

Mikrobielle Kontaminanten in Silagen

A. ADLER

Einleitung

Silage ist durch den Prozess einer natürlichen Milchsäuregärung konserviertes hochwertiges Feld- oder Grünlandfutter, dabei kommt dem Zusammenspiel aller beteiligten Mikroorganismen größte Bedeutung zu. Ziel eines optimalen Gärverlaufes in Silagen ist es, den aus Pflanzenzellen stammenden Zucker von Milchsäurebakterien möglichst verlustfrei zu Milchsäure vergären zu lassen. Dabei sind alle am Fermentationsprozess beteiligten Mikroorganismen einer ganzen Reihe von teils wechselseitigen Einflussfaktoren ausgesetzt. Bis heute stellen aber neben dem Nährstoffgehalt und der Verdaulichkeit vor allem die hauptsächlichsten Fermentationsprodukte und nicht die Mikroorganismen selbst eine maßgebliche Basis zur Qualitätsbeurteilung dar. Tatsächlich wäre aber ein einheitliches Schema zur Beurteilung der Silagequalität anhand mikrobiologischer Parameter dringend notwendig.

In *Tabelle 1* sind wichtige Gruppen von Mikroorganismen, denen am ehesten eine relevante Rolle hinsichtlich der Untersuchung und Qualitätsbeurteilung von Silagen aus Sicht der Mikrobiologie zukommen sollte, angeführt.

Die Entwicklung der Milchsäurebakterien (MSB) und ihre Säureproduktion entscheiden weitgehend über Gelingen oder Mißerfolg der Fermentation. Bei passenden Bedingungen produzieren MSB sehr rasch und in solchem Ausmaß konservierende Säure, daß die mit im Wettbewerb um leicht umsetzbare Nährstoffe stehenden Mikroorganismen nicht

bestehen können und schließlich eine stabile Silage mit niedrigem pH-Wert und ausgewogenem Säuremuster entsteht. Die Keimzahlen der MSB sind allerdings nicht über den gesamten Verlauf der Konservierung konstant und daher ein unzureichender Indikator für die mikrobielle Qualität, daher scheint eher die Analyse unerwünschter bzw. verderbanzeigender Keime für eine mikrobielle Qualitätsbeurteilung geeignet.

Mikrobiologische Vorgänge von Verderbprozessen unter der Beteiligung von Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen sind sehr vielfältig und spiegeln sich in unterschiedlicher Weise in den Ergebnissen von Keimzahlbestimmungen und den Anteilen einzelner Gruppen von Mikroorganismen wider. Die ermittelten Analysenergebnisse müssen daher sowohl nach Höhe der Keimzahlen als auch nach der Artenzusammensetzung der Mikroflora anhand von Erfahrungs- oder Orientierungswerten interpretiert werden. Die Verteilung von Mikroorganismen in einem Futtermittel entspricht zudem in den seltensten Fällen einer Normalverteilung oder einer Zufallsverteilung, sondern sie liegen meist in Klumpen oder Zellaggregaten vor. Bei der Gesamtheit aller Proben eines Futtermittels ist hingegen für Keimgruppen, die mit großer Häufigkeit vorkommen, annähernd eine Normalverteilung zu erkennen.

Interpretation von Untersuchungsergebnissen

Ein gewisser Keimbesatz ist für Futter-

mittel normal, auf pflanzlichen Materialien sind unvermeidbar **produkttypische Keime** in mehr oder weniger hohen Zahlen anzutreffen und müssen innerhalb gewisser Grenzen akzeptiert werden. Der vielfach zur Beschreibung der Normalität von Eigenschaften herangezogene 2/3-Wert (das 66. Perzentil) wird in den *Tabellen 2 und 3* als ein „Erfahrungswert für Keimzahlen in Silagen guter Qualität“ angeführt und soll nicht als Grenzwert zwischen Qualitätskategorien aufgefaßt werden. Dieser Wert ist eine Interpretationshilfe und dient einer Orientierung, welches produktspezifische Mikroorganismenspektrum zu erwarten und welche Mikroorganismengehalte in den jeweiligen Futtermitteln erreichbar sind.

Andere Voraussetzungen gelten für **verderbanzeigende Keime**. Hier zeigt die Überschreitung bestimmter Keimzahlen eine Vermehrung in einem nicht gewünschten Umfang an und damit Verderbvorgänge, die unter guten Produktions- und Lagerbedingungen verhindert werden (können) sollten.

