Enteric fermentation) (siehe Tabelle 3). Dieser Anteil wäre im wesentlichen nur über Tierbestandsreduktionen beeinflussbar. Vorsichtigen Schätzungen zufolge werden in den nächsten 10 Jahren die Milchkuhzahlen weiter zurück gehen und nur teilweise durch Mutterkühe kompensiert. Die Wirtschaftsdünger sind zu 20% (BE-225, 2003) an den landwirtschaftlich bedingten klimarelevanten Emissionen in Österreich beteiligt. In einer Trendübersicht aus den Jahren von 1990 bis 2000 ergibt sich bei Methan eine Reduktion von über 16%.

Neben aeroben Behandlungsverfahren (Beispiel Kompostierung) kann in Biogasanlagen das Methanbildungspotential der Wirtschaftsdünger genutzt und somit aktiver Klimaschutz betrieben werden.

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft im Jahr 2000 (UBA BE-225, 2003)

Treibhausgasquellen/Kategorien	CO2 äquivalente (Gg)	Anteil an den Gesamtemissionen %
4. Landwirtschaft	7.680	8,9
4A. Enteric Fermentation	3.196	3,7
4B. Manure Management	1.619	1,9
4D Agricultural Soils	2.862	3,3

Lachgas

Lachgas und Stickoxide werden biotisch im Zuge der Nitrifikation und Denitrifikation gebildet. Lachgas entsteht somit vor allem unter anaeroben Bedingungen in Wirtschaftsdüngern und im Boden. Hohe Stickstoffmengen im Kreislauf führen unter diesen anaerob, feuchten Bedingungen auch zu hohen Lachgasemissionen.. Durch die bereits genannte Unsicherheit können zur Zeit auch noch keine umfassenden Empfehlungen zur Emissionsreduktion gegeben werden.

In einem von der EU finanzierten Forschungsprojekt (MIDAIR) wurden in fünf verschiedenen Ländern Europas typische Fruchtfolgen für den organischen und den konventionellen Landbau hinsichtlich ihrer Lachgasemissionen untersucht.

Nach Freibauer und Kaltschmitt (2000) gibt es keine regional differenzierten Emissionsdaten von Lachgas aus der Landwirtschaft und die Emissionen werden aus den Stickstoff-Inputdaten und den Emissionsfaktoren kalkuliert (IPCC, 1997). Aufgrund dieser Berechnungsbasis wird der Anteil der Landwirtschaft an den Lachgasemissionen mit 65% EU-weit geschätzt (EEA, 2001). 90% dieser Emissionen sind auf den Stickstoff Input durch Handels-, Wirtschaftsdünger, Leguminosen und Ernterückstände zurückzuführen. Die große Variabilität der Hintergrundemissionen von Lachgas macht die Ergebnisse von Feldmessungen sehr unsicher.

Nach den IPPC Berechnungen führt höherer Stickstoff-Input zu höheren Emissionen, allerdings können organische Düngermengen und Stickstoffumsetzungsraten den gegenteiligen Effekt haben. Diese Tatsache ist bei der Beurteilung von organischen und konventionellen Landbaumethoden hinsichtlich der Lachgasemissionen zu berücksichtigen.

Die Lachgasemissionen waren in den Versuchen aus dem Midairprojekt in den biologisch geführten Fruchtfolgerotationen generell niedriger (siehe Abbildung 1), ebenso wie die Stickstoffaufwandmengen.

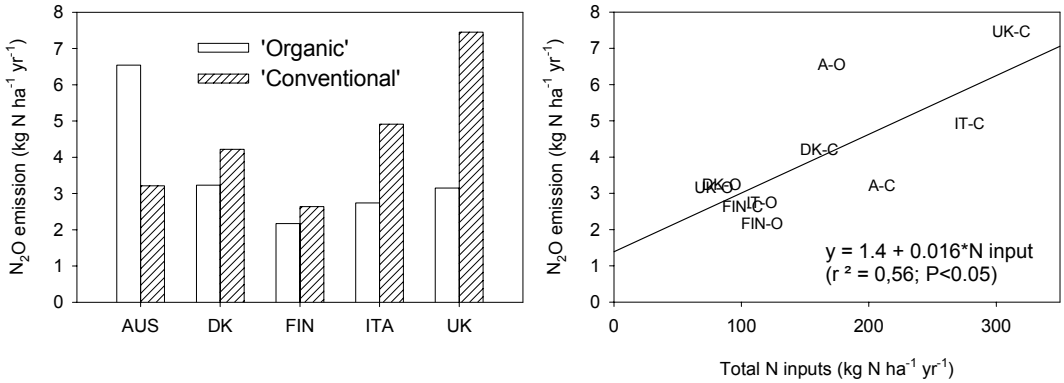


Abbildung 1: Lachgasemissionen aus konventionellen und biologisch geführten Fruchtfolgen auf fünf verschiedenen Standorten in Europa (Peterson, et.al., 2004)

In einer Regressionsanalyse wurden 1,6% des N Inputs als Lachgasverluste bestimmt, die IPCC verwendet den Faktor 1,25% (IPCC, 2001). Die Biovarianten wurden nur mit Wirtschaftsdünger (Stallmist und Gülle) gedüngt, während bei den konventionellen Varianten 40 bis 80% mineralischer Dünger verwendet wurde.

Die wichtigste Forderung im Zusammenhang mit der Reduktion von Lachgasemissionen ist die möglichst schonende und nachhaltige Nutzung von Stickstoff im Wirtschaftskreislauf. Die Einarbeitung von Gülle mit Schlitzdrillgeräten zur Vermeidung von Ammoniakemissionen hat sich jedenfalls kontraproduktiv hinsichtlich einer vermehrten Bildung von Lachgas, insbesondere auf schweren nassen Böden ausgewirkt.

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft ist im Zusammenhang mit klima- und ökosystemrelevanten Emissionen in erster Linie Betroffener. Bei Ammoniak gibt es zur Zeit aus österreichischer Sicht zur Umsetzung von verpflichtenden Minderungsmaßnahmen keinen unmittelbaren Handlungsbedarf. Die sogenannten NEC-Richtlinien, die für Österreich mit 66 kt die Höchstmenge an Ammoniakemissionen vorschreiben, sind - mit neuen nationalen Emissionsfaktoren errechnet - bereits unterschritten. Eine Beratungsunterlage zur Vermeidung zusätzlicher Ammoniakemissionen ist laut Göteborg Protokoll zu erstellen und die verwendeten Aktivitätsdaten sind auf eine aktuelle Datenbasis zu stellen.

Im Bereich der klimarelevanten Treibhausgasemissionen sind Methan und Lachgas für die Landwirtschaft von Bedeutung. Methan stammt zu 56% aus der Landwirtschaft. Das klimarelevante Spurengas kann bei größeren Anfallsmengen von Wirtschaftsdüngern (ab 100 GVE) in Biogasanlagen gewonnen und energetisch verwertet werden. Mit den neuen, nach der Größe der Anlage gestaffelten Einspeisetarifen, werden mittelgroße bäuerliche Biogasanlagen in Zukunft auch eine wirtschaftlich interessante Alternativen in der Energieversorgung (Strom und Wärme) darstellen. Co-Fermentationsprodukte aus dem landwirtschaftlichen Produktionskreislauf verschaffen dieser neu aufstrebenden alternativen Energiegewinnungsform ein hohes Potential. 8.000-10.000 Biogasanlagen könnten aufgrund von Expertenschätzungen alleine in Österreich errichtet werden, tatsächlich dürften 500 bis 1.000 Anlagen in den nächsten 3 bis 4 Jahren in Betrieb sein.

Lachgas ist noch nicht umfassend erforscht. Große Schwankungsbreiten in der Abschätzung der Emissionshöhe deuten auf die bestehenden Unsicherheiten hin. Die wichtigste Forderung im Zusammenhang mit der Minimierung der Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft wird die nachhaltige und möglichst verlustarme Anwendung von Stickstoff im Wirtschaftskreislauf sein.

Besonders in Verbindung mit Methan ist auch die Tatsache von Bedeutung, dass die Landwirtschaft auch als Senke dient. In Summe werden die von der Landwirtschaft verursachten klimarelevanten Emissionen durch die Pflanzen wieder verarbeitet.

Dennoch gilt es, auch in der Landwirtschaft sinnvolle Maßnahmen, Verfahren und Techniken zur Reduktion von klima- und ökosystemrelevanten Emissionen zu fördern und zu unterstützen.

Literatur:

AMON, B., G. MOITZI, C. WAGNER-ALT, V. KRYVORUCHKO, T. AMON, J. BOXBERGER, 2001: Methane, Nitrous Oxide and Ammonia Emissions from Manure Management of Liquid and Solid Manures. Final Report 2001. Research Project no. 1107, BMLF GZ 24.002/24-IIA1a/98 and extension GZ 24.002/33-IIA1a/00 on behalf of Federal Ministery of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, and Federal Ministery of Education, Science and Culture.

BE-225, 2003: Austria's National Inventory Report 2003. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Umweltbundesamt, Wien

BE-234, 2003: Bestandsaufnahme der Emissionen an Treibhausgasen in Österreich von 1990 bis 2002. Berichterstattung gemäß Entscheidung des Rates 1999/296/EG. Umweltbundesamt, Wien

BE-229, 2003: Austria's Informative Inventory Report 2003. Submission under the UNECE Convention on Long-range Tranboundary Air Pollution. Umweltbundesamt, Wien

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2001. YIR99CC3 Total EU N2O emissions. http://themes.eea.eu.int/Environmental_issues/climate/indicators/nitrous_oxide_emissions/tab_factsheets_ILR.

