



lfz  
rauberg  
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum  
Landwirtschaft  
[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

# 15. Alpenländisches Expertenforum

Rauberg-Gumpenstein 2009

Grundfutterqualität -  
aktuelle Ergebnisse und  
zukünftige Entwicklungen

26. März 2009

Organisiert von:  
Lehr- und Forschungszentrum  
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Beratungsabteilung des Bundesministeriums  
für Land- und Forstwirtschaft  
Umwelt und Wasserwirtschaft

Österreichische Arbeitsgemeinschaft  
für Grünland und Futterbau (ÖAG)



[lebensministerium.at](http://lebensministerium.at)

[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

# BERICHT

über das

## 15. Alpenländische Expertenforum

zum Thema

### **Grundfutterqualität - aktuelle Ergebnisse und zukünftige Entwicklungen**

am 26. März 2009

am LFZ Raumberg-Gumpenstein

#### ***Organisation***

- Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (LFZ)
- Beratungsabteilung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
- Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG)

## **Impressum**

### *Herausgeber*

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft  
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning  
des Bundesministeriums für Land- und  
Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

### *Direktor*

HR Mag. Dr. Albert Sonnleitner

### *Für den Inhalt verantwortlich*

die Autoren

### *Redaktion*

Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft

### *Druck, Verlag und © 2009*

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft  
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning  
ISBN-13: 978-3-902559-34-0  
ISSN: 1818-7722

# Vorwort

Die optimale Nutzung der wirtschaftseigenen Ressourcen stellt heute mehr denn je eine wichtige Strategie einer nachhaltigen und umweltschonenden Handlungsweise dar. Im Grünlandbetrieb bedeutet dies vor allem den effizienten Einsatz der hofeigenen Dünger zur Nährstoffversorgung der Wiesen und Weiden sowie die Produktion von wirtschaftseigenem Grundfutter in bester Qualität. Die in den vergangenen Jahren unberechenbare und sprunghafte Preisentwicklung im Bereich von Energie und landwirtschaftlichen Betriebsmitteln hat die Bedeutung und den Stellenwert von Silage, Heu und Weidefutter zur Versorgung der Wiederkäuer und Pferde wieder stärker in den Vordergrund gerückt. Wirtschaftseigenes Grundfutter sollte für eine bedarfs- und leistungsgerechte Fütterung in ausreichender Menge und bester Qualität ganzjährig am Betrieb zur Verfügung stehen.

Quantität und Qualität des Grundfutters sind neben den jeweiligen Standortsbedingungen von zahlreichen Bewirtschaftungsfaktoren abhängig. Dazu zählen insbesondere ein leistungsfähiger, dichter Pflanzenbestand sowie ein an die standörtlichen und klimatischen Verhältnisse optimal angepasstes Düngungs- und Nutzungsmanagement. Diese zentralen Faktoren stehen zueinander in enger Wechselbeziehung und ermöglichen dadurch auch eine gezielte Einflussnahme auf Ertrag und Qualität des Grundfutters. Zahlreiche rechtliche Regelungen und Bestimmungen beschränken allerdings den möglichen Rahmen dieser Produktionsfaktoren durch die Festlegung von Obergrenzen. Darüber hinaus sind bei Teilnahme am österreichischen Agrarumweltprogramm ÖPUL zahlreiche maßnahmen-spezifische Auflagen einzuhalten, die sich wiederum auf Ertrag und Qualität des Grundfutters auswirken können. Für den Landwirt stellen sich daher viele Fragen im Hinblick auf die Produktion, Konservierung und Bereitstellung hoher Grundfutterqualitäten unter der Prämisse einer nachhaltigen, umwelt- und ressourcenschonenden Bewirtschaftung der Grünlandflächen.

All diese Fragen und damit zusammenhängende Problembereiche werden beim diesjährigen 15. Alpenländischen Expertenforum in Form von zahlreichen Vorträgen ausführlich behandelt und diskutiert. Namhafte Vortragende aus dem In- und Ausland präsentieren neueste Erkenntnisse und aktuelle Versuchsergebnisse zum Themenbereich Grundfutterqualität und stellen sich einem intensiven Wissens- und Erfahrungsaustausch mit Lehre, Beratung und Praxis. Sämtliche Beiträge stehen den Tagungsteilnehmern in bewährter Weise bereits zum Zeitpunkt des Expertenforums in schriftlicher Form zur Verfügung. An dieser Stelle sei allen Referenten herzlich für die termingerechte Bereitstellung der Manuskripte gedankt - ein ganz besonderer Dank gilt vor allem Frau Barbara Stieg und Frau Dorothea Schmiedhofer für die sorgfältige redaktionelle Bearbeitung und Layoutierung der Beiträge! Dank und Anerkennung sei auch all jenen Mitarbeiterinnen des LFZ Raumberg-Gumpenstein ausgesprochen, die an der Planung, Organisation und erfolgreichen Ausrichtung dieses bereits 15. Alpenländischen Expertenforums 2009 mitgewirkt haben.

*MR Dipl.-Ing. Josef RESCH*

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft

*HR Mag. Dr. Albert SONNLEITNER*

Direktor des Lehr- und Forschungszentrums  
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

*Univ.-Doz. Dr. Erich M. PÖTSCH*

Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft,  
LFZ Raumberg-Gumpenstein

# Inhaltsverzeichnis

## VORWORT

<b>Bedeutung der Grundfutterqualität aus der Sicht einer zeitgemäßen Wiederkäuerfütterung</b> .....	1
Leonhard GRUBER	
<b>Aufbau, Struktur und Bedeutung der Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum</b> .....	11
Reinhard RESCH	
<b>Der neue Grundfutterreport Baden-Württemberg - aktuelle Praxisdaten und Konsequenzen für die Beratung</b> .....	21
Hansjörg NUSSBAUM	
<b>Entwicklung der Qualität von Silagen und Heu im österreichischen Grünland - Konsequenzen für die Fütterungspraxis</b> .....	25
Franz TIEFENTHALLER	
<b>Grundfutterqualität im Konnex mit dem österreichischen Agrarumweltprogramm</b> .....	29
Erich M. PÖTSCH	
<b>Einsatz von in-vitro Methoden in der Futterqualitätsanalyse - Bedeutung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe für die Bestimmung der Proteinqualität</b> .....	39
Martin GIERUS	
<b>Hygienestatus des Grundfutters - Erfahrungen eines Praxislabor</b> .....	45
Günther WIEDNER	
<b>Grundfutteranalysen - USA versus Österreich</b> .....	49
Michael PICHLER	
<b>Harz- und Hopfensäuren als alternative, biologische Konservierungsstoffe</b> .....	53
Florian EMERSTORFER, Walter HEIN, Reinhard RESCH, Wolfgang KNEIFEL und Erich M. PÖTSCH	
<b>Grundfutterqualität von unterschiedlichen Grünlandmischungen</b> .....	61
Christian PARTL	
<b>Gärheu als alternative Konservierungsform für Grünlandfutter</b> .....	67
Alfred PÖLLINGER	
<b>Qualitätsveränderungen bei der Lagerung von Silage und Heu</b> .....	73
Karl BUCHGRABER	

# Bedeutung der Grundfutterqualität aus der Sicht einer zeitgemäßen Wiederkäuerfütterung

*The importance of forage quality according to an up to date ruminant nutrition*

Leonhard Gruber<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

Wiesenfutter ist seit der Entwicklung der Wiederkäuer in der Evolution deren Hauptnahrungsquelle. Die Wiederkäuer haben ein gut angepasstes Verdauungssystem herausgebildet, um die faserreichen Stoffe des Wiesenfutters zu nutzen (Symbiose mit Mikroben – Abbau der Gerüstsubstanzen, Proteinversorgung der Wirtstiere). Die Qualität des Wiesenfutters schwankt über einen sehr weiten Bereich, der entscheidende Einflussfaktor auf Verdaulichkeit und Futteraufnahme ist das Vegetationsstadium. Im Laufe der Vegetation verändert sich die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen stark und in Folge sinkt deren Verfügbarkeit für die Pansenmikroben. Der Anteil des unverdaulichen Lignins nimmt zu, Lignin geht mit Hemizellulose eine chemische Komplexverbindung ein und macht diese dadurch selbst zum Teil unverdaulich. Außerdem wandert das Lignin in die Zellulosefaser-Zwischenräume ein und be- bzw. verhindert deren Fermentation. Das Ausmaß der Lignifizierung entscheidet somit über Verdaulichkeit und Futteraufnahme. Die Gerüstsubstanzen sind sehr heterogen und komplex zusammengesetzt (Einfluss von Pflanzenspezies und Vegetationsstadium). Zellulose, Hemizellulose und Lignin sind die wichtigsten Komponenten der Gerüstsubstanzen. Die Zellulose ist ein Polysaccharid aus tausenden Glukosemolekülen. Der Grundbaustein von Zellulose ist das Disaccharid Zellobiose, bestehend aus zwei Glukose-Molekülen, die unter Wasserabspaltung in  $\beta$ -1–4-glykosidischer Bindung mit einander verbunden sind. Die Hemizellulosen sind eine heterogene Gruppe von nichtzellulosischen Polysacchariden (sog. Zellulosane, und zwar Pentosane sowie auch Hexosane). Lignine sind Mischpolymere aus Phenylpropanen, die sich zu einem dreidimensionalen Gitter vernetzen und so die Zellwand durchdringen. Lignin wird in der Zellwand aus hochkondensierten Phenylpropan-Einheiten gebildet (Kern-Lignin). Zwischen Kernlignin und den Gerüstkohlenhydraten (Hemizellulosen, nicht jedoch Zellulose) erfolgt eine Quervernetzung hauptsächlich über die beiden phenolischen Monomere *p*-Cumarsäure und Ferulasäure durch Ester- und Etherbindungen. Die Verdauungsdepression durch Lignin erfolgt durch sterische Behinderung des Zutritts der Enzyme an den Lignin-Kohlenhydrat-Komplex. Die Zellwand besteht

## Abstract

Forage from grassland has been the main nutrient source for ruminants since their evolution. Ruminants have evolved a well-adapted digestive system in order to utilize the fibrous cell wall substances of forage (symbiosis with microbes – degradation of cell walls, protein supply of host animals). Forage quality covers a wide range, with vegetative stage being the most decisive factor of digestibility and ingestibility. In the course of vegetation, the composition of cell walls changes significantly and as a consequence their availability to rumen microbes decreases. The proportion of unavailable lignin increases and lignin bonds chemically with hemicelluloses through ester and ether bonds. In this process hemicellulose itself becomes indigestible. Further lignin enters the cellulose fibrils and hinders or even prevents its fermentation. Therefore the degree of lignification determines digestibility and ingestibility. The composition of cell walls is highly heterogeneous and complex, mostly depending on plant species and vegetative stage. Cellulose, hemicellulose and lignin are the most important components of cell walls. The basic module of cellulose is the disaccharid cellobiose consisting of two glucose molecules which are bonded together in  $\beta$ -1–4-glycosidic bond through elimination of one molecule of water. Hemicelluloses are a heterogeneous group of non-cellulosic polysaccharides (so called celluloses, namely pentosanes and hexosanes). Lignins are mixed polymers of phenylpropanes which are cross-linked and forming a three-dimensional grid by soaking the cell wall. Lignin is built of highly condensed phenylpropane units in the cell wall (core lignin). The core lignin and the fibre carbohydrates (hemicelluloses but not cellulose) are cross-linked through the two phenolic monomers *p*-cumaric acid and ferulic acid by ester and ether bonds. The depression of digestibility by lignin results from steric interference which impedes the enzymes' access to the lignin-carbohydrate-complex. The cell wall consists of several layers (middle lamella as well as primary, secondary and tertiary cell wall). The chemical composition of cell walls is well known, however, regarding their steric structure only model proposals exist. This article discusses several feeding and digestibility trials performed at LFZ Raumberg-Gumpenstein. They show the great influence of vegetative stage on ruminal

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning

\* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: [leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at](mailto:leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at)

aus mehreren Schichten (Mittellamelle, Primär-, Sekundär- und Tertiärwand). Die chemische Zusammensetzung von Zellwänden ist gut bekannt, über deren räumliche Anordnung bestehen aber nur Modellvorstellungen. Es werden mehrere Fütterungs- und Verdauungsversuche des LFZ Raumberg-Gumpenstein dargestellt, die den großen Einfluss des Vegetationsstadiums auf Abbaubarkeit im Pansen, Verdaulichkeit sowie Futteraufnahme und Milchleistung belegen.

*Schlagwörter:* Grundfutterqualität, Gerüstsubstanzen, Lignin, Futteraufnahme, Verdaulichkeit

degradability, digestibility as well as feed intake and milk yield.

*Keywords:* Forage quality, Cell wall, Lignin, Feed intake, Digestibility

## 1. Wiesenfutter ist die natürliche Nahrung für Wiederkäuer seit Jahrmillionen

Wiesenfutter – vor allem die Gräser – ist seit der Entwicklung der Wiederkäuer in der Evolution (vor etwa 10 Mio. Jahren im Miozän) die Hauptnahrungsquelle dieser Tierarten. Die Wiederkäuer haben in ihrer Entwicklungsgeschichte ein spezielles und sehr gut angepasstes Verdauungssystem herausgebildet, um die faserreichen Stoffe des Wiesenfutters nutzen zu können (Van SOEST 1994). Dies geschieht über eine Symbiose mit Mikroben, die in den Vormägen des Wiederkäuers einerseits eine für sie optimale Umwelt vorfinden und andererseits für ihre Wirtstiere (die Wiederkäuer) die faserreichen Futterstoffe abbauen, wofür diese selbst keine Verdauungsenzyme besitzen. Bei dieser Fermentation entsteht aus Zellulose Essigsäure und aus Stärke Propionsäure als Endprodukt des Mikrobenstoffwechsels. Für die Wiederkäuer stellt Propionsäure den Ausgangsstoff für ihre Energieversorgung dar (Blutzucker) und aus Essigsäure wird Fett gebildet. Als zweite, enorm wichtige Funktion liefern die Pansenmikroben hochwertiges Protein für die Wirtstiere. Diese Grundlagen werden bis heute in der Landwirtschaft genutzt, indem die Wiederkäuer aus Wiesenfutter hochwertige und geschmackvolle Lebensmittel wie Milch und Fleisch erzeugen.

Daher ist es für die Fütterung unserer Kühe besonders wichtig, sie mit ausreichend und hochqualitativem Grundfutter zu versorgen. Die Qualität des Wiesenfutters kann über einen sehr weiten Bereich schwanken und eine der entscheidenden Einflussfaktoren auf dessen Verdaulichkeit und Futteraufnahme ist das Vegetationsstadium. Alle Arten des Pflanzenbestandes einer Wiese machen im Laufe ihrer Entwicklung gravierende Veränderungen durch. Junge Pflanzen beginnen die Vegetation mit einer starken Entwicklung ihrer Assimilationsfläche, um ihr Wachstum voranzutreiben. Dies führt dazu, dass der Anteil der Blätter zunächst relativ groß und der des Stängels klein ist. In diesem Stadium hat der Stängel auch noch keine wesentliche statische Funktion und ist daher auch kaum lignifiziert. Auf Grund ihrer physiologischen Funktion enthalten die Blätter mehr verfügbare Nähr- und Mineralstoffe als die Stängel. Mit fortschreitender Vegetation nimmt der Anteil der Stängel bis zur Blüten- und Samenbildung zu und darüber hinaus auch seine Stabilität. Dies hat aber auch zur Konsequenz, dass seine Verdaulichkeit abnimmt. Der Stängel besteht vorwiegend aus Gerüstsubstanzen, d.h. aus Zellulose, Hemizellulose und Lignin. Im Laufe der Vegetation verändert sich

allerdings die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen und in Folge sinkt deren Verfügbarkeit für die Pansenmikroben dramatisch. Der Anteil des unverdaulichen Lignins nimmt zu und das Lignin geht mit Hemizellulose eine chemische Komplexverbindung ein und macht diese dadurch selbst zum Teil unverdaulich. Außerdem wandert das Lignin in die Zellulosefaser-Zwischenräume ein und erschwert bzw. verhindert die Fermentation der an sich gut verdaulichen Zellulose. Das Ausmaß der Lignifizierung entscheidet somit über die Verdaulichkeit des Wiesenfutters und dadurch in der Folge auch über dessen Futteraufnahme.

## 2. Chemismus der Gerüstsubstanzen

Die Gerüstsubstanzen sind sehr heterogen und komplex zusammengesetzt, wobei die Pflanzenspezies und das Vegetationsstadium der Pflanzen von größtem Einfluss sind. Zellulose, Hemizellulose und Lignin sind die drei wichtigsten Komponenten der Gerüstsubstanzen. In geringerer Menge kommen auch Zellwandprotein, Mineralstoffe und Bestandteile der Cuticula (Cutin, Suberin, Wachse) vor (Van SOEST 1994, NULTSCH 2001). Unter Faser werden die polymeren Substanzen verstanden, die von den Verdauungsenzymen der Säugetiere nicht gespalten werden können (Van SOEST & ROBERTSON 1980). Neben den Hauptkomponenten Zellulose, Hemizellulose und Lignin sind dies auch Pektin, Gummi und Galaktane.