Diese Vorgehensweise soll anhand eines Beispiels, dem Bakterienbesatz von Silageproben (mesophile, fakultativ aerobe Bakterien in Grassilagen ohne Berücksichtigung von Milchsäurebakterien), erläutert werden: Wie aus dem grundsätzlich auch für andere Keimgruppen gültigen Kurvenverlauf in *Abbildung 1* ersichtlich, nehmen die Keimzahlen bis in den Bereich um das 90. Perzentil der Zahl untersuchter Proben eher gleichmäßig zu, um dann zunehmend steiler anzusteigen. Der Bereich oberhalb des 95. Perzentils kann dann als jene Schnittstelle interpretiert werden, ab der die Normalität bezogen auf diese/eine einzelne Keimgruppe signifikant verlassen wird. Ob und inwieweit beim Überschreiten dieses Signifikanzwertes im Bereich des 95. Perzentils durch die verschiedenen untersuchten Keimgruppen auch mit leistungsmindernden bzw. gesundheitsbeeinträchtigenden Wirkungen (z. B. De-

Tabelle 1: Gruppen von Mikroorganismen mit besonderer Relevanz hinsichtlich Untersuchung und Qualitätsbeurteilung von Silagen *)

Produkt-typische Mikroorganismen	Milchsäurebakterien
Mikroorganismen bzw. Keimassoziationen als mögliche Indikatoren im Hinblick auf aerobe und/oder anaerobe Verderbvorgänge	Clostridien, Bazillen Enterobacterien, Pseudomonaden Hefen, Schimmelpilze Listerien

*) In Anlehnung an WOOLFORD (1984) und MCDONALD et al. (1991)

Autor: Dr. Andreas ADLER, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Agrarbiologie Linz, Wieneringer Straße 8, A-4021 LINZ



Tabelle 2: Erfahrungswerte für Keimzahlen in Gras- und Maissilagen, gerundet

Grassilagen * (log KBE/g)	Erfahrungswerte für Keimzahlen, Grassilagen hoher mikrobieller Qualität	Verdacht mikrobiell bedingter Qualitätsminderung
Bakterien, aerob	< 7	> 8
Schimmelpilze	< 3	> 5
Hefen	< 3	> 5

Maissilagen * (log KBE/g)	Erfahrungswerte für Keimzahlen, Maissilagen hoher mikrobieller Qualität	Verdacht mikrobiell bedingter Qualitätsminderung
Bakterien, aerob	< 6	> 8
Schimmelpilze	< 3	> 5
Hefen	< 6	> 7

* Mindestens 6 bis 8 Wochen gelagert

Tabelle 3: Erfahrungswerte für Keimgehalte bzw. Sporenzahlen in Silagen, gerundet

Gras- und Maissilagen (log KBE/g)	Erfahrungswerte für Keimgehalte Gras- und Maissilagen hoher mikrobieller Qualität
<i>Clostridium</i> sp.	< 4
<i>C. tyrobutyricum</i>	< 3
<i>Listeria</i> sp.	in 25 g nicht nachweisbar

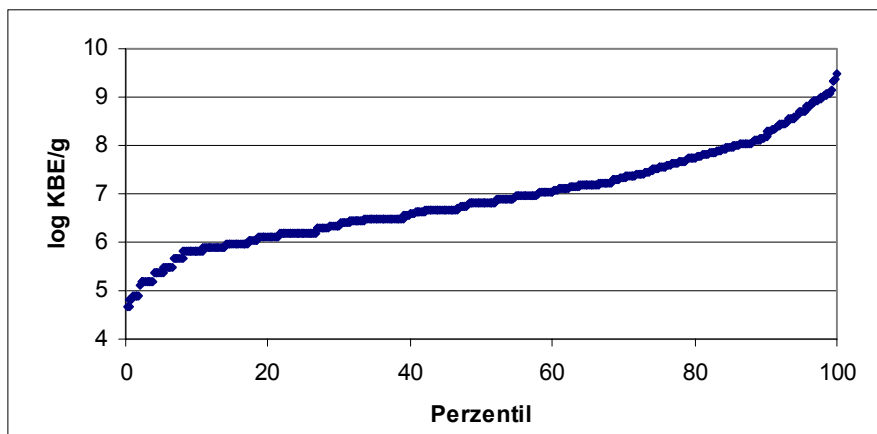


Abbildung 1: Bakterienbesatz von 522 Grassilagen, Untersuchungsjahre 1988 bis 1991