FREIBAUER, A. and **KALTSCHMITT,** M., 2000. Refined greenhouse gas inventory for European Agriculture. Task 3 report of the Concerted Action "Biogenic emissions of greenhouse gases caused by arable and animal agriculture" (FAIR3-CT96-1877).

IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. OECD, Paris.

PETERSEN, S., **KRISTIINA**, R., **HÄRTEL**, E., **PÖLLINGER**, A.**, VALLI, L., YAMULKI**, S., **ESALA**, M., **FABBRI**, C. and **VINTHER**. P. (2004): Monitoring of nitrous oxide emissions from organic and conventional crop rotations. Final Report MIDAIR Project "Greenhouse Gas Mitigation for Organic and Conventional Dairy Production" EU Project EVK2-2000-22045, WP 2.2., unveröffentlicht.

PÖLLINGER, A., 2002: Verordnungsentwurf zum Immissionsgesetz Luftreinhaltung im BMLFUW. Entwurf im Unterarbeitsausschuss Tierhaltungsanlagen. Wien

ORTHOFER, R., M. KNOFLACHER, W. LOIBL, und G. URBAN, 1991: Abschätzung der Methanemissionen in Österreich. Seibersdorf Report, Forschungszentrum Seibersdorf, Hauptabteilung Umweltplanung.

Autor

DI Alfred PÖLLINGER, Bundesanstalt Gumpenstein, Altirdning 11, A-8953 IRDNING, e-mail: alfred.poellinger@bal.bmlfuw.gv.at

Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Betrieben und Geruchsausbreitung; Erhebungs- und Bewertungsmethoden sowie Fallbeispiele aus diversen Gebieten Österreichs

ANDREAS AMANN

Problemstellung

In Österreich ist die Toleranzschwelle der Bevölkerung in Hinblick auf Geruchsimmissionen eindeutig rückläufig. Auch bei Gerüchen aus der Landwirtschaft sind vermehrt Konfliktfälle zwischen Produzenten und Anrainern sowohl bei bestehenden Betrieben als auch bei geplanten Anlagen gegeben. Bezüglich der Anzahl der Konfliktsituationen steht die Nutztierhaltung an erster Stelle, es gibt aber auch eine Vielzahl von anderen Quellen, die Probleme verursachen können, wie z.B. Trocknungsanlagen, Obstverwertung, Biogasanlagen, landwirtschaftliche Kompostierung u.v.m. Für eine adäquate Beurteilung und Problemlösung ist eine messtechnisch abgesichterte Objektivierung erforderlich, da gerade im Bereich der Geruchsbewertung aufgrund der logarithmischen Beziehung zwischen der Geruchsstoffkonzentration und der Geruchsintensität eine einfache olfaktorische Abschätzung nicht möglich ist.

Messung von Gerüchen

Die wichtigste Kenngröße zur Geruchsbewertung ist die Geruchseinheit GE. Dies ist zunächst eine dimensionslose Verhältniszahl zwischen dem geruchsbeladenen Gas und der Verdünnungsluft, die zum Abreichern des Geruchs bis zur Geruchsschwelle erforderlich ist. Wenn z.B. eine Abluft mit dem Faktor 1000 verdünnt werden muss, um die Schwelle zwischen wahrnehmbar und nicht mehr wahrnehmbar zu erreichen, hat diese Abluft 1000 GE.

In der europäischen Geruchsmessnorm EN 13725 "Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mittels dynamischer Olfaktometrie" wurde ein Volumensbezug hergestellt. Indem die Geruchseinheit definiert wird als der Geruchseindruck, den 123 µg n-Butanol in 1 m³ Neutralluft verursacht (1 GE/m³).

Olfaktometrie

Das Messverfahren der Olfaktometrie besteht aus einer Verdünnungseinheit, bei der einer Gruppe von mindestens 4 kalibrierten Probanden verschiedene Verdünnungsstufen zwischen Probenluft und Neutralluft dargeboten werden. Aus der mittleren Geruchsschwelle wird die Geruchsstoffkonzentration bestimmt. Die Probanden müssen verschiedene Kriterien erfüllen, wobei auch ein Test der Geruchsempfindlichkeit mittels n-Butanol durchgeführt wird. Extrem geruchsempfindliche und geruchsunempfindliche Personen werden aus dem Probandenpool ausgeschieden.

In weiterer Folge kann bei geführten Quellen (Ausblasung) aus der Geruchsstoffkonzentration und dem Abluftvolumenstrom eine Geruchsfracht (GE/Sekunde) bestimmt werden, diese wiederum stellt die Grundlage für die Berechnung der Reichweite der Geruchsfahne dar.

Bei diffusen Quellen wie Kompostieranlagen oder Materialzwischenlagerungen ist die Bestimmung von Geruchsfrachten weit schwieriger. Hier muss eine Emissionsmesshaube eingesetzt werden, bei der ein Volumenstrom angelegt wird. Über Differenz der Geruchsstoffkonzentration zwischen Einlass und Auslass der Messbox, dem angelegten Volumenstrom und der Auflagefläche der Box kann eine Flächenemissionsdichte bestimmt werden. Mittels Hochrechnung auf die gesamte aktive Fläche wird die Gesamtgeuchsfracht ermittelt.

Es gibt jedoch auch sehr komplexe Quellenkonfigurationen, wo eine direkte Messung nicht möglich oder zu aufwändig ist. Hier wird eine umgekehrte Vorgehensweise gewählt: Bei stabilen und gut reproduzierbaren Wetterbedingungen (schwacher Wind, wenig Turbulenzen, keine direkte Sonnenstrahlung) wird eine systematische Fahnenbegehung durchgeführt. Über die Reichweite der

Geruchsfahne wird eine Geruchsfracht rückgerechnet und eine Ausbreitungsberechnung für verschiedene Wetterlagen durchgeführt.

Sonderfall Nutztierhaltung

Für die Nutztierhaltung in Stallungen wurde in Österreich von einer interdisziplinären Arbeitsgruppe unter der Leitung von Herrn Prof. Schauberger, Veterinärmedizinische Universität Wien, eine Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen erarbeitet.

Dabei wird mithilfe folgender Faktoren eine Geruchszahl (Kenngröße für die Emission) ermittelt:

- Tierzahl
- Gebäudehülle
- Lüftung
- Entmistungssystem
- Fütterung

In einem zweiten Schritt wird ausgehend von der Geruchszahl mit folgenden Parametern ein Schutzabstand zu verschiedenen Landnutzungskategorien berechnet:

- Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen
- Geländeklimatologische Faktoren (Tallagen, Hanglagen, Ebenen, Kuppen u.v.m.)
- Raumordnungsfaktoren

Daraus ergibt sich für 8 Richtungssektoren (N, NO, O, SO, S, SW, W, NW) ein spezifischer Schutzabstand.

Die Richtlinie stellt ein sehr nützliches Instrument für die Planungsphase von Stallungen dar, der Anwendungsbereich ist jedoch beschränkt.

Luftschadstoffmessungen

In bestimmten Fällen kann zur Beurteilung der Geruchsbeeinträchtigung eine Luftschadstoffmessung nützlich oder notwendig sein. Im Bereich der Schweinemasthaltung ist die Messung von Ammoniak ein geeignetes Instrumentarium zur indirekten Bestimmung der Geruchsbelastung. Hier wird ein Messcontainer aufgestellt und über mindestens 6 Monate betrieben. Neben der Messung des Ammoniak-Konzentrationsverlaufes wird auch die Windrichtung miterfasst. Durch die Zuordnung von Immissionsepisoden zu bestimmten Windrichtungen kann der Verursacherkreis eingeschränkt oder ein bestimmter Verursacher fixiert werden. Der Schadstoffverlauf erlaubt einerseits Rückschlüsse auf die Immissionshäufigkeit, andererseits wird eine medizinische Bewertung erleichtert.

Ausbreitungsberechnung

Hier gibt es eine Reihe von unterschiedlichen Modellansätzen. Neben den entsprechenden Rechenprogrammen ist vor allem auch viel Erfahrung erforderlich, um realistische Ansätze und Resultate zu erzielen. Ein Standardberechnungsverfahren stellt in Österreich die ÖNORM M 9440 dar, wo mittels Gauss-Verteilungen Konzentrationsabnahmen unter Berücksichtigung von verschiedenen Quellparametern und meteorologischen Faktoren berechnet werden. Für topografisch modifiziertes Gelände ist jedoch ein anderer Ansatz erforderlich, wo fiktiv Partikel freigesetzt werden und die Abnahme der Partikeldichte entlang von Trajektorien berechnet werden. Hier sind jedoch meteorologische Messreihen erforderlich.

Beurteilungsmaßstab für Geruchsimmissionen

Zur Beurteilung von Geruchsimmissionen wird in Österreich im Allgemeinen die deutsche Geruchsimmissionsrichtlinie (GIRL) des Länderausschusses für Immissionsschutz herangezogen.

Das Beurteilungskriterium ist der Jahresgeruchszeitanteil, der bei Wohngebieten mit 10% der Jahresstunden definiert ist. Dabei gilt eine Stunde dann als Geruchsstunde, wenn in mehr als 10% der betreffenden Stunde ein Geruch wahrnehmbar ist. Der Geruch muss jedoch deutlich abgrenzbar sein von Verkehrsgerüchen, Hausbrand, Naturgerüchen und Gerüchen aus landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen.

In bestimmten Härtefällen oder im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen wird der Geruchszeitanteil auch durch Rasterbegehungen verifiziert. Das Programm umfasst im Allgemeinen 52 systematische Rasterbegehungen über einen Zeitraum von 6 Monaten. Die Begehungstermine müssen dabei gleichmäßig über die Messperiode und über Tag- und Nachtstunden verteilt sein. An jedem Punkt wird über 10 Minuten jeweils alle 10 Sekunden eine Beurteilung abgegeben.

Fallbeispiele

Hier wird ausgehend von verschiedenen Geruchsemittenten (Landwirtschaft, Industrie, Abfallwirtschaft) auf Besonderheiten in Hinblick auf Ausbreitungsbedingungen in verschiedenen Regionen Österreichs eingegangen.

Literatur

Interdisziplinäre Arbeitsgruppe „Immissionen aus der Nutztierhaltung“, 1995: Vorläufige Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Inst. für Medizinische Physik und Biostatistik, Vet. Med. Univ. Wien.

ÖNORM EN 13725, 2003: Luftbeschaffenheit; Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie

ÖNORM M 9440, 1996: Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre; Berechnung von Immissionskonzentrationen und Bestimmung von Schornsteinhöhen.

TA-Luft, 2004 (laufende Aktualisierung): Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft WEKA-Verlag, Augsburg. Anm.: Die TA-Luft enthält u.a. die Geruchsimmissionsrichtlinie

VDI-Richtlinie 3940 Blatt 1E, 2003: Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen – Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen; Rastermessung; Beuth-Verlag Berlin

VDI-Richtlinie 3940 Blatt 2E, 2003: Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen – Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen; Fahnenmessung; Beuth-Verlag Berlin

Autor

Dr. Andreas AMANN, NUA-Umweltanalytik GmbH, Luftreinhaltung, Südstadtzentrum 4, A-2344 MARIA ENZERSDORF, e-mail: andreas.amann@nua.at

Ertragsmischungen, rasch wirksame Einsaaten für geschädigte Futterwiesen ?

JOHANN HUMER

Rinderhaltende Betriebe brauchen durch die Trockenschäden von 2003 oder durch die zunehmend aufflammenden Engerlingsschäden in Wiesen rasch Rauhfutter um die Tierbestände halten zu können. Betriebe die Ihre Erträge wieder möglichst rasch anheben wollen, kann die Einsaat von raschwüchsigen, kostengünstigen und ertragreichen Einsaatmischungen einen Beitrag liefern. Für Nachsaaten von Dauerwiesen stehen auch handelsfertige Standard-Nachsaatmischen NA, NI, NA_{tro} und, NA_{wei} zur Verfügung. Sie sind für ausdauernde Wiesen konzipiert und enthalten eher langsamwüchsige Gräserarten. Abb.1 zeigt die Stellung von Ertragsmischungen im Vergleich zu den anderen Wiesen- und Feldfuttermischungen.

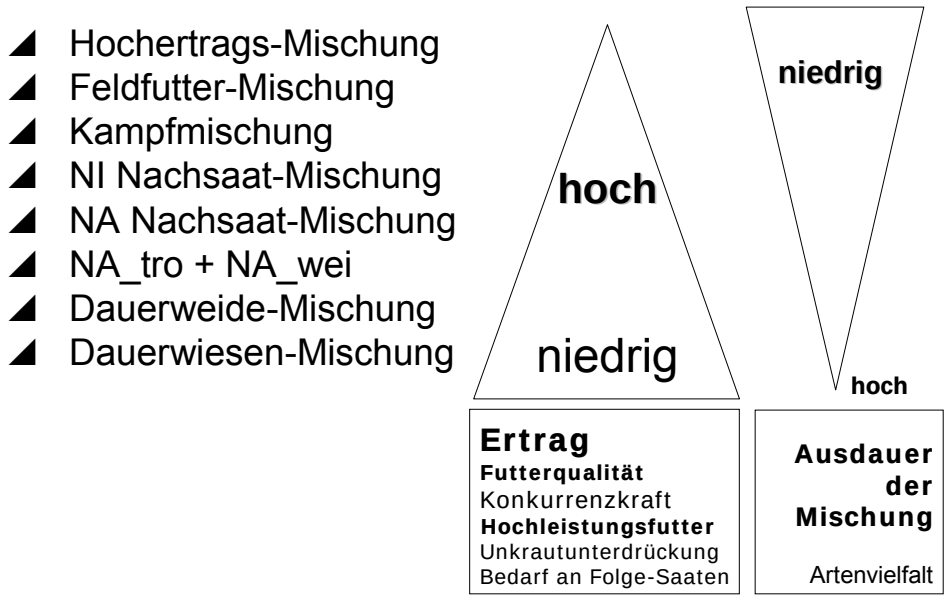


Abb.1: Überblick der Ertrags- und Ausdauereigenschaften von Futtermischungen

Leistungsreserven unserer Futterpflanzen nutzen

Die wertvollsten und leistungsfähigsten Futtergräser sind die Ertragsbildner unserer Feldfutterpflanzen: Knaulgras, Englische Raygras, Bastardraygras und Italienisches Raygras. Diese Arten wurden bis ca 1960 auch als Teil der Egart-Wiesenwirtschaft genutzt. Die Umwandlung von Egart zu Dauerwiesen ohne Einsaat wertvoller Arten mit immer intensiverer Dauerwiesennutzung führt zum Rückgang wertvoller Futterarten. Die Einsaat dieser Ertragsbildner in Futterwiesen bringt Möglichkeit die Futtererträge einsaatfähiger Wiesen rasch zu verbessern. Auch die immer frühere Futternutzung unterdrückt die Samenbildung und verkürzt die Lebensdauer wichtiger Futtergräser.

Hohe Futterverluste weisen Wiesen mit großen Unkrautanteilen von Ampfer, Geißfuß, Wiesenkerbel, Bärenklau oder Löwenzahn auf. Sie verstellen den echten Futterpflanzen viel Platz und verschlechtern die Ernte- und Siliereigenschaften massiv. Für gute Tierleistungen muss der Unkrautanteil im Futter unter 10 % aufweisen. Mit raschwüchsigen Einsaaten hat man ein natürliches Mittel in der Hand Unkraut durch den Massenwuchs wertvoller Arten biologisch wirksam zu unterdrücken. Auch problematische Gräser wie Gemeines Rispengras, Weiche Trespe und Goldhafer, die sich seit den letzten Jahren übermäßig ausbreiten sind ein gewaltiger Hemmschuh für bessere Milchleistungen. In zu extensiv bewirtschaften Wiesen nehmen auffallend die Giftpflanzen wieder zu. Extrem giftig sind Herbstzeitlosen, Weißer Germer, Jakobskreuzkraut und einige Hahnenfußarten.

Kennzeichen von Ertragsmischungen

sind, dass sie nur ertragreiche Futterarten enthalten und keine langsamwüchsigen Arten wie Rotschwingel, Straußgras, Wiesenrispe, Wiesenschwingel und Hornklee. Diese ertragsschwachen Pflanzenarten entwickeln sind meist nur langsam oder oft überhaupt nicht. Angesichts der immer öfteren Futterknappheit der Vorjahre vom Autor spezifische Ertragsmischungen für Lagen mit 500 - 1000 mm Jahresniederschlag von 300 – 700 m Seehöhe entwickelt und bei Landwirten in NÖ geprüft.

Komponenten der Ertragsmischungen

Hoch-Ertragsmischung für Gunstlagen	
ab 3 Nutzungen	Empfohl. Sortenzahl
Engl. Raygras	2 Sorten
Ital. Raygras	2 Sorten
Bastardraygras	2 Sorten
Knaulgras	2 Sorten
Glatthafer	1 Sorte
Rotklee	2 Sorten
Weißklee - gr.bl.	1 Sorte

Ertragsmischung für extreme Trockenlagen	
für 2-3 Nutzungen	Empfohl. Sortenzahl
Knaulgras	2 Sorten
Glatthafer	1 Sorte
Timothe	2 Sorten
Rotklee	2 Sorten
Weißklee - gr.bl.	1 Sorte

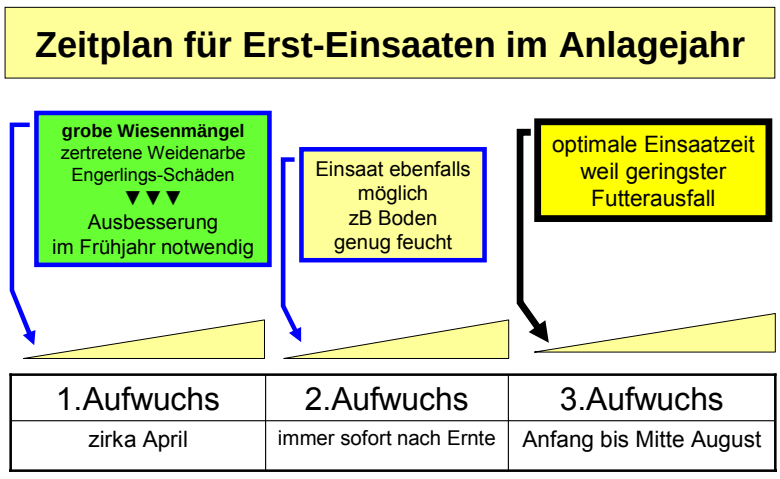
Ertragsmischung für Weiden	
	Empfohl. Sortenzahl
Engl.Raygras (früh)	2 Sorten
Engl.Raygras (spät)	2 Sorten
Wiesenrispe	2 Sorten
Knaulgras	2 Sorten
Rotklee	1 Sorte
Weißklee - gr.blättrig	1 Sorte