Die Zellulose ist ein Polysaccharid, das aus mehreren tausend Glukosemolekülen besteht. Im Prinzip ist der Grundbaustein von Zellulose das Disaccharid Zellobiose, bestehend aus zwei Glukose-Molekülen, die unter Wasserabspaltung in  $\beta$ -1–4-glykosidischer Bindung mit einander verbunden sind. Die  $\beta$ -Stellung der OH-Gruppe am C<sub>1</sub>-Atom bestimmt die Anordnung des zweiten Glukose-Moleküls. Es wird dadurch um 180 Grad um die Längsachse gedreht und das resultierende Molekül ist weitgehend linear (Van SOEST 1994). Die  $\beta$ -Konfiguration ermöglicht der Zellulose die Bildung sehr langer Ketten. Parallel angeordnete Ketten bilden Fibrillen, die untereinander Wasserstoffbrücken ausbilden (BERG et al. 2003). Dagegen ergibt sich bei der  $\alpha$ -glykosidischen Bindung der Maltose (Grundbaustein der Stärke) zwischen den beiden Glukose-Molekülen ein Winkel. Dies führt zu einer völlig unterschiedlichen Anordnung und damit biologischen Funktion der aus diesen Disacchariden gebildeten Polysacchariden Zellulose (aus Zellobiose) bzw. Stärke (aus Maltose). Durch die  $\beta$ -glykosidische Bindung sind die Glukose-Bausteine in langen, geradlinigen Ketten nach Art eines Faltblattes angeordnet (MENKE &

HUSS 1987). Sie eignen sich daher hervorragend für die Bildung von Zellwänden und Gerüstsubstanzen mit hoher Zugfestigkeit. Durch die  $\alpha$ -glykosidische Bindung ist das Stärke-Molekül nicht langgestreckt, sondern regelmäßig schraubig in Spiralförmigkeit gewunden. Es bildet sich eine hohle Helix (BERG et al. 2003). Mit dieser Molekülform kann Stärke keine Funktion als Gerüstsubstanz übernehmen. Die Pflanze kann jedoch Glukose dadurch ohne größere Veränderungen in eine unlösliche und somit osmotisch unwirksame Form überführen und daher ist Stärke der am weitesten verbreitete Reservestoff der Pflanzen (NULTSCH 2001). In der Natur kommt Zellulose nicht isoliert in reiner Form vor (mit Ausnahme der Bauwollhaare), sondern in Verbindung mit Pentosanen, Cutin und Silicium (Van SOEST 1994), wie sie in der Zellwand anzutreffen sind. Die Enzyme zur Verknüpfung bzw. Spaltung sind für die  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -glykosidische Bindung spezifisch. Säugetiere haben kein eigenes Enzymsystem zur Spaltung der  $\beta$ -glykosidischen Bindung der Gerüstkohlenhydrate und daher sind Wiederkäuer auf die Symbiose mit ihren Pansenmikroben angewiesen. Die Verdaulichkeit der Zellulose hängt stark von deren Lignifizierung ab. Der Abbau der Zellulose geht in mehreren Schritten für sich, die durch unterschiedliche Enzyme bewerkstelligt werden. Zuerst greifen Oxidasen die Wasserstoffbrücken an und zerstören damit die Grundstruktur. Die Fasern werden gekürzt und Schichten aufgebrochen. Dann können Zellobiasen ( $\beta$ -1-4-Glykosidasen) die Polymeren spalten. Abschließend wirken Endoglukanasen (COUGHLAN 1991 zit. nach Van SOEST 1994).

Die Hemizellulosen sind eine heterogene Gruppe von nichtzellulosischen Polysacchariden, den sog. Zellulosen (NULTSCH 2001). Es kommen sowohl Pentosane als auch Hexosane vor, d.h. sie sind Polysaccharide, deren Makromoleküle aus Pentosen (z.B. Xylose, Arabinose) bzw. Hexosen (z.B. Glukose, Mannose, Galaktose) aufgebaut sind. Häufig treten sie als Heteroglykane auf (als Verbindungen verschiedener Zucker), wie z.B. Xyloglukane, Arabinogalaktane, Rhamnogalakturonane und Glukomannane (NULTSCH 2001). Kleinere Moleküleinheiten wiederholen sich und können auch verzweigt sein. Die Hemizellulosen sind die Hauptmasse der Zellwandmatrix (Grundsubstanz) und erscheinen im Elektronenbild strukturlos (NULTSCH 2001). Die Zusammensetzung der Hemizellulosen hängt stark von der Pflanzen-Species ab und auch von den Teilen innerhalb einer Pflanze (Stängel, Blätter). Hemizellulosen sind im nativen Zustand unlöslich, jedoch löslich in Säure oder Lauge. Sie sind mit Lignin assoziiert und bilden gemeinsam das Inkrustierungsmaterial der Sekundärzellwand (Van SOEST 1994). In Grobfutterpflanzen kommt Hemizellulose vorwiegend in den lignifizierten Zellwänden vor. Kein Polysaccharid ist enger mit Lignin assoziiert als Hemizellulose (SULLIVAN 1966) und von dieser Lignifizierung hängt auch deren Verdaulichkeit ab.