fizite an Nähr- und Wirkstoffen, Schädigungen des resorptiven Darmepithels, alimentäre Intoxikationen durch bakteriogene oder mykogene Toxine, Immunsuppressionen) insbesondere bei Jung- und Zuchtieren, gerechnet werden muß, kann aus den Keimzahlen zwar nicht direkt beurteilt werden, das entsprechende Risiko ist jedenfalls deutlich erhöht. Nach einer statistischen Auswertung von Datenmaterial aus der langjährigen Laborroutine und unter Berücksichtigung von Untersuchungsreihen, die unter anderem in Zusammenarbeit mit der BAL Gumpenstein im Laufe der 80er und 90er Jahre durchgeführt wurden (ADLER; 1993, 1999, 2002) stellte sich unter Pra-

xisbedingungen etwa die Anwendung der in den Tabellen 2 und 3 zusammengefassten Erfahrungswerte als praktikabel heraus. In ihrer Dimension entsprechen dabei die Erfahrungswerte für Keimzahlen von Futter höchster mikrobieller Qualität jeweils einem etwa im Bereich des 66. Perzentils angesiedelten Orientierungswert. Beim Überschreiten eines seiner Größenordnung nach im Bereich des 90. bis 95. Perzentils liegenden Signifikanzwertes, besteht für Futterproben der Verdacht mehr oder weniger fortgeschrittener mikrobiell bedingter Qualitätsminderung.

Bei der Interpretation von Ergebnissen aus der mikrobiologischen Untersuchung

von Silagen sind in wesentlich stärkerem Ausmaß als bei der Untersuchung von trockenen Futtermitteln auch andere, nicht im Bereich des Untersuchungslabors liegende Einflussfaktoren, wie etwa Art und Zeitpunkt der Probenahme, die Verpackung der Probe, oder auch der Probenversand bzw. Probentransport, zu berücksichtigen. Als Berechnungsgrundlage für die in den Tabellen 2 und 3 zusammengestellten Erfahrungswerte für Keimgehalte in Gras- und Maissilagen wurden daher nur Ergebnisse von solchen Proben herangezogen, die fachgerecht, etwa mit einem Probenstecher, aus dem Kernbereich von möglichst zum Zeitpunkt der Probenahme noch ungeöffneten oder erst kurz geöffneten Silagen entnommen und unverzüglich zur Untersuchung gebracht oder versandt worden sind. Zudem hängt die Risikoeinschätzung für ein Futtermittel natürlich nicht nur von der Höhe der Keimzahlen, sondern von vielen zusätzlichen Faktoren, so z.B. auch von der artenmäßigen Zusammensetzung der Mikroflora und der Vorgeschichte des Futtermittels, ab.

Werden in einer Silageprobe höhere, die in Tabelle 2 angeführten Signifikanzwerte übersteigende Gehalte an unerwünschten Keimen festgestellt, und lassen sich nachteilige, etwa aus dem Bereich von Probenahme oder Probenversand herrührende Einflüsse ausschließen, ist jedenfalls der Verdacht mikrobiell bedingter Qualitätsminderung gegeben. Entsprechend dem festgestellten Fortschritt des Verderbnisprozesses können eventuell auch Empfehlungen bzw. Einschränkungen bezüglich der Verfütterbarkeit getroffen werden.

Erfahrungswerte (vergl. Tabelle 3) zeigen auch, daß geringe Clostridiengehalte in Silagen - abhängig vom jeweiligen Produktionsverfahren - vielfach akzeptiert werden müssen, während das Vorkommen der potentiell pathogenen Listerien in Silagen grundsätzlich unerwünscht ist.

Nur sorgfältig gezogene und unverzüglich versandte Silageproben führen zu einem sinnvoll interpretierbaren Ergebnis. Zu berücksichtigen ist insbesondere, daß etwa Teilproben von Rand- oder oberflächennahen Schichten in ihrer hygienischen Beschaffenheit vom Durchschnitt stark abweichen oder daß die

Keimgehalte von Silageproben während des Transportweges drastisch ansteigen können.

Literatur

- ADLER, A. (1993): Zur Beurteilung der mikrobiellen Qualität von Silagen. Bericht IAG-Jahrestagung. Berlin, 43-57
- ADLER, A. (1999): Discussion of an EFMO method for microbiological analysis and interpretation of silage quality. European Feed Microbiology Organisation, Proceedings. Leipzig, 8-12
- ADLER, A. (2002): Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. Bericht 8. Alpenländisches Expertenforum „Zeitgemäße Futterkonservierung“. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 17-25
- McDONALD, P., A.R. HENDERSON and S.J.E. HERON (1991): The biochemistry of silage. 2nd ed., Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK
- WOOLFORD, M.K. (1984): The Silage Fermentation. Microbiological Series, 14, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel