

(Aus dem Bundesamt für Agrarbiologie, Direktor: Hofrat Dipl.-Ing. Dr. J. Wimmer)

Dynamik der epiphytischen Mikroflora auf Grünlandpflanzen im Zusammenhang mit verschiedenen Düngungsvarianten

Von A. ADLER und H. LEW

(Mit 7 Abbildungen)

Zusammenfassung

Auf einem Grünlandstandort mit unterschiedlichen Düngungsvarianten sowie auf einer ungedüngten Dauerpflanzenfläche wurden während der Vegetationsperioden 1991 bis 1994 bzw. 1991 bis 1992 die Veränderungen des epiphytischen Keimbefalles untersucht.

Aerobe Bakterien, Schimmelpilze und Hefen sowie die Enterobakterien zeigten im Verlauf der Vegetationsperioden eine von Witterung und Düngungsvarianten weitgehend unabhängige dynamische Entwicklung, ihre Keimzahlen nahmen tendenziell mit dem Alter der jeweiligen Pflanzenbestände zu. Nur Pflanzen von Parzellen mit intensiver mineralischer Düngung wiesen im Verlauf des einer Düngung folgenden Aufwuchses einen geringfügig höheren Bakterienbefall auf.

Während sich der Mikroorganismenbefall verschiedener Pflanzen innerhalb eines Bestandes kaum unterschied, wiesen verschiedene Teile einzelner Pflanzen zumindest in einem frühen Entwicklungsstadium unterschiedlichen Keimbefall auf.

Nach Ausbringung von Wirtschaftsdüngern stiegen zunächst die Keimgehalte an Clostridiensporen, Coliformen und *E. coli* auf dem Grünfutter an. Im Laufe der einer Düngung folgenden Wochen reduzierten sich die Keimzahlen dieser Bakteriengruppen wieder beträchtlich, sodaß die Grünlandpflanzen zum Schnittermin nur geringen Befall mit Clostridiensporen, coliformen Keimen und *E. coli* aufwiesen.

Mistreste und, düngungsunabhängig, Grünlandböden stellen eine nachhaltige Quelle gärschädlicher Keime dar, vor allem ihre Gehalte an Clostridiensporen übertreffen den entsprechenden Befall des Grünfutters um ein Vielfaches.

Keimdichte und Gattungsspektrum der Milchsäurebakterien zeigten deutliche Reaktionen auf verschiedene Witterungseinflüsse und Düngungsvarianten sowie auf das unterschiedliche Vegetationsstadium der Grünlandpflanzen. Welche ökologischen Einflußfaktoren allerdings im einzelnen die starken Schwankungen insbesondere der Laktobazillen bewirken, bleibt noch durch weitere Untersuchungen zu klären.

Schlüsselworte: Grünfutter, Wirtschaftsdünger, Mikroflora, *Clostridium*, Milchsäurebakterien.

Seasonal changes of epiphytic micro-organisms on manured, NPK-fertilised and not fertilised forage

Summary

During the vegetation period of the years 1991–1994 and 1991–1992, respectively, changes of epiphytic micro-organisms were closely monitored on manured and NPK-fertilised forage and compared with a grassland plot without any fertilisation.

Counts of aerobic bacteria, of yeasts and moulds as well as of enterobacteria were apparently not affected by climatic factors or by manuring. Their numbers increased with plant age. Only plants from intensively NPK-fertilised plots showed slightly higher total counts of bacteria.

Numbers of bacteria and fungi on different plants of the same plot were quite similar. Though enumeration of micro-organisms on different plant parts showed varying counts at least in an early stage of their seasonal development.

As a result of manuring, the numbers of *Clostridium* spores, coliforms and *E. coli* increased on standing crop. Their numbers reduced with time, so that manured crops at the ensiling stage can be expected to show only small numbers of *Clostridium* spores, coliforms and *E. coli* originating from manure.

Grassland soils, independent of manuring, are natural habitats of silage spoilage organisms, especially the counts of *Clostridium* spores in soils exceed those of standing crops by far.

The flora of lactic acid bacteria varied in quantity as well as in composition of genera depending on different climatic factors and on manuring as well as on part and age of plants. Further ecological studies will be necessary in order to explain the high variability within the epiphytic lactic acid bacteria flora.

Key-words: Forage, manure, microflora, *Clostridium*, lactic acid bacteria.

1. Einleitung und Problemstellung

Der mikrobielle Keimbefall ist ein wesentliches Kriterium für Qualität und Fütterungstauglichkeit von Grünfütter und kann auch den Silierungsprozeß beeinflussen. Für die Beurteilung des Keimbefalles ist neben der Zahl der Mikroorganismen vor allem die Artenzusammensetzung der Mikroflora von Bedeutung.

Während Vorkommen und Vermehrung von Milchsäurebakterien (MS-Bakterien) erwünscht sind, da sie schließlich im Verlauf des Silierungsprozesses die Gärung tragen und rasch und nachhaltig konservierende Säure bilden sollen, werden neben Hefen und Schimmelpilzen vor allem die endosporenbildenden Bakterien der Gattungen *Bazillus* und *Clostridium* als gärschädlich eingestuft (BECK 1972, WOOLFORD 1984, McDONALD et al. 1991, MÜLLER et al. 1991, PAHLOW 1991, ZIMMER 1993). Die heterogene Gruppe der Enterobakterien, die aufgrund ihrer vielfältigen biochemischen Reaktionsfähigkeiten bezüglich ihrer Wirkung auf den Gärverlauf nicht generell als eindeutig vorteilhaft oder schädlich zu klassifizieren ist, kann auf den Pflanzen verschiedentlich schon zu Beginn der Vegetationsperiode Millionenzahlen erreichen (WEISE 1969, FEHRMANN und MÜLLER 1990). Die Gehalte der Enterobakterien übersteigen die Keimzahlen von MS-Bakterien in vielen Fällen um den Faktor 10^2 , mit dem Altern des Pflanzenbestandes kann ein stärkerer Anstieg der Keimzahlen von Enterobakterien verbunden sein als bei allen anderen Keimgruppen (ÖSTLING und LINDGREN 1991, PAHLOW 1991). Bazillen und Clostridien zählen zwar nicht zur üblichen epiphy-

tischen Mikroflora frischer Grünlandpflanzen, sie können aber bei der Ernte als Kontaminanten vom Boden ins Futter gelangen (WEISE und WERMKE 1973, WOOLFORD 1984, LINDGREN 1991), auch der Einsatz von Wirtschaftsdüngern kann die Zahl unerwünschter und gärschädlicher Mikroorganismen auf Futterpflanzen erhöhen (McDONALD et al. 1991, ÖSTLING und LINDGREN 1991).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die Mikroflora von Grünlandpflanzen ohne bzw. mit Wirtschafts- und Mineraldüngung untersucht. Besonderes Augenmerk galt der Frage nach der Dynamik der Keimzahlen im Verlauf der Vegetationsperiode, sowie am Versuchsstandort Scharfling dem Zusammenhang zwischen verschiedenen Düngungsvarianten und der entsprechenden mikrobiellen Qualität des Grünfutters. Dazu wurden neben der Gesamtkeimzahl der Besatz mit Enterobakterien und die Dynamik von Keimdichte und Gattungsspektrum der MS-Bakterien untersucht, von den gärschädlichen Mikroorganismen wurden die Keimzahlen von Hefen, Schimmelpilzen und Clostridien ermittelt.

2. Material

Grundlage der Untersuchung stellen je eine Produktionsfläche im Großraum Linz bzw. in Scharfling am Mondsee dar, der Beobachtungszeitraum erstreckte sich über die Vegetationsperioden 1991 und 1992 (Linz) bzw. 1991 bis 1994 (Scharfling).

Die Versuchsfläche Scharfling befindet sich im Landschaftsraum der Jungmoränen in extremer Nordstaulage mit durchschnittlichen Niederschlagsmengen von 1500 bis mehr als 1800 mm pro Jahr und durch den Mondsee mitbeeinflußter sehr hoher Luftfeuchtigkeit. Das Jahresmittel der Temperatur liegt bei 6 bis 8 °C. Der Bodentyp im zum See hin sehr flach verlaufenden Gebiet ist ein entkalkter Typischer Gley aus feinem und grobem, teilweise bis an die Oberfläche reichendem Material. Der Boden ist als feucht mit kleinen Naßstellen zu beschreiben, starker Grundwassereinfluß macht die Fläche schlecht befahrbar, sodaß der Standort im Gesamteindruck als gering- bis mittelwertiges Dauergrünland erscheint.

Die Versuchsfläche Linz liegt im öö. Zentralraum. Die Lage ist als trocken und warm bei, bedingt durch den Einfluß des Stadtgebietes, verminderter Auskühlung zu beschreiben. Das Jahresmittel der Temperatur liegt bei 8 bis 9 °C, das langjährige Jahresmittel der Niederschlagsmengen beträgt 800 bis 900 mm. Die Versuchsfläche liegt auf der Hochterrasse der Traun, der Bodentyp ist eine Lockersedimentbraunerde über Löß mit hoher Speicherkraft und mäßiger Durchlässigkeit. Die Fläche ist als gut zu befahrendes hochwertiges Grünland zu charakterisieren.

An beiden Standorten waren dichte, harmonische kräuter- und leguminosenreiche Pflanzenbestände entwickelt. Die Versuchsfläche Linz verblieb während des Untersuchungszeitraumes ungedüngt. In Scharfling wurde der Grünlandversuch mit unterschiedlichen Düngungsvarianten angelegt, auf jeweils ein ha bezogen erfuhren die Parzellen folgende Düngung:

1. ungedüngt
2. Mineraldünger, N/P/K entsprechend 100/100/150 kg/ha, ausgebracht in Form von Nitramoncal, Hyperphosphat und Kali 60 %
3. Jauche entsprechend 45 hl/ha, äquivalent zu ca. 1,5 GVE/ha
4. Stallmist entsprechend 150 dt/ha, äquivalent zu ca. 1,5 GVE/ha
5. kombinierte Düngung mit Jauche entsprechend 45 hl/ha, Stallmist entsprechend 150 dt/ha und Mineraldünger, N/P/K entsprechend 100/100/150 kg/ha.

Tabelle 1
Probenahme und Schnittermine

Schnittermine, Grünlandversuch Linz:					
1991:	27. Mai,	2. Juli,	13. August		
1992:	21. Mai,	25. Juni,	11. August		
Probenahme- und Schnittermine, Grünlandversuch Scharfling:					
Auf- wuchs	Probe	1991	1992	1993	1994
1	*)	—	13. 4.	13. 4.	11. 4.
	1	29. 4.	23. 4.	—	27. 4.
	2	13. 5.	5. 5.	4. 5.	8. 5.
	3	27. 5.	18. 5.	17. 5.	18. 5.
	4	11. 6. (1. Schnitt)	26. 5. (1. Schnitt)	1. 6. (1. Schnitt)	26. 5.
	5	—	—	—	6. 6. (1. Schnitt)
2	1	2. 7.	22. 6.	28. 6.	25. 7.
	2	18. 7.	6. 7.	12. 7.	11. 8. (2. Schnitt)
	3	31. 7.	20. 7.	26. 7.	—
	4	6. 8. (2. Schnitt)	27. 7. (2. Schnitt)	3. 8. (2. Schnitt)	—
3	1	2. 9.	25. 8.	31. 8.	15. 9.
	2	23. 9.	15. 9.	20. 9.	28. 9.
	3	16. 10.	—	12. 10.	16. 10.

) Diese zusätzliche Probenahme erfolgte in den Jahren 1992, 1993 und 1994 jeweils unmittelbar vor Ausbringung der Wirtschaftsdünger (1/, Abb. 2). Vom ersten Aufwuchs 1993 wurden wegen Schlechtwetters nur drei Proben gezogen.

Im Jahr 1993 konnten Parzellen mit ausschließlicher Jauchedüngung sowie mit ausschließlicher Stallmistdüngung nicht ausgewertet werden, an ihrer Stelle wurden Parzellen mit kombinierter Düngung entsprechend 45 hl/ha Jauche und 150 dt/ha Stallmist untersucht.

Die Mineraldünger wurden in Form einer Startdüngung im März jedes Jahres ausgebracht, die Ausbringung der Wirtschaftsdünger erfolgte Mitte April mit praxisüblichen Geräten. Die Parzellen unterschiedlicher Düngung hatten eine Größe von 10 × 8 m und lagen in je drei Wiederholungen vor. Die Versuchsfelder wurden praxisüblich zu drei (Linz) bzw. zwei (Scharfling) Schnitterminen gemäht (vgl. Tab. 1), der dritte Aufwuchs in Scharfling wurde für eine laufende Verfütterung etappenweise gemäht. Zur Probenahme wurden aus dem stehenden Bestand jeder Variante 5 bis 7 cm über dem Erdboden jeweils zweimal ca. 300 g Frischmaterial von Hand geschnitten und unverzüglich zur mikrobiologischen Untersuchung ins Labor transportiert. Die Bodenproben wurden, nachdem Pflanzenmaterial und -rückstände von der Oberfläche entfernt worden sind, mittels eines Probenstechers aus der obersten Bodenschicht bis maximal 5 cm Tiefe entnommen, je Parzelle erfolgten 12 bis 15 Einstiche. Die Probenahme bei den Wirtschaftsdüngern erfolgte alljährlich anlässlich der Ausbringung entweder von verschiedenen Stellen des Düngerstreuers bzw. direkt vom Jauchefaß. Jeweils zwei Mischproben, zusammengesetzt aus bis zu zehn Einzelproben, wurden untersucht.

3. Methoden

Grundsätzlich wurden Standardmethoden für mikrobiologische Untersuchungen (ALVA 1983) angewendet, im folgenden angeführte Ergebnisse beziehen sich auf die Frischmasse der untersuchten Proben. Vor der Untersuchung der

Grasproben wurden jeweils ca. 200 g des Materials auf 2 bis 5 cm Länge zerschnitten. Jeweils 40 g Probenmaterial wurden mit 360 ml gepufferter Pepton-NaCl-Lösung im Stomacher suspendiert, mit der gleichen Lösung wurde die Verdünnungsreihe hergestellt.

Die zum Erfassen der unterschiedlichen Keimgruppen verwendeten Nährmedien sowie die entsprechenden Kulturbedingungen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Die untere Erfassungsgrenze lag für die Keimzahl der aeroben Bakterien bei 10^5 KBE/g FM (KBE = kolonienbildende Einheit, FM = Frischmasse), für Enterobakterien bei 10^3 KBE/g FM sowie für MS-Bakterien, Clostridien, Schimmelpilze und Hefen bei 10^2 KBE/g FM. Für gasbildende coliforme Keime und *E. coli* wurde die MPN (= most probable number) anhand der von DEMAN (1983) angegebenen Tabellenwerte bestimmt.

- Auf IAG-Bakterienagar (SCHMIDT et al. 1981) wurde eine Gesamtkeimzahl der unter aeroben Bedingungen kolonienbildenden Bakterien ohne Berücksichtigung fakultativ auftretender MS-Bakterien im Oberflächenverfahren ermittelt.
- Milchsäurebakterien wurden als Gruppe der verschiedenen homo- und heterofermentativen Stäbchen und Kokken erfaßt. Nach der Keimzählung wurden von einem Teil der Proben MS-Bakterienkulturen isoliert und durch fraktionierten Ausstrich auf MRS-Agar als Reinkultur dargestellt, die Gasbildung wurde in MRS-Bouillon geprüft. Die Gattungszuordnung erfolgte nach Bergey's Manual (SNEATH et al. 1986).
- Die Zählung der Clostridiensporen wurde nach der in Tabelle 2 beschriebenen, auf JONSSON (1990) basierenden, Untersuchungsmethodik durchgeführt.
- Die in Tabelle 2 angeführte Untersuchungsmethode für coliforme Bakterien und *E. coli* folgte dem Nährbodenhandbuch von MERCK (1992): Der Nachweis der Anwesenheit von *E. coli* erfolgte mittels Fluoreszenz im UV-Licht, zur Bestätigung des Befundes wurde eine positive Indolprobe herangezogen. Gas im Gärröhrchen wies auf *E. coli* und/oder andere coliforme Bakterien hin.
- Die Pilzkeimzahlen wurden auf IAG-Pilzagar (SCHMIDT et al. 1981) im Oberflächenverfahren ermittelt (vgl. Tab. 2). Zum Teil erfolgte zur Bestimmung eine Reinkultivierung der Schimmelpilze auf SNA-Medium (NIRENBERG 1976). Die Identifizierung der Fusarien isolate erfolgte nach NIRENBERG (1989).

Tabelle 2

Erfassung verschiedener Keimgruppen der mikrobiellen Epiphytenflora

Keimgruppen	Nährmedium	Kulturbedingungen
1. Bakterien, aerob:	IAG-Bakterienagar	4 Tage, 30 °C, aerob
2. Enterobakterien:	Violet-Red Bile Glucose Agar (Oxoid)	1 Tag, 37 °C, aerob
3. MS-Bakterien:	MRS-Agar (Merck) supplementiert mit 0,5 g/l gepulvertem Kalk	5 Tage, 30 °C, anaerob BBL Gas Pack-System
4. Clostridiensporen:	RCM-Agar (Oxoid) supplementiert mit 0,20 g/l D-Cycloserin 0,05 g/l Neutralrot	Probenerhitzung: 20 min, 75 °C Inkubation: 5 Tage, 30 °C, anaerob BBL Gas Pack-System
5. Schimmelpilze und 6. Hefen:	IAG-Pilzagar	7 Tage, 28 °C, aerob
7. Coliforme und 8. <i>E. coli</i> :	Fluorocult BRILA- Bouillon (Merck)	1 Tag, 37 °C, aerob MPN-Ansatz mit Gärröhrchen

4. Ergebnisse und Diskussion

Die quantitative Entwicklung der Bakterien- und Pilzkeimzahlen im Verlauf der Vegetationsperioden 1991 und 1992 ist für den Standort Linz in Abbildung 1 dargestellt.

Der Verlauf des Mikrobenbesatzes läßt eine deutliche Abhängigkeit vom Alter des jeweiligen Aufwuchses erkennen: Unbeeinflußt von den hohen Keimgehalten in den überwinterten Horsten wies der junge Pflanzenbestand des ersten Aufwuchses zunächst nur geringen Besatz mit Mikroorganismen auf, in der folgenden Wachstumsphase stiegen die Keimzahlen an.

In der einem Schnitt folgenden Wachstumsphase der Grünlandpflanzen wiederholte sich jeweils die Vermehrung der Mikroorganismen auf teilweise höherem Niveau. Gegen Ende der Vegetationsperioden erreichte der Keimbesatz schließlich wieder nahezu die hohen Werte des alten überwinterten Bestandes.

Die Bakterienflora sämtlicher Proben wurde durchwegs von Gram-negativen Keimgruppen wie Pseudomonaden und epiphytischen Enterobakterien, wie etwa *Erwinia*, dominiert. Bei den Pilzen waren Coelomyceten, wie *Phoma* und *Ascochyta*, vorherrschend.

In diesen Ergebnissen spiegelt sich die Schwächung der Pflanzen mit dem Alter, aber vor allem der erhöhte Infektionsdruck seitens der Biosphäre mit fortschreitender Vegetationszeit wider. Wenn Grundfutter in einem relativ jungen morphologischen und physiologischen Entwicklungszustand geerntet wird („Qualitätsreife“), ist der Grad der Bakterienkontamination oder der Verpilzung in der Regel noch eher gering (CAMPBELL 1985, PAHLOW 1991, LEW 1993, BUCHGRABER et al. 1994).

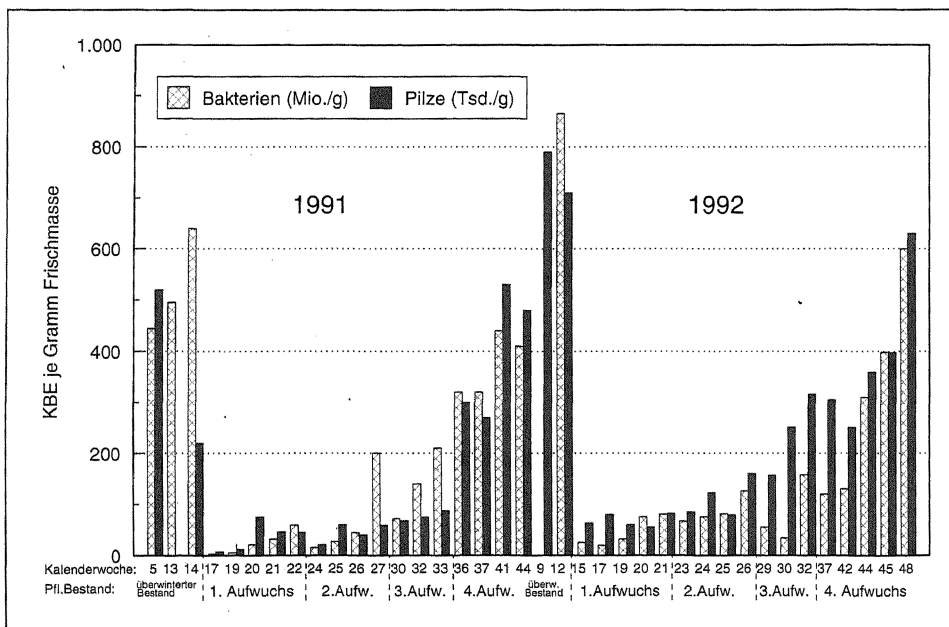


Abb. 1: Epiphytischer Keimbesatz im Verlauf der Vegetationsperioden 1991 und 1992, Linz

Neben dem Vegetationsstadium der Pflanzen hat auch die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes weitgehenden Einfluß auf den Mikroorganismenbesatz des Grünfutters.

So bewirkt ein einseitiger Bestand an Obergräsern eine dichte Vegetationsdecke, mit der die Konvektionsströmungen abgedämmt, Beschattung und relative Luftfeuchtigkeit unterhalb der Vegetationsdecke erhöht sowie die Abwascheffekte verringert werden (CAMPBELL 1985, LENGAUER 1993, BUCHGRABER et al. 1994). Auch deshalb sollte im Grünland ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Ober- und Untergräsern angestrebt werden.

Tabelle 3

Epiphytischer Keimbesatz auf Futtergräsern und Rotklee sowie auf verschiedenen Pflanzenteilen zum Rispenschieben bzw. zur Blüte, 1991

Mikroorganismen-Gruppe	Glatthafer log KBE/g FM	Wiesenrispe log KBE/g FM	Knautgras log KBE/g FM	Rotklee log KBE/g FM
Bakterien, aerob:	7,2	7,3	7,2	7,4
MS-Bakterien:	2,8	3,1	2,9	2,8
Pilze, gesamt:	4,5	4,9	4,3	4,7

Glatthafer Pflanzenteil	Mikroorganismen- Gruppe	Entwicklungsstadium der Pflanzen:	
		Rispenschieben log KBE/g FM	Blüte log KBE/g FM
obere Pflanzenteile	Bakterien, aerob:	6,9	8,3
obere Halmteile, Blattscheiden, Blätter, sowie ggf. Blütenstände	MS-Bakterien:	2,7	4,4
	Pilze, gesamt:	4,0	4,9
untere Pflanzenteile	Bakterien, aerob:	7,8	8,1
untere Halmteile, Blattscheiden, abgestorbenes Pflanzenmaterial in Bodennähe	MS-Bakterien:	3,2	4,9
	Pilze, gesamt:	4,9	5,4

1991 wurde am Standort Linz von drei Gräsern, Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), Wiesenrispe (*Poa pratensis*) und Knautgras (*Dactylis glomerata*) und von Rotklee (*Trifolium pratense*) der Bakterien- und Pilzbesatz zum Stadium des Rispenschiebens bestimmt, desgleichen wurden verschiedene Teile von Glatthaferpflanzen untersucht. Dabei unterschied sich der Mikroorganismenbesatz der verschiedenen Pflanzen innerhalb eines gesunden, ausgewogenen Bestandes kaum. Die verschiedenen Teile einzelner Pflanzen dagegen wiesen zumindest in einem frühen Entwicklungszustand unterschiedlichen Keimbesatz auf (vgl. Tab. 3). MORAN et al. (1991) untersuchten die Verteilung der MS-Bakterienflora bei *Lolium perenne* und stellten bei generell höheren Keimzahlen die meisten Bakterien am abgestorbenen Pflanzenmaterial an der Grasbasis, an den unteren Stengelteilen sowie an den Blütenständen fest, die Blätter wiesen den geringsten Besatz auf.

Am Versuchsstandort Scharfling wurde in allen Vegetationsperioden tendenziell dieselbe dynamische Entwicklung der Bakterienkeimzahlen am Grünfutter festgestellt, wie sie für den Standort Linz beschrieben wurde (vgl. Abb. 2).

Der Pflanzenbestand von Parzellen mit (zusätzlicher) mineralischer Düngung reagierte auf die intensive Versorgung mit (Ammoniak-)Stickstoff nicht nur mit einem deutlichen Wachstumsschub, diese Varianten wiesen regelmäßig im Verlauf des der Düngung folgenden ersten Aufwuchses einen geringfügig höheren Bakterienbesatz auf (vgl. Abb. 2).

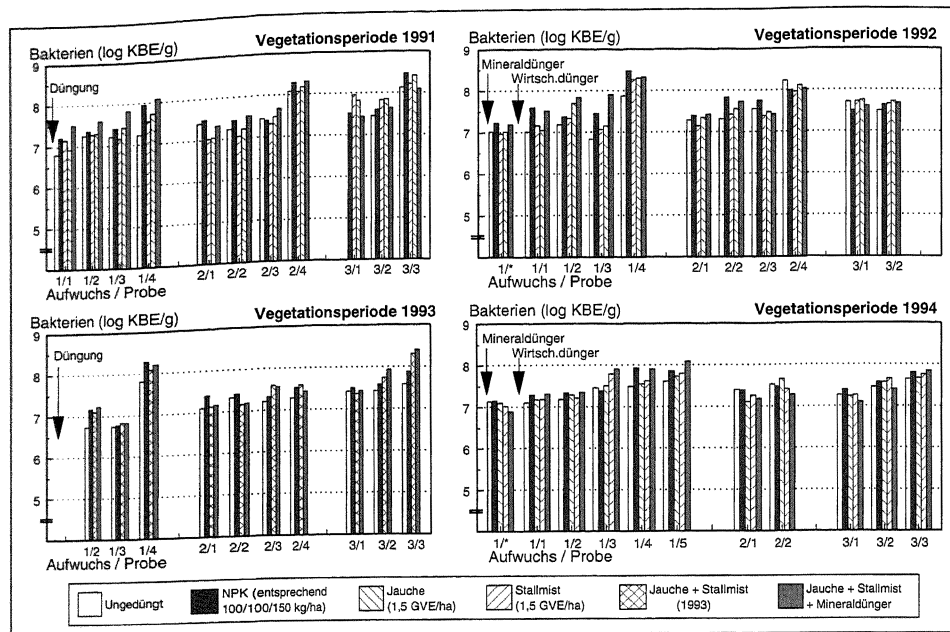


Abb. 2: Epiphytischer Bakterienbesatz von Grünfutter im Jahresverlauf im Zusammenhang mit verschiedenen Düngungsvarianten, Scharfling 1991 bis 1994

Qualität und Quantität der Exsudation an Pflanzenoberflächen werden nachhaltig vom Ernährungszustand der Wirtspflanzen beeinflusst (DICKINSON 1976).

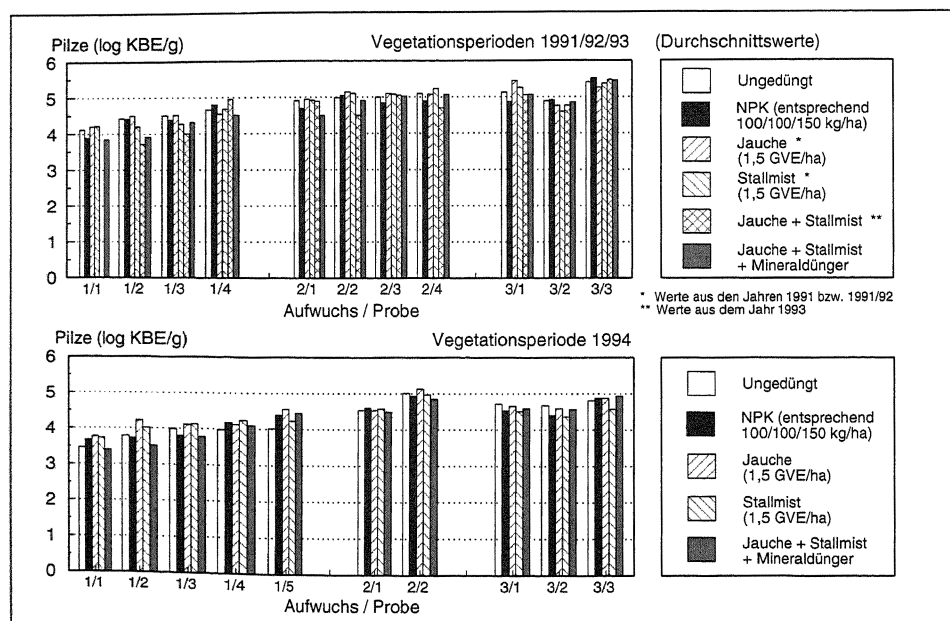


Abb. 3: Epiphytischer Pilzbesatz von Grünfutter im Jahresverlauf im Zusammenhang mit verschiedenen Düngungsvarianten, Scharfling 1991 bis 1994

Der massive Einsatz von unmittelbar wirksamem Stickstoff sorgt für eine (zu) reichliche Ernährung der Pflanzen und kann somit eine verstärkte Exsudation ihrer Inhaltsstoffe bewirken (CAMPBELL 1985), wodurch diese dem mikrobiellen Zugriff in erhöhtem Maße preisgegeben werden und eine intensive Vermehrung der Bakterien auf den Pflanzenoberflächen zur Folge haben.

Abbildung 3 zeigt die am Versuchsstandort Scharfling im Zusammenhang mit den verschiedenen Düngungsvarianten ermittelten Pilzkeimzahlen als Durchschnittswerte aus den Vegetationsperioden 1991 bis 1993. Die Entwicklung im Verlauf der von einem außerordentlich heißen und trockenen Sommer geprägten Vegetationsperiode 1994 wurde gesondert dargestellt, um den unterschiedlichen Einfluß dieser Witterungsbedingungen auf Bakterien und Pilze darstellen zu können. Im Gegensatz zu den Bakterien waren bei den Pilzen weder jahrgangs- noch düngungsbedingte Einflüsse feststellbar, die bereits für den Standort Linz beschriebene Dynamik der Keimzahlen war tendenziell wieder zu erkennen.

Unabhängig von den pflanzenbaulichen Einflußfaktoren wurde auf fast allen Grasproben sowohl aus Scharfling als auch aus Linz eine ähnliche Gattungs- und Artenzusammensetzung der Pilzflora festgestellt (vgl. Tab. 4).

Tabelle 4

Epiphytische Pilzflora auf Grünfutter

Pilzgruppe	regelmäßiger prozentualer Anteil an der Pilzflora
Hefen	bis 20 %
Hyphomyceten	
<i>Cladosporium</i> spp.	bis 30 %
<i>Acremonium</i> spp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Aureobasidium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Ulocladium</i> spp., <i>Verticillium</i> spp., andere Hyphomyceten	bis 15 % bis 15 %
Coelomyceten	
<i>Phoma</i> spp., <i>Ascochyta</i> spp. andere Coelomyceten	bis 90 % bis 40 %

Neben Hefen traten regelmäßig Spezies aus verschiedenen Gattungen der Hyphomyceten wie *Acremonium*, *Aureobasidium*, *Cladosporium* oder *Verticillium* auf. Fusarien hatten einen regelmäßigen prozentualen Anteil von 1 bis 10 % (maximal etwa 15 %) an der gesamten Pilzflora, in Scharfling wurde fast ausschließlich eine einzige Art, *F. avenaceum*, nachgewiesen, am Standort Linz kamen zusätzlich eine Reihe weitere Arten wie *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. poae*, *F. culmorum*, *F. cerealis*, *F. oxysporum* und andere vor.

Ungleich häufiger wurden Coelomyceten nachgewiesen, *Phoma* und *Ascochyta* erwiesen sich als wichtigste, die Schimmelpilzflora nahezu sämtlicher Grünlandbestände dominierende Gattungen. Zwischen verschiedenen Probenahmeterminen, Düngungsvarianten oder Pflanzenarten bestanden aber gerade bei den Coelomyceten doch wesentliche Unterschiede auf Gattungs- und Artniveau, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch nicht näher untersucht werden konnten.

Die nachgewiesenen Schimmelpilzgattungen leben auf den Pflanzen in unterschiedlichsten Sukzessionen durchwegs saprophytisch oder höchstens schwach parasitisch, nur in Schwächephasen oder aufgrund von Winterschä-

den können sie im Zusammenhang mit der Besiedelung von alterndem oder verletztem Gewebe auch die Wirtspflanzen infizieren (ARSVOLL 1975, DICKINSON 1976, CAMPBELL 1985).

LATCH und MCKENZIE (1977) beschreiben eine saisonale Dynamik der Verpilzung von Raygrasbeständen in Wales, wobei sie *Phoma* spp., gefolgt von *Acremonium* spp. und *Cladosporium* spp. als verbreitetste Pilzgattungen angeben, jeweils mit höchsten Keimzahlen in Sommer und Herbst. CAMPBELL (1985) findet die höchsten Pilzkeimzahlen auf alternden Pflanzen im Herbst und bestätigt diese alljährliche Keimzahldynamik durch zusätzliche Untersuchungen des Mycelwachstums. FEHRMANN und MÜLLER (1990) konnten einen nennenswerten Besatz durch Hefen und Schimmelpilze erst in Grünfütter des zweiten und dritten Aufwuchses feststellen, wo letztlich hohe und konstante Keimzahlen erreicht wurden.

Wie die Entwicklung der Gesamtkeimzahlen (vgl. Abb. 2 und 3) im Verlauf der trockenen heißen Sommermonate des Jahres 1994 zeigt, verfügen die Pilze, verglichen mit den Bakterien, über bessere Möglichkeiten, ungünstige Umweltfaktoren aktiv zu überstehen:

Verschiedene Strategien, wie die Ausbildung von Mikrosklerotien oder von dickwandigen Hyphen, erhöhen die Widerstandsfähigkeit von Pilzen gegenüber Austrocknung, Nährstoffmangel oder Temperaturstreß, dunkel pigmentiertes Mycel – etwa bei *Cladosporium*, *Alternaria*, *Phoma* u. a. – bedeutet einen zusätzlichen Schutz vor schädigender UV-Strahlung (DICKINSON 1976, CAMPBELL 1985).

Die Gesamtkeimzahlen der aeroben Bakterien sowie der Hefen und Schimmelpilze auf dem Grünfütter reagierten kaum auf den Keimgehalt der auf die Versuchsfläche ausgebrachten Wirtschaftsdünger (vgl. Tab. 5):

Tabelle 5

Bakterien- und Pilzbesatz von Wirtschaftsdünger, Durchschnittswerte Scharfling

Mikroorganismen-Gruppe	log KBE/g Frischmasse	
	Jauche	Stallmist
Bakterien, aerob:	7,4–8,3	8,1–9,3
Enterobakterien:	3,7–4,7	4,7–6,0
MS-Bakterien:	4,4–5,3	4,3–5,4
Clostridiensporen:	3,0–4,6	3,7–4,8
Coliforme (log MPN):	2,9–4,5	3,9–5,0
<i>E. coli</i> (log MPN):	2,9–3,3	3,4–4,1
Schimmelpilze, Hefen:	3,7–4,1	4,0–5,3

Obwohl beispielsweise mit der Stallmistdüngung Bakterien zum Teil in Milliardenzahlen ausgebracht wurden, überstieg der Bakterienbesatz (Gesamtkeimzahl) entsprechend gedüngter Parzellen den der Mineraldüngervariante zum Zeitpunkt der folgenden Probenahme nicht oder höchstens geringfügig (vgl. Abb. 2). HISLOP (1976) berichtet dagegen neben drastischen Verschiebungen im Gattungsspektrum der bakteriellen und pilzlichen Mikroflora von einem rapiden Anstieg der Keimdichte auf Blattoberflächen als Folge einer Harnstoffausbringung.

Im Gegensatz zu den ermittelten Gesamtkeimzahlen reagierten allerdings einzelne Bakteriengruppen deutlich auf die unterschiedliche Art der Düngung, ihre Keimzahlen zeigten in allen drei Untersuchungsperioden (1992 bis 1994) eine tendenziell gleichlaufende Entwicklung. Anhand der Ergebnisse aus der

Tabelle 6

Einfluß der Düngung auf das Vorkommen ausgewählter Bakteriengruppen auf Grünlandpflanzen, Scharfling 1992

Bakteriengruppe	Düngung*)	log KBE/g Frischmasse				
		vor Wirtsch.- Düngung 13. 4.	23. 4.	nach Ausbringen der Wirtschaftsdünger 5. 5. 19. 5. 26. 5.		
Enterobakterien	ungedüngt	<2,7	3,8	3,3	5,4	5,3
	Mineraldünger	3,4	3,3	4,4	5,1	6,6
	Jauche	3,3	3,0	4,2	4,0	6,3
	Stallmist	<2,7	3,6	5,5	4,6	5,4
	kombiniert	3,5	4,0	4,7	5,2	5,5
Clostridiensporen	ungedüngt	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	Mineraldünger	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	Jauche	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	Stallmist	<1,7	3,0	2,7	2,0	1,7
	kombiniert	<1,7	3,0	2,7	2,2	<1,7
Coliforme log MPN	ungedüngt	0,9	1,6	<0,1	<0,1	<0,1
	Mineraldünger	0,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Jauche	0,9	1,4	1,4	0,5	0,9
	Stallmist	1,4	2,7	3,0	0,8	1,2
	kombiniert	1,4	3,0	3,1	1,0	1,2
<i>E. coli</i> log MPN	ungedüngt	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Mineraldünger	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Jauche	0,6	1,3	<0,1	<0,1	<0,1
	Stallmist	<0,1	1,4	1,4	<0,1	0,9
	kombiniert	<0,1	1,3	1,2	0,5	0,4

*) Ausbringung der Wirtschaftsdünger am 13. 4. unmittelbar nach der Probenahme
kombiniert: Parzellen mit Jauche-, Stallmist- und zusätzlicher Mineraldüngung.

Vegetationsperiode 1992 wird im folgenden der Einfluß verschiedener Düngungsvarianten auf das Vorkommen ausgewählter Bakteriengruppen von Grünlandpflanzen und -böden aufgezeigt.

Aus Tabelle 5 ist abzulesen, daß sich der Besatz der Pflanzen mit Enterobakterien nahezu unabhängig von der Düngung mit dem fortschreitenden Alter des ersten Aufwuchses dynamisch entwickelt. Dagegen hatten Jauche- und Stallmisdüngung sowohl auf den Grünlandpflanzen als auch im Boden (vgl. Tab. 5 und 6) einen Anstieg der Keimgehalte an coliformen Keimen und *E. coli* zur Folge, Stallmisdüngung bewirkte einen höheren Besatz der Futterpflanzen mit Clostridiensporen. Im Laufe der einer Düngung folgenden Wochen reduzierten sich die Zahlen dieser Keimgruppen wieder beträchtlich. Wahrscheinlich aus dem Dünger stammende *E. coli* überlebten jedoch zumindest teilweise sechs Wochen auf den Pflanzen, ihr Anteil an der Gesamtzahl der Enterobakterien verringerte sich gleichzeitig aber drastisch.

In den Grünlandböden von Scharfling waren etwa fünf Wochen nach der Düngerausbringung keine nennenswerten Unterschiede mehr zwischen den Varianten zu erkennen (vgl. Tab. 7).

Düngungsunabhängig stellen die Grünlandböden eine nachhaltige, schier unerschöpfliche Quelle gärschädlicher Keime dar, vor allem die Gehalte an Clostridiensporen übertreffen den entsprechenden Besatz des Grünfutters um ein Vielfaches (vgl. Tab. 5 und 6).

Obwohl die Grünlandpflanzen zum Zeitpunkt der Einsilierung nur geringen Besatz mit – aus den Wirtschaftsdüngern stammenden – Clostridiensporen, Co-

Tabelle 7

Einfluß der Düngung auf das Vorkommen ausgewählter Bakteriengruppen in Grünlandböden, Scharfling 1992

Bakteriengruppe	Düngung*)	log KBE/g Frischmasse				
		vor Wirtsch.- Düngung 13. 4.	23. 4	5. 5.	19. 5.	26. 5.
Enterobakterien	ungedüngt	4,2	4,0	4,3	4,6	5,3
	Mineraldünger	4,1	3,8	4,8	5,1	5,4
	Jauche	4,0	4,3	4,4	4,4	5,3
	Stallmist	4,2	4,3	4,4	5,2	5,4
	kombiniert	4,3	4,4	4,6	5,3	5,6
Clostridiensporen	ungedüngt	4,7	5,0	4,2	4,5	4,2
	Mineraldünger	3,6	4,9	4,4	4,6	4,4
	Jauche	4,5	5,1	5,0	4,9	4,6
	Stallmist	4,4	5,0	4,4	5,0	4,4
	kombiniert	4,1	5,0	4,5	4,8	4,7
Coliforme log MPN	ungedüngt	2,0	2,4	2,1	2,0	2,0
	Mineraldünger	1,6	2,0	1,7	1,7	2,0
	Jauche	2,4	3,0	2,4	1,7	2,1
	Stallmist	2,2	4,2	3,1	2,4	2,6
	kombiniert	2,6	4,4	3,0	3,2	2,5
<i>E. coli</i> log MPN	ungedüngt	0,8	1,4	0,9	1,4	1,6
	Mineraldünger	1,0	1,4	0,9	1,6	1,0
	Jauche	1,1	1,6	0,9	0,9	1,6
	Stallmist	1,3	2,9	1,2	1,6	1,6
	kombiniert	1,9	3,4	2,6	1,2	1,7

*) Ausbringung der Wirtschaftsdünger am 13. 4. unmittelbar nach der Probenahme kombiniert: Parzellen mit Jauche-, Stallmist- und zusätzlicher Mineraldüngung.

liformen und *E. coli* aufweisen (vgl. Tab. 5), können beim Erntevorgang entsprechende bodenbürtige Bakterien in das Grünfutter eingebracht werden (WOOLFORD 1984, ÖSTLING und LINDGREN 1991, LINDGREN 1991, McDONALD et al. 1991, ZIMMER 1993).

Zu der in ihren biochemischen Reaktionsfähigkeiten sehr differenzierten Gruppe der Enterobakterien zählen auch heterofermentative Säurebildner, die laut WEISE (1969) als nicht gärschädlich anzusehen sind. Nach schnellem Erreichen eines anaeroben Zustandes im Silo haben aber Enterobakterien einschließlich der coliformen Keime unabhängig von ihrer Ausgangskeimzahl letztlich nur wenig Einfluß auf die Gärfutterqualität, wie MÜLLER et al. (1991) feststellten.

Mit einer Verschmutzung des Futters beim Schnitt gelangen neben unerwünschten Enterobakterien vor allem Clostridien in den Futterstock, stärkere Verschmutzung des Futters führt zu geringerer Energiedichte sowie zu vermehrter Buttersäuregärung in der Silage. Gelangen Clostridien in Käse- und Milch, können sie später ein großes Problem bei der Käse- und Milchreife darstellen. Damit nicht verstärktes Verschmutzungsrisiko entsteht, sollte die Schnitthöhe beim Grünland bei 5 bis 7 cm liegen, auch sollte das Haftwasser zur Mahd abgetrocknet sein (WILHELM 1991, BUCHGRABER und RESCH 1993, BUCHGRABER et al. 1994). Auch Vorwelken des Siliergutes trägt zu einer Verbesserung der Silagequalität bei, die Vermehrung der auf Grünfutter ohnehin vorwiegend im Sporenstadium vorliegenden Clostridien wird aufgrund des höheren osmotischen Drucks gehemmt, und vor allem erhalten die wichtigen MS-Bakterien auf-

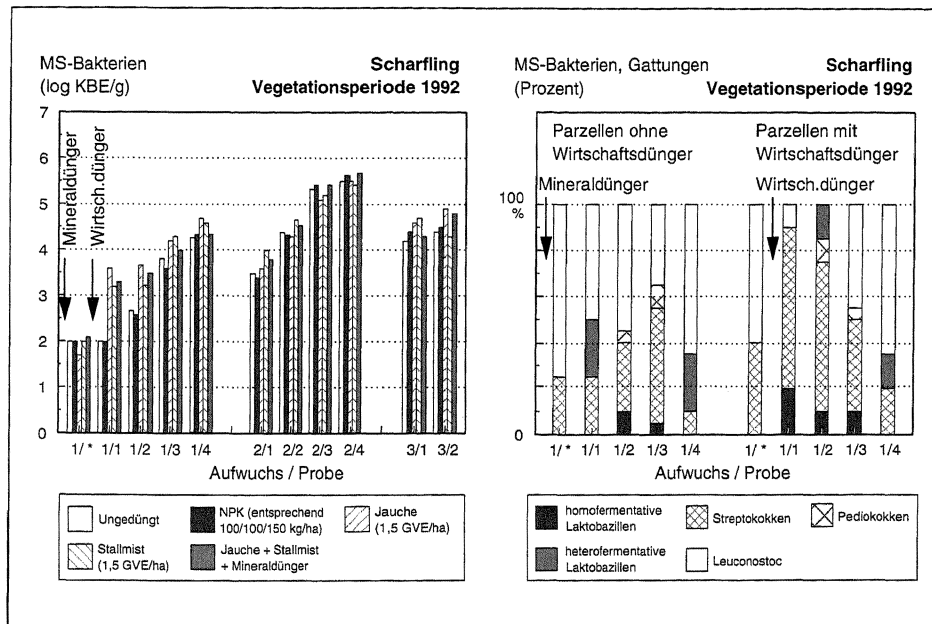


Abb. 4 Keimzahlverlauf und Gattungsspektrum epiphytischer MS-Bakterien im Zusammenhang mit verschiedenen Düngungsvarianten, Scharfling 1992

grund ihrer etwas höheren Trockenheitstoleranz einen Startvorteil für den folgenden Gärverlauf (WEISE 1969, WOOLFORD 1984, McDONALD et al. 1991).

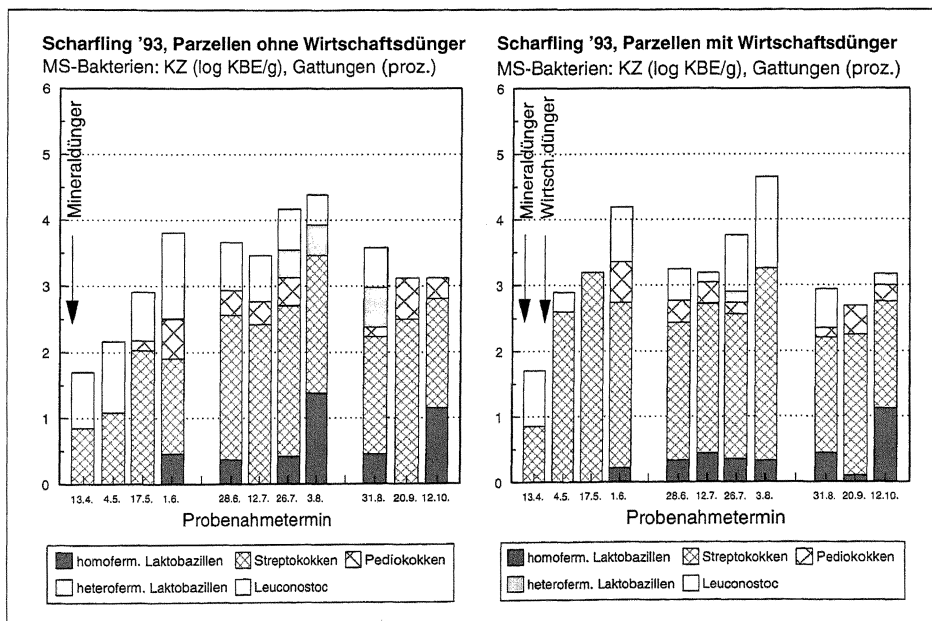


Abb. 5: Keimzahlverlauf und Gattungsspektrum epiphytischer MS-Bakterien im Zusammenhang mit verschiedenen Düngungsvarianten, Scharfling 1993

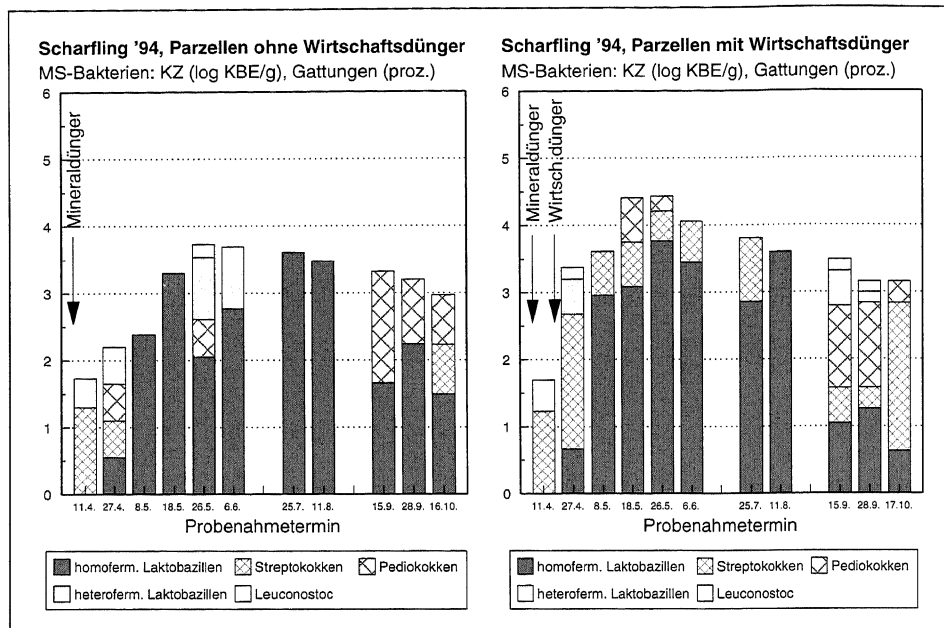


Abb. 6: Keimzahlverlauf und Gattungsspektrum epiphytischer MS-Bakterien im Zusammenhang mit verschiedenen Düngungsvarianten, Scharfling 1993

Die epiphytische Milchsäurebakterien-Flora ist natürlich in erster Linie im Zusammenhang mit einer Silierung des Grünfutters von Interesse, da die Qualität einer Silage schließlich sehr eng mit den im Siliergut eingebrachten MS-Bakterien und deren Stoffwechselaktivitäten und -leistungen in Verbindung steht (WOOLFORD 1984, DELLAGLIO 1985, McDONALD et al. 1991).

Die Keimzahldynamik der Milchsäurebakterien zeigte in allen drei Untersuchungsperioden grundsätzliche Ähnlichkeit: Aus den Abbildungen 4, 5 und 6 geht hervor, daß sich die Keimzahlen innerhalb kurzer Zeit nach Ausbringung von Wirtschaftsdüngern mehr als verzehnfachten, während Pflanzen von Parzellen ohne Wirtschaftsdünger zunächst nahezu unveränderten Besatz aufwiesen. Nach der anfänglichen Verzögerung stiegen aber auch die Keimzahlen dieser Varianten stark an, sodaß etwa zum Zeitpunkt des ersten Schnittes die Etablierung einer stabilen Milchsäurebakterien-Population gewährleistet und die Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten relativ ausgeglichen erschienen. Ende Mai 1994 war allerdings im Vergleich zu den Vegetationsperioden 1992 und 1993, in deren Verlauf die Milchsäurebakterien etwa Ende Juli bis Mitte August ihr Keimzahlmaximum erreichten, ein augenfälliger Bruch in der bis zu diesem Zeitpunkt dynamischen Entwicklung der MS-Bakterien festzustellen, der mit einem Kälteeinbruch und Tageshöchsttemperaturen von nur 7 °C zusammenfiel (vgl. Abb. 7). Mit dem in den folgenden Wochen einsetzenden ungewöhnlich heißen und trockenen Sommerwetter kam ein dynamischer Vermehrungsprozeß nicht wieder in Schwung.

Diese offensichtlichen Witterungseinflüsse auf die Entwicklung der MS-Bakterien werden von Beobachtungen anderer Autoren bestätigt: WEISE und WERMKE (1973) fanden, daß MS-Bakterien mäßig warmes, überwiegend bedecktes Wetter mit hoher Luftfeuchtigkeit, bevorzugen. FEHRMANN und MÜLLER (1990) konnten in ihrer Untersuchung feststellen, daß die Milchsäurebakterien-

Populationen erst bedeutende Keimdichten erreichten, als die Tagestemperatur während mehrerer zusammenhängender Tage 20 °C überschritt.

Auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zeigte sich, daß einer massiven Vermehrung der MS-Bakterien bei ausreichender Feuchtigkeit zumeist mindestens drei wärmere Tage, deren Mittagstemperaturen eine Summe von 50 °C überstieg, vorangingen.

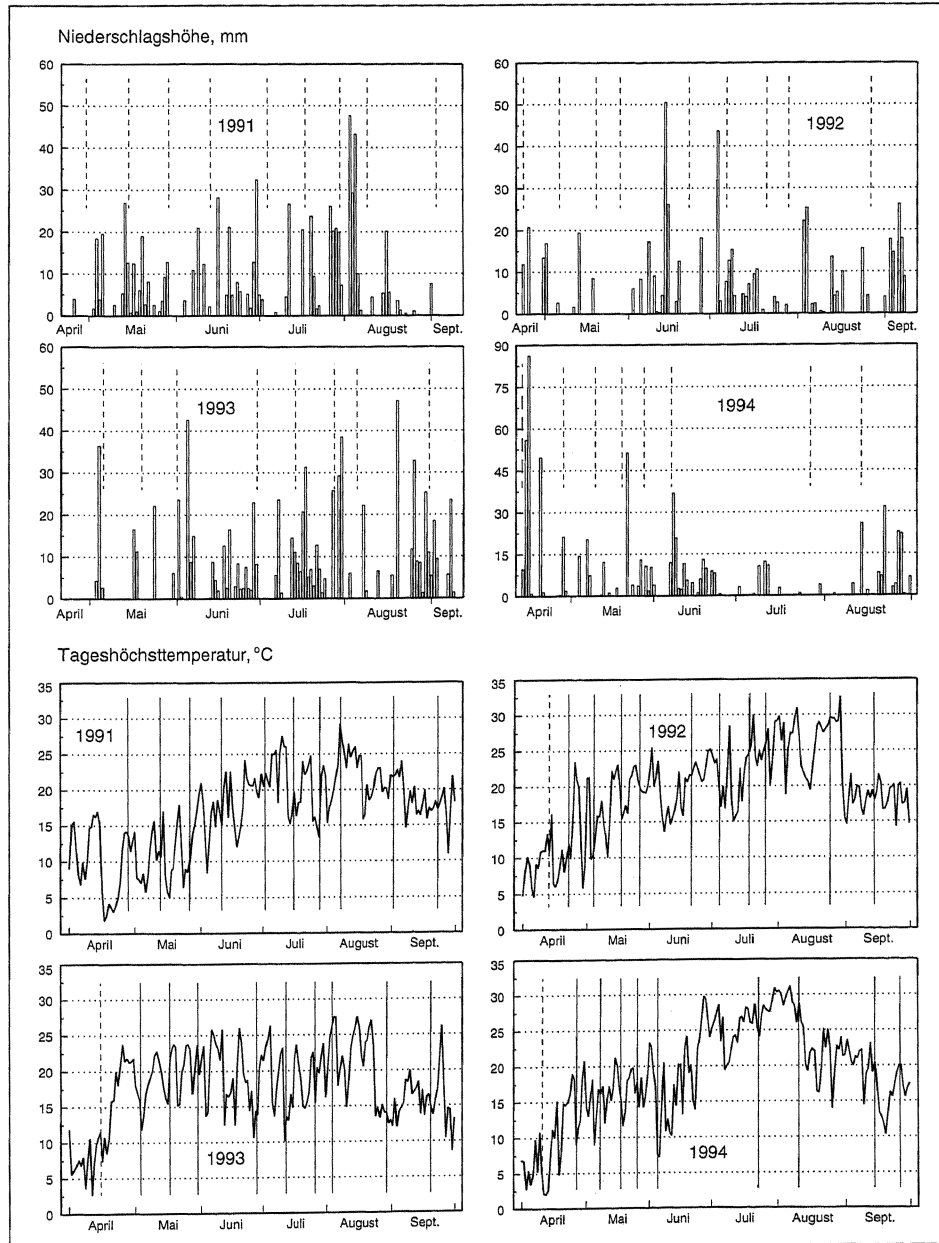


Abb. 7: Klimadaten von Scharfling, Vegetationsperioden 1991 bis 1994

Dynamisch wie in ihrer Keimdichte zeigte sich die Gruppe der MS-Bakterien in den untersuchten Vegetationsperioden auch in ihrer Gattungszusammensetzung (vgl. Abb. 4, 5 und 6): Vor allem zu Beginn und während des ersten Aufwuchses scheinen mit dem Stallmist auf die Pflanzen gebrachte Enterokokken die Streptokokken-Populationen geprägt zu haben. Während der Vegetationsperiode 1994 wurde die Flora der MS-Bakterien schließlich überwiegend von Laktobazillen bestimmt, in den Jahren 1992 und 1993 entwickelten sich dagegen vorwiegend von Kokken dominierte Populationen.

Der Besatz von Grünfütter mit gärgünstigen MS-Bakterien variiert auch nach Angaben von WOOLFORD (1984), FEHRMANN und MÜLLER (1990), MORAN et al. (1991), MÜLLER et al. (1991) oder von PAHLOW (1991) stark. Welche ökologischen Einflußfaktoren allerdings im einzelnen bewirken, daß Laktobazillen an manchen Standorten das Gattungsspektrum der MS-Bakterien dominieren, während sie auf anderen Grünlandbeständen oder im Verlauf anderer Vegetationsperioden nur äußerst geringe Bedeutung erreichen, bleibt noch durch weitere Untersuchungen zu klären.

Verschiedene Autoren messen dem Einfluß der Keimzahl epiphytischer MS-Bakterien auf den späteren Siliererfolg unterschiedliche Bedeutung zu: Während WEISE (1969) weniger die Anzahl als vielmehr die Aktivität der epiphytischen MS-Bakterien für ausschlaggebend hält, besteht für WOOLFORD (1984) auch ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der MS-Bakterien, ihrer Wachstumsrate in der Startphase der Silierung und dem Siliererfolg. Auch MÜLLER et al. (1991) konnten feststellen, daß der Fermentationsprozeß durch Aktivitäten gärschädlicher Mikroorganismen geprägt wird, wenn die Anzahl der MS-Bakterien im Siliergut zu gering ist.

Für die Silierpraxis ist von größter Bedeutung, daß bereits im Zuge des Erntevorganges am Grünfütter eine Vervielfachung der MS-Bakterien eintreten kann, selbst wenn der stehende Futterbestand zuvor nur einen geringen Besatz aufgewiesen hat (WOOLFORD 1984, FENTON 1987, MORAN et al. 1991, PAHLOW 1991). Wie die Erfahrung zeigt, verändert auch ein Vorwelken des Futters den epiphytischen Keimbefall sehr nachhaltig (WEISE 1969, BECK et al. 1987, MÜLLER et al. 1993).

Die MS-Bakterienpopulationen weisen in Abhängigkeit von verschiedenen Witterungseinflüssen, Düngungsvarianten und dem unterschiedlichen Vegetationsstadium der Grünlandpflanzen, aber auch im Zusammenhang mit unterschiedlichen Ernteverfahren und -technik oder infolge einer Anwelkung eine sich dynamisch ändernde Keimdichte sowie ein stark wechselndes Gattungsspektrum auf.

Literatur

- ALVA, 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. BM f. Land- und Forstw., Wien.
- ARSVOLL, K., 1975: Fungi causing winter damage on cultivated grasses in Norway. *Meldinger f. Norges Landbrukshogsk.* 54, 1-49.
- BECK, R., F. GROSS und T. BECK, 1987: Untersuchungen zur Kenntnis der Gärfuttermikroflora. 1. Mitteilung: Die Zusammensetzung der Milchsäurepopulation bei der Vergärung von Deutschem Weidelgras und Rotklee. *Das wirtschaftseigene Futter* 33, 13-33.
- BECK, T., 1972: Die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Milchsäurepopulation im Gärfutter. *Landw. Forschung* 27, 55-63.
- BUCHGRABER, K. und R. RESCH, 1993: Silageprojekt „Steirisches Ennstal“ – Produktion von Grassilagen in der Praxis. Bericht über die „Österreichweite Silagetagung“ am 13. und 14. Jänner 1993, Bundesanstalt für alpenländ. Landwirtschaft Gumpenstein, 27-43.

- BUCHGRABER, K., A. DEUTSCH und G. GINDL, 1994: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. L. Stocker Verlag, Graz.
- CAMPBELL, R., 1985: Plant microbiology. Edw. Arnold (Publ.) Ltd., London.
- DELLAGLIO, F., 1985: Lactic acid bacteria in silage fermentation. *Microbiologie-Aliments-Nutrition* 3, 91-104.
- DEMAN, J. C., 1983: MPN tables, corrected. *Eur. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 17, 301-305.
- DICKINSON, C. H., 1976: Fungi on the aerial surfaces of higher plants. In: DICKINSON, C. H. and T. F. PREECE (Eds.): *Microbiology of aerial plant surfaces*. Academic Press, London, 293-324.
- FEHRMANN, E. und T. MÜLLER, 1990: Jahresverlauf des epiphytischen Mikrobenbesatzes auf einem Graslandstandort. *Das wirtschaftseigene Futter* 36, 66-78.
- FENTON, M. P., 1987: An investigation into the sources of lactic acid bacteria in grass silage. *J. Appl. Bact.* 62, 181-188.
- HISLOR, E. C., 1976: Some effects of fungicides and other agrochemicals on the microbiology of the aerial surfaces of plants. In: DICKINSON, C. H. and T. F. PREECE (Eds.): *Microbiology of aerial plant surfaces*. Academic Press, London, 41-74.
- JONSSON, A., 1990: Enumeration and confirmation of *Clostridium tyrobutyricum* in silages using neutral red, D-cycloserine and lactatdehydrogenase activity. *J. Dairy Sci.* 73, 719-725.
- LATCH, G. C. M. and E. H. C. MCKENZIE, 1977: Fungal flora of ryegrass swards in Wales. *Trans. Br. mycol. Soc.* 68, 181-184.
- LENGAUER, E., 1993: Die Mikroflora auf lebenden und abgestorbenen Pflanzenteilen, ihre Bedeutung und ihre Auswirkungen. *Veröff. Bundesanstalt f. Agrarbiologie* 21, 83-124.
- LEW, H., 1993: Die aktuelle Mykotoxinsituation in der heimischen Landwirtschaft. *Veröff. Bundesanstalt f. Agrarbiologie* 21, 5-26.
- LINDGREN, S., 1991: Hygienic problems in conserved forage. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft* 123, 177-190.
- MCDONALD, P., A. R. HENDERSON and S. J. E. HERON, 1991: *The biochemistry of silage*. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks.
- MERCK, 1992: *Nährböden Handbuch*. E. Merck, Darmstadt.
- MORAN, J. P., P. O'KIELY, R. K. WILSON and M. B. CROMBIE-QUILTY, 1991: Lactic acid bacteria levels on grass grown for silage in Ireland. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft* 123, 283-286.
- MÜLLER, M., T. MÜLLER und W. SEYFARTH, 1993: Veränderungen der mikrobiellen Epiphytenflora beim Welken von Futtergräsern und deren mögliche Auswirkungen auf den Siliererfolg. *Agribiol. Research* 46, 28-39.
- MÜLLER, T., E. FEHRMANN, W. SEYFARTH und O. KNABE, 1991: Einfluß des mikrobiellen Epiphytenbesatzes von Futtergräsern auf die Qualität der Silagen. *Das wirtschaftseigene Futter* 37, 41-54.
- NIRENBERG, H., 1976: Untersuchungen über die morphologische und biologische Differenzierung in der *Fusarium* - Sektion *Liseola*. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forst-wirtsch. Berlin-Dahlem* 169, 1-117.
- NIRENBERG, H., 1989: Identification of fusaria occurring in Europe on cereals and potatoes. In: CHELKOWSKI, J. (Ed.): *Fusarium: Mycotoxins, taxonomy and pathogenicity*. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, 179-193.
- ÖSTLING, C. E. and S. E. LINDGREN, 1991: Bacteria in manure and on manured and NPK-fertilised silage crops. *J. Sci. Food Agric.* 55, 579-588.
- PAHLOW, G., 1991: Role of microflora in forage conservation. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft* 123, 26-36.
- SCHMIDT, H. L., E. BUCHER und G. SPICHER, 1981: Keimgehaltsbestimmung von Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen in Futtermitteln. *Nährböden und Methodik. Landw. Forschung* 34, 242-250.
- SNEATH, P. A. H., N. S. MAIR, M. E. SHARPE and J. G. HOLT, 1986: *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Vol. 2, Williams and Wilkins, Baltimore.
- WEISE, F., 1969: Einfluß des epiphytischen Keimbesatzes auf den Gärverlauf. *Ber. d. 3. Kongr. d. Europ. Grünlandvereinigung*, Braunschweig, 221-227.
- WEISE, F. und M. WERMKE, 1973: Einfluß der Witterung auf den epiphytischen Keimbesatz von Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.). *Das wirtschaftseigene Futter* 19, 290-299.
- WILHELM, H., 1991: *Futterkonservierung*. L. Stocker Verlag, Graz.
- WOOLFORD, M. K., 1984: *The Silage Fermentation*. Microbiol. Series Vol. 14, Marcel Dekker, Inc., New York.

ZIMMER, E., 1993: Gärbiologie bei Gras- und Maissilagen. Bericht über die „Österreichweite Silagetagung“ am 13. und 14. Jänner 1993, Bundesanstalt für alpenländ. Landwirtschaft Gumpenstein, 13–20.

(Manuskript eingelangt am 31. März 1995, angenommen am 24. April 1995)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Dr. Andreas ADLER und Dr. Hans LEW, Bundesamt für Agrarbiologie, Wieningerstraße 8, A-4020 Linz