Das Pektin bildet die Hauptmasse der Interzellulärsubstanz, es kommt besonders in der Mittellamelle vor (Van SOEST 1994, NULTSCH 2001). Es ist ein Polymer aus verschiedenen sauren Polysacchariden. Hauptbestandteil ist die Galakturonsäure, deren Carboxyl-Gruppen zum Teil methyliert sind und die mit Rhamnose in  $\alpha$ -1-2 Position verbunden ist. Weiters sind Galaktose und Arabinose vor-

handen (NULTSCH 2001). Die Unterscheidung zwischen Hemizellulose und Pektin ist nicht ganz klar, ein wichtiges Kriterium ist die Löslichkeit. Pektin ist in heißen neutralen Lösungen von Ammoniumoxalat oder EDTA löslich, während Hemizellulose Säuren oder Laugen zur Lösung benötigt (Van SOEST 1994). Die Ketten sind untereinander vernetzt, indem jeweils zwei COOH-Gruppen durch zweiwertige Ionen ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) miteinander verbunden sind. Dadurch entsteht ein elastisches, leicht veränderliches Gerüstwerk, das die Eigenschaften des Pektins ausmacht. Es ist gelartig, sehr plastisch und hydrophil (NULTSCH 2001). Pektine sind bei den Dikotyledonen wesentlich häufiger anzutreffen als bei den Monokotyledonen.

Nach NULTSCH (2001) sind die Lignine Mischpolymere aus Phenylpropanen (Cumaryl-, Coniferyl- und Sinapylalkohol), die sich zu einem dreidimensionalen Gitter vernetzen und so die Zellwand durchdringen. Diese Bausteine des Lignins gehören als Phenole zu den sekundären Pflanzeninhaltsstoffen. Phenole besitzen am aromatischen Ring mindestens eine OH-Gruppe oder deren funktionelle Derivate (OESTMANN et al. 1995). Allerdings ist die genaue Struktur dieser Polymere nicht vollständig bekannt, da die oxidative Polymerisation der jeweiligen Phenylpropan-Monomere zu einem Verlust der Identität ihrer Vorläufer führt. Die Polymerisationsprodukte haben eine kondensierte, drei-dimensionale Struktur hauptsächlich aus Ether- und C-C-Bindungen zwischen den Phenylpropanen. Dies macht Lignin sehr widerstandsfähig gegen Hydrolyse (Van SOEST 1994). Die heutigen Modellvorstellungen von diesem komplexen Makromolekül mit hohem Molekulargewicht gehen davon aus, dass in der Zellwand Lignin aus hochkondensierten Phenylpropan-Einheiten gebildet wird (sog. Kern-Lignin, engl. core lignin). Zwischen diesem Kernlignin und den Gerüstkohlenhydraten (Hemizellulosen, sehr wahrscheinlich jedoch nicht Zellulose) erfolgt eine Quervernetzung (cross linking) hauptsächlich über die beiden phenolischen Monomere *p*-Cumarsäure und Ferulasäure durch Ester- und Etherbindungen. Diese Monomere sind Zwischenstufen bei der Synthese der Phenylpropane aus Shikimisäure und werden als Nichtkern-Lignin (Noncore lignin) bezeichnet (JUNG 1989, JUNG & DEETZ 1993, OESTMANN et al. 1995). Die *p*-Cumarsäure und Ferulasäure besitzen zwei funktionelle Gruppen, eine OH- und eine COOH-Gruppe, mit denen sie gleichzeitig eine Ether- und eine Ester-Bindung eingehen können. Bei der Quervernetzung besteht zu Lignin eine Ether-Bindung über die phenolische Gruppe und über die Carboxyl-Gruppe eine Ester-Bindung mit den Hemizellulosen (JUNG 1989). JUNG & DEETZ (1993) haben dieses Modell erweitert und gehen davon aus, dass zwischen den Lignin/Zimtsäure-Verbindungen auch eine solche mit phenolischen Dimeren bestehen (z.B. Di-Ferulasäure, Truxillic acid). Neben *p*-Cumarsäure und Ferulasäure gibt es noch eine Reihe weiterer phenolischer Monomere, wie Kaffeesäure, *p*-Hydroxy-Benzoesäure, Salizylsäure, Sinapinsäure etc. (JUNG & FAHEY 1983b). Die Begriffe core und noncore lignin gehen auf GORDON (1975) und JUNG (1989) zurück. Einige Autoren folgen dieser Unterteilung des Lignins nicht (RALPH & HELM 1993, Van SOEST 1993) und sprechen von einem Lignin/Hydroxy-Zimtsäure-Komplex, der auf einer kovalenten



Bindung zwischen Lignin und Hydroxy-Zimtsäure beruht. Lignin ist der Hauptfaktor, der die Verfügbarkeit der pflanzlichen Zellwand für Pflanzenfresser und anaerobe Verdauungssysteme begrenzt (Van SOEST 1994). Die Zellinhaltsstoffe (Zucker, Stärke, Pektin, Protein, Fett) sind von diesem negativen, verdauungshemmenden Einfluss des Lignins nicht betroffen, wie Van SOEST (1967) durch Anwendung des sog. Lucas-Tests gezeigt hat. Lignin selbst ist unverdaulich und die Lignifizierung vermindert die Verfügbarkeit der Zellulose und Hemizellulosen. Aus der Review von JUNG & FAHEY (1983a) über den Einfluss von phenolischen Momomeren und Lignin geht klar hervor, dass freie Phenole die Futteraufnahme senken und mehrere Säugetier-Enzyme *in vitro* behindert werden. Lignin behindert auch das mikrobielle Wachstum und die enzymatische Verdauung. Die Beziehung zwischen Lignin und Verdaulichkeit der Gerüstsubstanzen ist nicht linear, sondern der negative Einfluss des Lignins ist bei niedrigem Ligningehalt größer (Van SOEST 1967, JUNG & VOGEL 1986). Obwohl Lignin nur mit Hemizellulosen chemische Bindungen eingeht, ist Zellulose im gleichen Ausmaß von der Verdauungsdepression betroffen (JUNG & VOGEL 1986). Als die wichtigste Wirkungsweise des Lignins bei der Depression der Verdaulichkeit ist die sterische Behinderung des Zutritts der Enzyme an den Lignin-Kohlenhydrat-Komplex anzusehen (JUNG & DEETZ 1993). Die Lignifizierung und der negative Einfluss des Lignins auf die Verdaulichkeit ist unterschiedlich je nach Zellwandkomponenten, Gewebetypen, Pflanzenarten und Pflanzenfraktionen. Besonders die Gewebe des Xylems und die Sklerenchymzellen werden stark lignifiziert, während die Zellwände des Phloems und des Mesophylls nur wenig Lignin einlagern (SÜDEKUM et al. 1995). Es bestehen auch starke Unterschiede zwischen Gräsern und Leguminosen, die vor allem auf die sehr unterschiedliche Morphologie dieser Pflanzen zurückzuführen sind. So enthalten die Blätter der Gräser wesentlich mehr Lignin als die der Leguminosen und das Gegenteil ist der Fall bei den Stängeln (Van SOEST 1994). Bei einer annähernd gleichen Verdaulichkeit von 60 % hat Van SOEST (1964) bei Gräsern (*Bromus* sp., Knaulgras) einen Ligningehalt von 4,9 % und bei Luzerne von 7,6 % festgestellt. Der Anteil des Lignins in den Gerüstsubstanzen ist bei Leguminosen signifikant höher als bei Gräsern (Van SOEST 1965).

Die Zellwand besteht aus mehreren Schichten, nämlich aus der Mittellamelle, der Primär-, Sekundär- und Tertiärwand (WILSON 1993, NULTSCH 2001). Die Mittellamelle bildet die Grenze zwischen benachbarten Zellen und ist der Ausgangspunkt für das Zellwachstum. Sie besteht vorwiegend aus Pektin. Die Primärzellwand wird angelegt, wenn sich die Zellen teilen; sie setzt sich vorwiegend aus Hemizellulose und relativ wenig Zellulose zusammen. Die Primärzellwand ist elastisch und verformbar und sie kann somit dem Wachstum der Zellen folgen (NULTSCH 2001). Nach dem Aufbau der Primärwand bildet sich die Sekundärwand in das Innere der Zelle hinein. Der Abschluss zum Plasmalemma erfolgt durch die sehr dünne Tertiärwand. Die Sekundärwand ist überwiegend aus Zellulose aufgebaut. Diese ist in sog. Fibrillen angeordnet. Die kleinste Einheit stellen die Elementarfibrillen dar,

die aus 50 – 100 Zellulosemolekülen aufgebaut sind und einen Durchmesser von etwa 3,5 – 5,0 nm haben. Diese Zelluloseeinheiten werden durch kovalente Bindungen und Wasserstoffbrückenbindungen zusammengehalten (NULTSCH 2001). Mehrere Elementarfibrillen werden zu Mikrofibrillen (10 – 30 nm Durchmesser) zusammengefügt, welche die strukturelle Grundeinheit der Zellwände darstellen. Mehrere Mikrofibrillen werden zu Makrofibrillen gebündelt. Obwohl die chemische Zusammensetzung von Zellwänden gut bekannt ist, bestehen über deren räumliche Anordnung nur Modellvorstellungen. NULTSCH (2001) führt ein Modell an, das auf ALBERSHEIM und Mitarbeiter zurückgeht (*Abbildung 1*).