Die Hochertragsmischung

Die Hochertragsmischung enthält als Sicherheitsnetz für Trockenzeiten die Arten Knaulgras und Glatthafer. Englisches-, Italienisches-, und Bastard-Raygras sind die Komponenten die sie für hohe Qualität und Futtermenge auszeichnen. Die Hochertragsmischung eignet sich für Lagen ab mindestens 3 Nutzungen bei guter Wasserversorgung. Weiters enthalten ist Rotklee, der sowohl besser trockenverträglich als Weißklee ist und auch bessere Erträge liefert und die stickstoffbedürftigen Raygräser besser als Weißklee mit Stickstoff versorgt. Besonders wird hingewiesen, dass Raygräser dank ihrer Höchstleistungen je nach Höhenlage und Winterhärte nur 1-3 Jahre lang halten. Auch der Glatthafer geht durch Mehrschnittnutzung in den Folgejahren ertraglich zurück. Daher ist bei Ertragsmischungen eine jährliche Folgesaat eine integrale Voraussetzung für den anhaltenden Erfolg.

Die Ertragsmischung für Extrem-Trockenlagen

ist für sehr austrocknungsgefährdete Lagen wie Südhänge oder geringer Humusauflage für 2-3 Nutzungen konzipiert. Diese Mischung eignet sich für alle ertragsschwachen Standorte mit mageren Böden. Sie besteht im aus Knaulgras und Glatthafer, sowie etwas Timothegras, Rotklee und Weißklee. Die Gräser Knaulgras, Glatthafer besitzen die höchste Trockenverträglichkeit unserer Gräser und liefern von allen Pflanzenarten auch unter starker Trockenheit immerhin zumindest die bestmöglichen Erträge.



Zeitpunkte für die Einsaat einer Ertragsmischung

Einsaaten können prinzipiell beginnend mit dem Ergrünen des ersten Wiesenaufwuches bis etwa Ende August eingesetzt werden. Ältere und eigene Erfahrungen zeigen, dass der August eher die sichere Einsaatzeit ist. Einsaaten im Frühjahr mit stärkerer Bodenbearbeitung (Eggen, Kreiseln, Rototiller) sollen gut überlegt werden, weil man mit intensiverer Bodenbearbeitung im Frühjahr entscheidend an Ertrag beim ersten Schnitt verliert. Bei großen Futterausfall (zB. Durch Weidetritt oder Engerlinge) ist mitunter die Einsaat im Frühjahr erforderlich.

Düngung von Ertragsmischungen

Ertragreiche Bestände gelungener ERTRAGSMISCHUNGEN verwerten größere Mengen an Pflanzennährstoffen als herkömmliche Dauerwiesen. Gelungene Einsaaten eignen sich also für Flächen gut, die etwas stärker gedüngt werden, weil sie die Nährstoffe sehr gut ausnutzen. Raygräser sollen ausreichend mit Stickstoff versorgt werden. Dies kann durch wüchsigen Rotlee und Wirtschaftsdünger erfolgen. Die Obergrenzen der Werte der sachgerechten Düngung für Wiesen mit 4 Nutzungen betragen je ha: 200 kg anrechenbarer Stickstoff - davon 170 kg aus Wirtschaftsdünger, 90 kg P2O5, 260 kg K2O. Wirtschaftsdünger soll zum ersten Aufwuchs nach der Saat nicht gegeben werden. Prinzipiell sollte jede Düngung nach den „Richtlinen für die sachgerechte Düngung“ mit Hilfe eines Düngeplanes und einer Bodenuntersuchung erfolgen.

Auswirkungen bei ÖPUL/Ökopunkte/BIO

Teilnehmer der ÖPUL-Maßnahme Grundförderung oder Ökopunkteprogramm (NÖ) haben Grünlanderneuerungen bei Umbruch (Pflug, Kreiselegge, Grubber) an die AMA schriftlich zu melden. Formulare liegen in den BBKn auf. • Im Ökopunkteprogramm sind „neu eingesäte“ Wiesen ab 2000m² durch Eintragung des Jahres im Ökopunkteprogramm anzugeben, wenn 30% des Bestandes sich daraufhin als neu entwickelt. • Von BIO-Betrieben wird verlangt, dass sie ab 2004 verfügbares Biosaatgut verwenden. Falls es kein Biosaatgut gibt, ist eine Bestätigung der Kontrollstelle und des Saatgutverkäufers einholen. Über Sorten die in BIO-Qualität verfügbar sind, informiert die BIO-Saatgut-Datenbank unter: http://www.ages.at

Folgesaaten bei Ertragsmischungen

Jährliche Nachsaaten erfolgen bislang noch wenig. In der BRD wird bereits die 2malige Einsaat für Spitzenleistungen propagiert (http://www.lwk-rlp.de/bilder/1077_Gruenland.pdf). Vor der Wahl der Einsaatmischung mit Raygräsern ist dies zu besonders zu überlegen. RAYGRÄSER überdauern den ersten Winter meist problemlos. Im zweiten Winter verlieren sie mit zunehmender Seehöhe bzw. je nach Strenge des Winters, Kahlfrost oder Dauer der Schneelage ihre Winterhärte bzw. ihre Ausdauer. Die unvorhersehbare und beschränkte Ausdauer der RAYGRÄSER ist aber durch die jährlichen Folgesaaten überwindbar, weil junge Saaten immer bessere Erträge als Altbestände liefern. Wer also den Vorteil erstklassiger Futterqualität dauerhaft nutzen will, muss Aufwand wie Chancen abwägen.

Der Zeitraum für Folgesaaten

Das Eggen oder Hobeln der Wiesen im Frühjahr bietet jährlich eine ideale Gelegenheit die leistungsfähigsten Gräser in einem Arbeitsgang durch einen vor der Egge aufgebauten Samenstreuer oder mit dem Striegelsägerät ideal eingebracht werden. Folgesaaten können aber genauso sofort nach jedem Schnitt bis August eingesät werden. Wichtig dabei ist, dass die Saat immer sofort nach der Ernte erfolgen soll, wenn der Boden ausreichend offen ist.

Autor

DI Johann HUMER, NÖ. Landeslandwirtschaftskammer,Wiener Straße 64, 3100 ST. PÖLTEN, e-mail: johann.humer@lk-noe.at, e-mail: johann.humer@lk-noe.at

Modellierung als Instrument zur Optimierung des Zwischenfruchtbaus

GERNOT BODNER, MANFRED BÜCHTER, PETER LIEBHARD &
HANS-PETER KAUL

Problemstellung

Die Maßnahme Begrünung von Ackerflächen im Rahmen des ÖPUL-Programms findet bei den österreichischen landwirtschaftlichen Betrieben eine hohe Annahme (DACHLER et al. 1997). Während durch den Anbau von Zwischenfrüchten die Nitratverlagerung in den Grundwasser-Problemregionen reduziert werden konnte (HOFREITHER et al. 2000), besteht im Trockengebiet durch den Wasserbedarf der Zwischenfrucht die Gefahr einer Ertragsreduktion der nachfolgenden Kultur aufgrund der Minderung des Bodenwasservorrats. Durch Saat- und Umbruchtermin sowie Artenwahl kann der Zwischenfruchtbestand den natürlichen Standortbedingungen angepasst werden. Die Modellierung stellt ein Instrument dar, die komplexen Wechselwirkungen von Standort, Jahreswitterung und Management zu erklären und kann daher Grundlage einer optimierten Anbauplanung sein.

Das Modell DAISY (HANSEN et al. 1990) wurde insbesondere für die Simulation der Kohlenstoff-(C-) und Stickstoff-(N-)Flüsse im Boden entwickelt und von mehreren Autoren im Zusammenhang mit Zwischenfruchtbegrünungen geprüft. So zeigten THORUP-KRISTENSEN & NIELSEN (1998) für den Bodennitratgehalt unter Zwischenfrüchten eine gute Übereinstimmung der Modellergebnisse mit dem gemessenen Verlauf. Bei der Simulation des Wasserhaushaltes fanden JENSEN et al. (1994) für verschiedene Hauptfrüchte besonders im durchwurzelten oberen Horizont stärkere Abweichungen zwischen simulierten und gemessenen Werten.

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, die Beschreibung der Bodenwasserdynamik unter abfrostenden und winterharten Zwischenfrüchten mit Hilfe des Simulationsmodells DAISY bei Verwendung der Pedotransferfunktion HYPRES (WÖSTEN et al. 1988) bei unterschiedlichem Saatterminen der Begrünung anhand von zweijährigen Feldversuchsergebnissen zu überprüfen.

Material und Methoden

Der zugrunde liegende Feldversuch war in einer Spaltanlage in drei Wiederholungen mit den Versuchsfaktoren Zwischenfruchtart, Saattermin und Umbruchtermin an der Landwirtschaftlichen Fachschule Hollabrunn in den Jahren 2001 bis 2003 angelegt (∅-Jahrestemperatur 9,4 °C, ∅-Jahresniederschlag 491 mm, Tschernosem-Kolluvium, schluffiger Lehm (uL), pH 7,6). Für die vorliegende Auswertung wurden die winterharten Zwischenfruchtvarianten Grünroggen und Winterwicke sowie die abfrostende Zwischenfrucht Ölrettich im Vergleich zur Schwarzbrache untersucht. Als Managementszenarien wurden die Saattermine 20. August und 30. September der Zwischenfrüchte verglichen. Monatlich wurde der Nmin-Gehalt gemessen. Der volumetrische Bodenwassergehalt wurde wöchentlich mittels einer TRIME-TDR-Rohrsonde gemessen. Zur Kalibration des Modells für die Pedotransferfunktion HYPRES dienten Bodenkennwerte (% Schluff, % Ton, Lagerungsdichte und Humusgehalt), die bei der Bodenkartierung 2001 geschätzt wurden. Die Kalibration erfolgte anhand der Brachevariante des Versuchsjahres 2002 / 2003 mit dem Ziel der Minimierung der Abweichungen zwischen gemessenen und simulierten Wassergehaltswerten. Der Modell-Input-Parameter Referenzevapotranspiration wurde mittels des Programms REF-ET (Allen 1999) nach der Formel von Makkink (1957) errechnet. Zur Kalibration der Pflanzenwachstumskomponente des Modells für die Zwischenfrüchte wurden die vor Abfrosten am 15. November gemessenen Trockenmassedaten verwendet. Die Validierung des Modells erfolgte anhand der gemessenen Bodenwassergehalte der Zwischenfrüchte im Vegetationsjahr 2002 / 2003 sowie aller Messwerte aus 2001 / 2002. Zur statistischen Beurteilung der Abweichung des simulierten vom gemessenen Wassergehalt wurden die mittleren quadratischen Abweichungen (RMSE) errechnet.

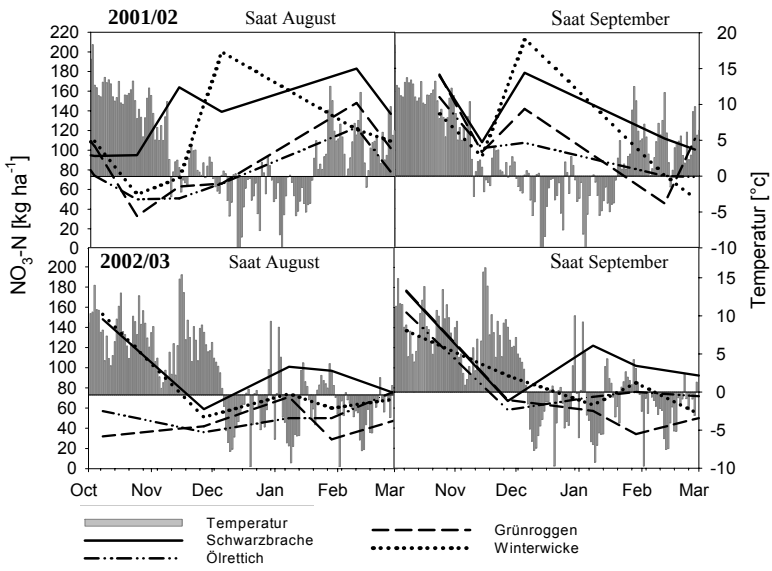


Abb. 1: Verlauf des Nitrat-N-Gehalts in 0 - 90 cm Bodentiefe bei unterschiedlichen Zwischenfruchtbegrünungen und Saatterminen im Vergleich zu Schwarzbrache am Standort Hollabrunn in den Jahren 2001-2003

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 1 zeigt die Auswirkung unterschiedlicher Managementszenarien (Anbautermin, winterharte vs. abfrostende Zwischenfrucht) hinsichtlich der Zielstellung Nitratreduktion im Boden. In allen Varianten bewirkte der Zwischenfruchtbau eine Absenkung des Nitratgehalts im Boden gegenüber der Brachevariante. Der spätsaatverträgliche Ölrettich mit hoher oberirdischer Biomasse führte in beiden Jahren zu einer deutlichen Verringerung der Nitratgehalte im Herbst und Winter. Bei Saat im September ist der winterharte Grünroggen besonders gut zu bewerten, da er im Gegensatz zur abfrostenden Variante Ölrettich dem Boden auch im Frühjahr noch Nitrat entzieht.

Ein Vergleich des gemessenen Bodenwassergehaltsverlaufes (Abb. 2.) zeigt, dass im Jahr 2001/2002 bei geringeren Herbstniederschlägen (Gesamtniederschlag 1. August - 1. März: 233 mm) der volumetrische Wasseranteil der Zwischenfruchtvarianten mit Anbau im August nur zwischen Anfang November und Anfang Januar geringfügig unter der Brachevariante lag. Beim Anbautermin September ist dieser Trend nicht festzustellen. Nach hohen Niederschlägen im Vegetationsjahr 2002/03 (Gesamtniederschlag 1. August - 1. März: 429 mm) wurde ebenfalls keine Reduzierung des Bodenwassergehalts durch die Zwischenfrüchte festgestellt. Die Tatsache, dass teilweise unter den Zwischenfruchtparzellen im Frühjahr ein höherer Wassergehalt als unter der Brachevariante gemessen wurde, weist darauf hin, dass andere Einflussfaktoren auf die Wasserbilanz unter einer Begrünung als der Wasserentzug durch Transpiration mit berücksichtigt werden müssen (höhere Infiltration, Verringerung der Evaporation).

Bei der Simulation des Verlaufs des Bodenwassergehalts mit Hilfe des Simulationsprogramms DAISY konnte zwar in der Regel eine richtige Beschreibung des mittleren Wassergehaltsverlaufes in 0 - 90 cm Bodentiefe erreicht werden (Abb. 2). Das Modell zeigte jedoch kaum eine Differenzierung zwischen den Managementvarianten und damit keine Möglichkeit, um auf Basis der Simulationsergebnisse Empfehlungen und Prognosen für eine den Bodenwasserhaushalt schonende Begrünungsvariante zu erstellen. In der Simulation des Verlaufs des Wasseranteils im oberen Horizont (0 - 30 cm) waren die Abweichungen zwischen gemessenen und simulierten Werten am größten (Daten hier nicht dargestellt). Tabelle 1 zeigt den RMSE als statistische Kennziffer zur Beurteilung der Abweichungen der simulierten Ergebnisse von den gemessenen Daten. Die Beschreibung des durchschnittlichen Wassergehaltes bis 90 cm zeigt zwar akzeptable Abweichungen

Tab. 1: Durchschnittliche Abweichung (RMSE) der simulierten Werte von den Messwerten

Jahr	**Begrünungsvarianten**							
	Brache		*Ölrettich*		*Grünroggen*		*Winterwicke*	
Saattermin	Aug	Sep	Aug	Sep	Aug	Sep	Aug	Sep
2001/02	3,3	2,5	3,7	2,4	3,5	1,6	3,8	2,5
2002/03	1,3	2,8	1,8	1,9	1,8	2,4	1,9	3,1

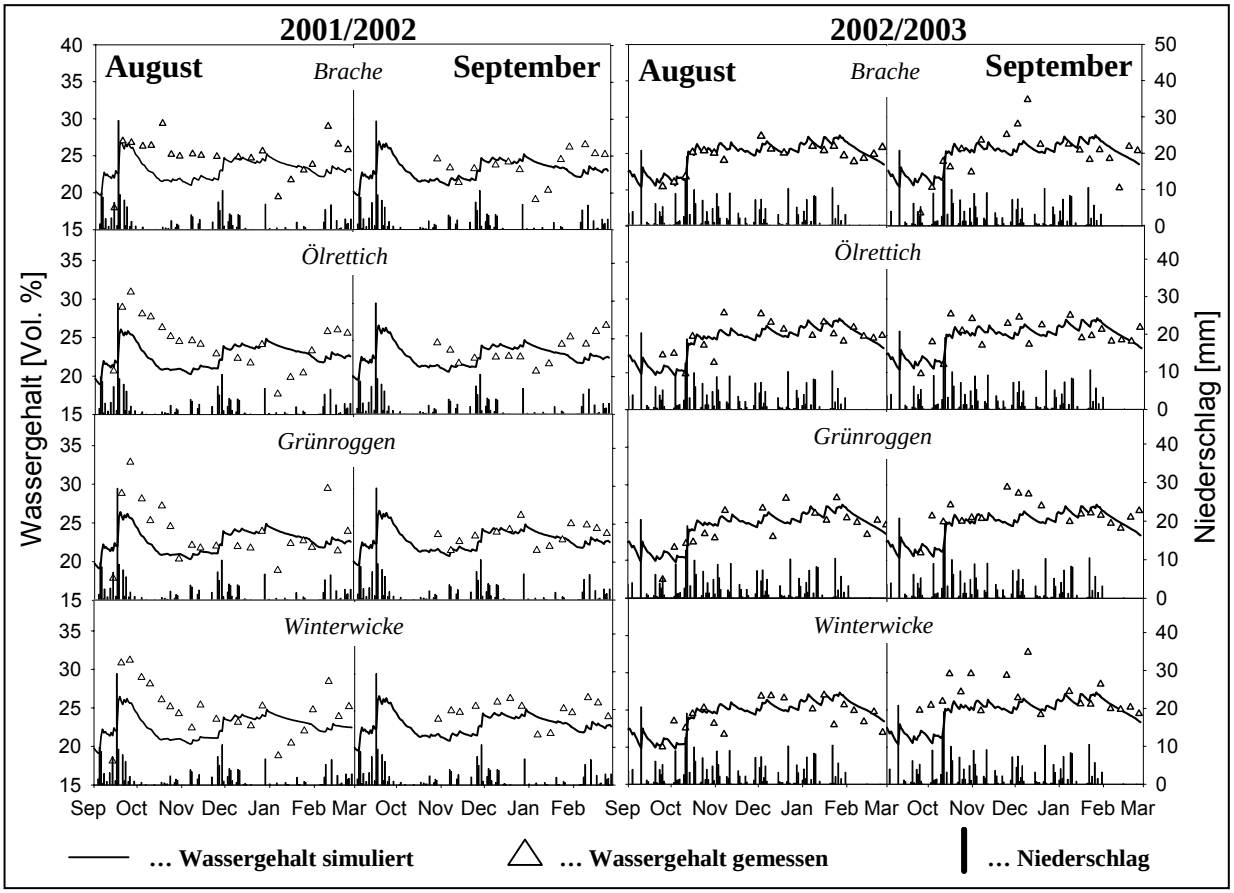


Abb. 2: Vergleich von simuliertem und gemessenem Wassergehaltsverlauf in 0 – 90 cm Bodentiefe bei unterschiedlichen Zwischenfrüchten und Saatterminen sowie Niederschläge am Standort Hollabrunn in den Jahren 2001-2003

der modellierten von den gemessenen Werten. Da das Modell jedoch die zeitlich veränderlichen Zwischenfruchteinflüsse, die vor allem auf die Bodenoberfläche (Bedeckung) und in der durchwurzelten Zone wirksam sind, nicht berücksichtigt, nimmt die Modellgenauigkeit für den Oberboden deutlich ab.

Tabelle 2 zeigt die simulierten Werte der Evapotranspiration, die einen geringfügig höheren Wasserverbrauch der begrünten Varianten erwarten lassen. Die gemessenen Wassergehalte der Zwischenfruchtparzellen zeigen dagegen oft höhere Werte als in der Brachevariante. Dies weist besonders auf die Bedeutung der Quantifizierung von Einflüssen des Pflanzenbewuchses auf den strukturbedingten Porenraum hin, um Veränderungen in der Infiltration und Wasserspeicherfähigkeit des Bodens erfassen zu können. Die verwendete Pedotransferfunktion HYPRES auf der Basis von Textur, Lagerungsdichte und Humusgehalt ist daher nicht ausreichend, um solche Wechselwirkungen von Pflanze und Boden sowie deren zeitliche Veränderungen unter einer Winterbegrünung zu modellieren.

Tab. 2: Simulierte Evapotranspiration [mm]

	Brache		**Ölrettich**		**Grünroggen**		**Winterwicke**	
	Aug	Sep	Aug	Sep	Aug	Sep	Aug	Sep
2001/02	189,3	189,3	219,8	204,6	226,5	210,9	226,2	210,9
2002/03	223,7	223,7	247,5	230,7	244,3	233,0	244,0	231,2

Schlussfolgerungen

Die zweijährigen Ergebnisse eines Zwischenfruchtversuches mit winterharten und abfrostenden Begrünungsvarianten sowie unterschiedlichen Saatterminen zeigten eine effektive Reduktion der Bodennitratgehalte im Winterhalbjahr durch Begrünung im Vergleich zur Schwarzbrache. Winterharte

Nichtleguminosen wie Grünroggen sind dabei besonders bei späterem Anbau den abfrostenden Varianten überlegen.

Eindeutige Trends zur nachhaltigen Verringerung des Bodenwasseranteils durch die Zwischenfrüchte zu ungunsten der Nachfrucht konnten nicht festgestellt werden. Während der Hauptwachstumszeit der Zwischenfrüchte zeigte sich nur beim Anbautermin August im Jahr 2001 / 2002 eine geringe Abnahme des Bodenwassergehalts im Vergleich zur Schwarzbrache. Die Frühjahrsniederschläge glichen die Absenkung des Bodenwassergehalts wieder aus.

Zur simulationsgestützten Optimierung des Anbaumanagements von Zwischenfrüchten hinsichtlich des Bodenwasserverbrauchs müssen zeitliche Veränderungen und Wechselwirkungen zwischen Pflanze und Boden, vor allem Einflüsse auf die Bodenstruktur, berücksichtigt werden. Zur Beschreibung der Wasserbilanz unter einer Zwischenfrucht bedarf es daher weiterer Untersuchungen und Modifikationen in den bestehenden Modellansätzen, insbesondere hinsichtlich der Einflüsse auf Infiltration und Evaporation.

Literatur

ALLEN, R.G. 1999. Ref-ET. Reference Evapotranspiration Calculation Software for FAO and ASCE standardized equations. University of Idaho.

DACHLER, M., HÖSCH, J., KERNMAYER, I. 1997. Förderprogramme unter besonderer Berücksichtigung des ÖPUL. In: Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft (Hrsg.), Bodenschutz in Österreich. BMLF, Wien, 283-304.

HANSEN, S., JENSEN, E.H., NIELSEN, N.E., SVENDSEN, H. 1990. DAISY- Soil Plant Atmosphere System Model. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, A10.

HOFREITHER, M.F., EDER, M., FEICHTINGER, F., KNIEPERT, M., LIEBHARD, P., SALHOFER, K., SCHMID, E., SINABELL, F., STREICHER, G. 2000. Modellanalyse von ökonomischen Instrumenten zum Grundwasserschutz im Zusammenhang mit dem ÖPUL-Programm. Endbericht. Institut für Wirtschaft, Politik und Recht, Universität für Bodenkultur Wien.

JENSEN, C., STOUGAARD, B., OLSEN, P. 1994. Simulation of water and nitrogen dynamics at three Danish locations by use of the DAISY model. Acta Agriculturae Scandinavica, 44, 75-83.

MAKKINK, G.F. 1957. Testing the Penman formula by means of lysimeters. J. Inst. Water. Engng 11 (3), 277-288.

THORUP-KRISTENSEN, K., NIELSEN, N.E. 1998. Modelling and measuring the effect of nitrogen catch crops on nitrogen supply for succeeding crops. Plant and Soil, 203, 79-89.

WÖSTEN, J.H.M., VAN GENUCHTEN, M.T. 1988. Using texture and other soil properties to predict the unsaturated soil hydraulic functions. Soil Sci. Soc. Am. J., 52, 1762-1770.

Autoren

DI Gernot BODNER, DI Dr. Manfred BÜCHTER, Hans Peter KAUL, Dr. Peter LIEBHARD, Universität für Bodenkultur, Inst. für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Dep. für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 WIEN, e-mail: gernot.bodner@boku.ac.at

POSTER

Produktion und Verwertung von Panicum- und Setaria-Hirse in Österreich

MICHAEL OBERFORSTER

Einleitung

Rispenhirse (früher auch „Brein“ genannt) und Kolbenhirse (früher auch „Fennich“ genannt) zählen zur Gruppe der Echten Hirsen. Die Rispenhirse (*Panicum miliaceum L.*) ist im Anbau bedeutsamer, die Kolbenhirse (*Setaria italica (L.) Beauv.*) kommt großteils aus dem Ausland. Korngut weiterer Hirsearten (z.B. Japanische Hirse, *Echinochloa frumentacea Link*) wird als Vogelfutter benötigt und zur Gänze eingeführt.

Material und Methoden

Die bei uns verwendeten Unterarten und Sorten, deren Anbaubedeutung, die Nutzungsmöglichkeiten, die Verwendung des Erntegutes sowie das Marktpotenzial kommen zur Darstellung. Im Jahr 2003 wurden zweiortige Sortenprüfungen durchgeführt, Vorfrüchte waren Sommergerste bzw. Körnermais. In Fuchsenbigl im Marchfeld wurde am 8.5., in Großnondorf bei Hollabrunn am 28.4. gesät. Bei Rispenhirse waren es 200 bis 400 keimf. Körner/m^2 mit 12,5 cm Reihenweite, bei Kolbenhirse (25 bzw. 37,5 cm Reihenweite) wurden 70 bis 130 Körner/m^2 gedrillt. Es handelte sich um randomisierte Block- (Kolbenhirse) bzw. Split-Plot-Anlagen (Rispenhirse), die Prüfglieder waren 4-fach wiederholt, die Nettoparzellenfläche betrug 10,0 m^2.

Tabelle 1: Anbau und Saattechnik von Rispen- und Kolbenhirse (Beschreibende Sortenliste 2004)

	Rispenhirse (Panicum miliaceum)		**Kolbenhirse (Setaria italica)**			
Anbau	Hauptfrucht	Sommerzwi-schenfrucht	Hauptfrucht	Hauptfrucht	Haupt- u. Zweitfrucht	Sommerzwi-schenfrucht
Saattechnik	DRS	DRS	DRS	EKS	DRS	DRS
Nutzung	Körner	Futter, Gründüngung	Körner, Kolben	Körner, Kolben	Futter	Futter, Gründüngung
Keimfähige Körner / m²	200-300	250-300	60-150	40-60	300-400	300-400
Pflanzenzahl / m², (Bestandesdichte)	170-250	200-300	50-120	30-50	200-300	200-300
Tausendkorngewicht (g)	5-8	5-8	2,3-3,8	2,3-3,8	2,3-3,8	2,3-3,8
Saatmenge bei Reinsaat (kg/ha)	12-21	15-21	2,5-6,0	1,5-3,0	10-16	10-16
Reihenweite (cm)	10-30	10-30	20-60	50-70	10-30	10-30
Ablage in der Reihe (cm) bei Einzelkornsaat	-	-	-	3-5	-	-
Saattiefe (cm)	1-3	1-3	1-2	1-2	1-2	1-2
Saatzeit (Datum)	10.4.-15.5.	25.6.-31.7.	20.4.-15.5.	20.4.-15.5.	20.4.-15.5.	25.6.-31.7.

Saattechnik: DRS = Drillsaat, EKS = Einzelkornsaat

Ergebnisse und Diskussion - Rispenhirse

<u>Unterarten, Formen, Nutzung</u>*:* Formen mit allseitswendiger Rispe werden als Flatterhirse (*P. miliaceum convar. effusum*) bezeichnet, die Sorte „Lisa“ zählt dazu. Die bei uns hauptsächlich angebaute „Kornberger Mittelfrühe“ weist eine einseits überhängende Rispe (*P. miliaceum convar. contractum*) auf. Die Farbe der Deckspelze kann von weißlich, gelb (Kornberger Mittelfrühe), rotorange (Lisa), rot bis braun und schwarz differieren. Wegen der goldgelben Farbe ihrer Früchte wird die Gelbhirse auch „Goldhirse“ bezeichnet. Bei der in Reformhäusern angebotenen „Braunhirse“ (auch Braune Wildhirse, Braunhirse Wildform, Urhirse) handelt es sich um eine rotorange Form von

Panicum miliaceum. In geringem Umfang wird Rispenhirse als Futterpflanze (teilweise in Gemengen), für Gründecken und Wildäsungsflächen verwendet.

Ansprüche an das Klima, Anbaugebiete, Flächen: Die Rispenhirse ist eine frostempfindliche C4-Kurztagspflanze mit einem ausgeprägten Wurzelsystem und vergleichsweise guter Toleranz gegenüber Trockenheit (Plessow 2003). Sie ist zwar wärmeliebend, jedoch nicht so wärmebedürftig wie die Kolbenhirse. Etwa 85 % der Flächen liegen in Niederösterreich (insbesondere im Marchfeld, Weinviertel, Tullner Feld und Wiener Becken). Rispenhirse wird weiters in Wien, Burgenland, Steiermark und Oberösterreich kultiviert. Ende der 80er Jahre wurde der Anbau vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft finanziell unterstützt: Im Jahr 1995 stand Rispenhirse auf 750 ha, 1998 waren es 1.350 ha (Etz 1998). Der Höchststand wurde im Jahr 2003, da ein Teil der ausgefrorenen Wintergetreideflächen mit Hirse bestellt wurde, erzielt (einschließlich Kolbenhirse 3.470 ha, Statistik Austria). Für heuer wird ein leichter Rückgang der Anbaufläche erwartet.

Tabelle 2: Ergebnisse eines Sorten-Saatstärke-Versuches bei Rispenhirse (Mittel von 2 Standorten 2003)

Sorte	Saat-stärke	Kornertrag 86% TS.		Rispen-schieben	Gelbreife	Wuchs-höhe	Lagerung	Feuchte-gehalt
	Korn/m²	dt/ha N=2	Rel.-% N=2	MMTT N=2	MMTT N=2	cm N=2	Bon.1-9 N=3	% N=2
Kornberger Mittelfrühe	400	41,7	110	0619	0815	113	3,8	9,6
Kornberger Mittelfrühe	300	39,9	105	0619	0815	108	3,3	9,6
Lisa	400	38,7	102	0617	0817	114	3,8	10,0
Lisa	300	38,5	102	0617	0817	109	3,9	10,1
Kornberger Mittelfrühe	200	35,9	95	0620	0815	110	2,8	9,7
Lisa	200	32,9	87	0617	0817	113	3,8	10,6
Versuchsmittel		37,9	100					
Grenzdifferenz 95%		6,3	17					

Bodenvorbereitung, Saatzeit, Aussaat: Rispenhirse verlangt ein ähnlich feines Saatbett wie die Zuckerrübe. Der Feldaufgang nimmt bei ungünstigen Bodenverhältnissen mitunter drastisch ab. In Ostösterreich wird zwischen Mitte April und Anfang Mai flach (1 bis 3 cm) gedrillt. Die Saatmenge beträgt je nach Aufgangsbedingungen und Korngröße 12 bis 21 kg/ha (200 bis 300 keimfähige Körner/m^2). Bei spätem Saattermin ist tendenziell mit schwächerer Rispenbekörnung zu rechnen (Plessow 2003). Für die Keimung werden Boden-Mindesttemperaturen von 9 bis 10 °C benötigt. Die Stellung als Zweitfrucht nach früh räumenden Winterzwischenfrüchten (z.B. Rübsen, Grünroggen, Landsberger Gemenge) ist unbedeutend. Für Maisflächen, die infolge von Hagelschäden im Juni neu bestellt werden müssen, bietet sich Hirse an. In Lagen mit ausreichender Niederschlagsversorgung (z.B. in der Steiermark) wird Rispenhirse auch als Stoppelfrucht nach Wintergerste kultiviert, in diesen Fällen ist die Ertragserwartung jedoch niedriger.

Sorten: Zu etwa 95 % handelt es sich um die Sorte „Kornberger Mittelfrühe“ (zugelassen 1950); die restlichen Flächen teilen sich „Lisa“ (zugelassen 1988), „Tiroler Rispenhirse“ (Landsorte) sowie ausländische Züchtungen und Genbankmaterial. Großteils wird Rispenhirse im Rahmen von Anbau-Lieferkontrakten mit Saatgutpflichtbezug produziert. Für Speisezwecke werden ausschließlich hellfärbige (weißgelbe, gelbe) Hirsen genutzt. Die Sorten-Saatstärken-Versuche von 2003 brachten folgendes Ergebnis: „Kornberger Mittelfrühe“ reift einige Tage zeitiger als „Lisa“ und war dieser ertraglich knapp überlegen. Die Variante mit 200 Körnern/m^2 fiel ab, die 300- und 400-Korn-Variante unterschieden sich ertraglich nicht signifikant.

Düngung, Unkrautregulierung, Krankheiten: Bei mittlerer und höherer Ertragserwartung ist mit einem Bedarf von 60 bis 100 kg N/ha zu rechnen. Abgesehen von auswaschungsgefährdeten Standorten kann die N-Düngung in einer Gabe verabreicht werden (Schally 2004, Hoffmann-Bahnsen 2003). Derzeit ist nur das Herbizid Harmony (Wirkstoff *Thifensulfuron*) zugelassen, die Registrierung von Pardner (Wirkstoff *Bromoxynil*) erfolgt in Kürze. Rispenhirse weist ein langsames Jugendwachstum auf, was

den Unkrautwuchs fördert und bei Bioproduktion problematisch sein kann. Krankheiten haben eine geringe Bedeutung, Mehltau, Rost oder Flugbrand sowie bakterielle Infektionen (*Pseudomonas spp*.) wurden beobachtet.

Ernte, Verwendung: Die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes ist wegen der uneinheitlichen Abreife schwierig. Teilweise sind die Körner an der Spitze der Rispenäste bereits ausgefallen, während die untersten noch unreif sind. Verstärkt wird der Kornverlust durch Gewitter oder Wind. Aufhammer und Kübler (1998) ermittelten in Abhängigkeit von Sorte und Standort 11,9 bis 31,9 % Kornverlust. Um Dreschverluste zu minimieren, wird feuchter geerntet und anschließend getrocknet. Bei Kultivierung als Hauptfrucht erfolgt der Drusch meist zwischen Mitte August und Anfang September. Es werden Erträge von 20 bis 45 dt/ha erzielt, bei Anbau als Stoppelfrucht sind es meist nicht über 20 bis 25 dt/ha (Winkler 1998). Der Aufkauf erfolgt hauptsächlich durch die Firmen „RWA Raiffeisen Ware Austria" und „Ferdinand Kimmerl Landesproduktenhandel". Dank der bislang befriedigenden bis guten Preise (170 bis 190 €/Tonne inkl. Mwst., konventionelle Ware) konnten Deckungsbeiträge auf Qualitätsweizenniveau und darüber erzielt werden. Etwa 900 bis 1.000 t Gelbhirse werden von heimischen Schälmühlen (insbesondere „Caj. Strobl Naturmühle") verarbeitet, die Ausbeute an vermarktbarer Ware (Speisehirse, Hirseflocken, Hirse-Vollkornschrot, Hirsemehl usw.) beträgt etwa 70 %. Da Hirse glutenfrei ist, können die Produkte auch von Personen mit Unverträglichkeit (Zöliakie) verzehrt werden. Hirsemehl besitzt keine Eigenbackfähigkeit, wird aber von der in- und ausländischen Backwarenindustrie dem Weizenmehl beigemischt. Wegen seiner hohen Wasseraufnahme zeigen solche Brote gute Frischhalteeigenschaften (Seibel und Steller 1993). Eine erhebliche Menge wird als Vogelfutter (insbesondere „Hesa Saatengroßhandlung" und „Rolli-Pet Tiernahrung") benötigt. Der Großteil der in Österreich erzeugten Hirse wird jedoch exportiert (insbes. nach Italien). Andererseits gelangt Speisehirse aus den USA wegen der optischen Qualität und Homogenität bei uns in den Handel.

Ergebnisse und Diskussion - Kolbenhirse

Unterarten, Formen, Nutzung: Die Kolbenhirse ist vielgestaltig, nach der Form des Kolbens (eigentlich eine Scheinähre) werden zwei Varietäten (Mansfeld 1986) unterschieden: *Setaria italica convar. maxima* (Große Kolbenhirse) und *Setaria italica convar. moharia* (Kleine Kolbenhirse, Mohar). Als Körnerfrucht zur Erzeugung von Vogelfutter wird hauptsächlich die Große Kolbenhirse genutzt, die Kleine Kolbenhirse hat auch eine gewisse Bedeutung als Futterpflanze. Ähnlich wie bei der Rispenhirse zeigen die Sorten eine variable Färbung der Deckspelze. Es werden weißliche, gelbliche und rotorange Formen kultiviert. Bei Körner- bzw. Kolbenernte erfolgt der Anbau nur als Hauptfrucht.

Ansprüche an das Klima, Anbaugebiete, Flächen: Die Kolbenhirse benötigt höhere Temperatursummen als die Rispenhirse. Bei den Angaben für den Mehrfachantrag werden die beiden Arten nicht unterschieden. Als Hauptfrucht dürfte Kolbenhirse etwa einen Umfang von 50 bis 100 ha in Niederösterreich, im Burgenland, in Oberösterreich und der Steiermark einnehmen.

Bodenvorbereitung, Saatzeit, Aussaat: Kolbenhirse bedarf wegen seiner Kleinkörnigkeit (TKG 2,3 bis 3,8 g) und der niedrigeren Pflanzenzahlen einer sorgfältigen Bodenvorbereitung. Meist wird zwischen 20. April und 10. Mai gesät. Bei Einzelkornsaat bedeutet dies eine Reihenweite von 50 bis 70 cm und einen Saatgutbedarf von 1,5 bis 3,0 kg/ha, mitunter wird auf 5 bis 10 cm vereinzelt. Auch eine Drillsaat von 60 bis 150 keimfähigen Körnern/m^2 ist möglich, Ahrens und Boidol (2001) empfehlen 120 bis 250 keimfähige Körner/m^2. Erfolgt die Ernte mit dem Mähdrescher (wegen der geringeren Erlöse ist dies aber wenig gebräuchlich), wird in der Regel mit dem einfachen oder doppelten Getreideabstand gedrillt.

Sorten, Herkünfte, Unkrautregulierung: Die Hauptsorte ist „Pipsi" (zugelassen 1990-1995, derzeit noch geschützt) mit rotorangen Samen. In zwei Versuchen wurden auch die gelbsamigen Sorten „Mezöhegyesi Sárgamágvú" (in Ungarn 1956 zugelassen) und „Friderika" (in Ungarn 1996 zugelassen) sowie sechs rotorange- bzw. gelbsamige Herkünfte aus Österreich (vermutlich teilweise ausländischen Ursprungs) getestet. Ausgenommen die beiden ungarischen Züchtungen war das Ertragsniveau unbefriedigend. Die bei zwei Sorten getesteten Saatstärkenvarianten (70, 100 und 130 keimfähige Körner/m^2) differieren nur um 2,1 dt/ha. Es sind dieselben Herbizide wie bei Rispenhirse einsetzbar, meist wird das Unkraut aber mittels Hacke kontrolliert.

Ernte, Verwendung: Die Kolbenhirsen kamen drei bis fünf Wochen nach der Rispenhirse zum Blühen, sie reifen auch deutlich später. Sind die Körner bzw. Kolben das Erzeugungsziel, wird in der Regel im September geerntet. Meist werden die Kolben mit 20 cm langem Stängel händisch geschnitten und getrocknet, die Kolbenerträge variieren von 10 bis 40 dt/ha. Ein erhebliches Problem bei den oft kleinen Flächen ist der Vogelfraß während der letzten Wochen der Einreife. Die Kolben werden in Bündeln von 0,5 oder 1,0 kg an Groß- oder Detailhändler vermarktet, es werden Preise von 1,6 bis 2,1 €/kg erreicht. Die Inlandsproduktion deckt den Bedarf nur zu einem geringen Teil, Importe aus Frankreich und China gleichen die Fehlmengen aus. In der Steiermark erzeugen Landwirte von Moharsorten sog. „Zupfhirse" (Pöllabauer 2001). Dabei werden die noch milchreifen Kolben geerntet, diese werden von Sittichen bevorzugt angenommen.

Tabelle 3: Ergebnisse eines Sortenversuches bei Kolbenhirse (Mittel von 2 Standorten 2003)

Sorte/ Herkunft	Kornfarbe	Kornertrag 86% TS. dt/ha N=2	Kornertrag 86% TS. Rel.-% N=2	Kolben-schieben MMTT N=2	Wuchs-höhe cm N=2	Lagerung Bon.1-9 N=2	1000-Korngew. g, 86% TS. N=1	Feuchte-gehalt % N=2
Mezöhegyesi Sárgamágvú	gelb	31,9	207	0714	121	3,4	2,4	11,6
Friderika	gelb	24,3	158	0727	137	3,0	2,7	19,6
Pipsi	rot-orange	15,3	99	0728	164	4,0	2,6	20,6
Österreich 1	rot-orange	12,6	82	0725	164	4,9	2,6	18,6
Österreich 2	rot-orange	11,3	73	0728	154	3,8	2,7	21,1
Österreich 3	rot-orange	11,2	73	0716	139	2,5	2,8	15,4
Österreich 4	rot-orange	11,0	71	0722	165	4,4	2,4	18,4
Österreich 5	gelb	10,7	69	0722	165	2,6	2,7	18,1
Österreich 6	gelb	10,5	68	0723	162	2,9	2,6	17,5
Versuchsmittel		15,4	100					
Grenzdifferenz 95%		5	32					

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Rispenhirse hat eine größere Anbaubedeutung und wird für Schälmühlen und als Vogelfutter verwendet bzw. exportiert. Die Gelbhirse „Kornberger Mittelfrühe" war in den Prüfungen 2003 etwas ertragsstärker als die rotorange „Lisa", die Variante mit 200 Körnern/m^2 fiel ertraglich ab. Ob die in den letzten Jahren guten Erzeugerpreise gehalten werden können, ist infolge der EU-Erweiterung bzw. dem in manchen Jahren großen Angebot an Ware aus der Ukraine ungewiss. Kolbenhirse wird von wenigen Betrieben meist kleinflächig kultiviert, ist bei händischer Ernte arbeitsintensiv, aufgrund der hohen Flächenproduktivität jedoch interessant. Kolbenhirse wird fast ausschließlich in Form von Bündeln als Vogelfutter vermarktet. Am leistungsfähigsten waren die gelbsamigen ungarischen Züchtungen „Mezöhegyesi Sárgamágvú" und „Friderika" (2 Versuche). Im Rahmen der ÖPUL-Maßnahme „Seltene landwirtschaftliche Kulturpflanzen" sind die „Tiroler Rispenhirse", die Sorte „Pipsi" sowie weitere österreichische Landsorten und alte Zuchtsorten von Kolbenhirse prämienfähig.

Literatur

AHRENS W. und A. BOIDOL, 2001: Zeitvertreib für Stubenvögel. Bioland 4, 25.

AUFHAMMER W. und E. KÜBLER, 1998: Vergleichende Untersuchungen zur Anbauwürdigkeit der Getreidearten Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) und Kanariensaat (*Phalaris canariensis*) sowie der Pseudogetreidearten Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) und Amaranth (*Amaranthus spp.*). Die Bodenkultur 49 (3), 159-169.

ETZ H., 1998: Die österreichische Perspektive alternativer Getreidearten. Der Förderungsdienst 11, 373-383.

HOFFMANN-BAHNSEN R., 2003: Wieviel Stickstoff braucht Rispenhirse (*Panicum miliaceum*). Untersuchungen zum Stic kstoffbedarf und der Dynamik in der Pflanze. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss 15, 304-305.

MANSFELD R., 1986: Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen), Bd. 3, Springer-Verlag.

PLESSOW J., 2003: Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) Perspektiven und Potenziale ihrer Kultivierung in Ostdeutschland unter Berücksichtigung des osteuropäischen Genotypenbestandes. Diplomarbeit, Humboldt-Universität Berlin.

PÖLLABAUER P., 2001: Kolbenhirse. Pers. Information.

SCHALLY H., 2004: Tipps zum Anbau und zur Bestandesführung von Rispenhirse: Eine Alternative auf trockenen Standorten. Der Pflanzenarzt 3, 18-19.

SEIBEL W. und W. STELLER (Hrsg.), 1993: Spelz- und Schälgetreide. Behr's Verlag.

WINKLER J., 1998: Zweitfruchtanbau mit Buchweizen und Körnerhirse. Der fortschrittliche Landwirt 13, 8-9.

Autor

DI Michael OBERFORSTER, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, e-mail: michael.oberforster@ages.at