Demnach besteht die Primärwand einer Zelle gewebeartig aus zwei Polymeren, nämlich Zellulose-Mikrofibrillen, welche die Maschen eines Extensinnetzes (Zellwandprotein) durchdringen, eingebettet in ein hydrophiles Pektin-Hemizellulose-Gel, das als Matrix dient. Diese Extensinmoleküle tragen zwar Arabinose als Seitenketten, sie sind jedoch nicht mit Zellulose kovalent verbunden. Daraus kann abgeleitet werden, dass untereinander vernetzte Extensinmoleküle ein selbstständiges Gerüst bilden, das zusätzlich zum Gerüst der Zellulosefibrillen besteht und von diesem durchdrungen ist. CHESSON (1993) bestätigt die Grundannahmen dieses Modells, führt aber an, dass genauere Analysen der Zellwandpolymere auf einige Unzulänglichkeiten hinweisen. So kann nicht von der im Modell ausgegangenen homogenen Zusammensetzung der Zellwandpolymere ausgegangen werden und dies verändert auch die Feinstruktur einzelner Polymertypen und die Verteilung der Verteilung der Polymere innerhalb der Zellwand. Das gilt besonders für Pektin-Polysaccharide. JUNG & DEETZ (1993) haben daher ein Modell der Lignifizierung und der Abbaubarkeit von Zellwänden entwickelt, das der Zusammensetzung und den vielfältigen Bindungsarten zwischen den Molekülen eher Rechnung trägt. Die Grundzüge dieses Modells sind in *Abbildung 2* dargestellt. Lignin-Polymere sind in der Primärzellwand über Ether-Bindungen der Ferulasäure mit Arabinoxylan verankert. Die Ferulasäure ist dabei mit dem Arabinose-Substitut des Arabinoxylans verestert. Die Primärzellwand enthält mehr verzweigte Lignin-Polymere, die einen hohen Guajakyl-Anteil aufweisen (aus Coniferyl-Alkohol, d.h. 1 Methoxy-Gruppe), während in der Sekundärzellwand eher unverzweigtes, lineares Lignin vorherrscht, das reich an Syringyl ist (aus Sinapyl-Alkohol, d.h. 2 Methoxy-Gruppen). Durch seine zweite Methoxy-Gruppe ist Syringyl nicht in der Lage, im gleichen Ausmaß Bindungen und Verzweigungen einzugehen wie Guajakyl.

Infolgedessen ist das Lignin der Sekundärzellwand (mit hohem Syringyl-Anteil) nicht so nachteilig für die Abbaubarkeit der Zellwandkohlenhydrate. Dagegen führt Guajakyl zu mehr Verzweigungen und höherer Kondensation des Lignins mit dem Effekt, dass sich der Anteil und die Verzweigung des Lignins der Primärzellwand und der Mittellamelle erhöhen und durch die räumliche Behinderung des Enzymzutritts eine Verdauungsdepression eintritt. Dies stimmt auch gut mit der Beobachtung überein, dass Primärzellwand und Mittellamelle von Pansenmikroben nicht angegriffen werden, wogegen die Sekundärzellwand zum Teil abgebaut wird, obwohl auch diese lignifiziert ist

(ENGELS 1989; zit. nach JUNG & DEETZ 1993). Während der Vegetation ändert sich sowohl die Zusammensetzung der phenolischen Monomere (*p*-Cumarsäure/Ferulasäure) als auch der Anteil der Phenylpropane (Cumaryl-, Coniferyl- und Sinapylalkohol) im Lignin. Die *p*-Cumarsäure wirkt sich nachteiliger auf die Abbaubarkeit der Zellwand aus als die Ferulasäure (JUNG 1989). Das Nichtkern-Lignin vermindert die Verdaulichkeit in zweifacher Weise: (1) Die vom Nichtkern-Lignin hergestellte Quervernetzung von Lignin und Polysacchariden über Ester- und Etherbindungen schafft eine enge Verbindung zwischen beiden. Dabei verhindert das Kernlignin einen räumlichen Zutritt der Enzyme an die Polysaccharide und senkt somit das Ausmaß der Verdauung. (2) Nichtkern-Lignin Phenole, die nur mit Polysacchariden verestert jedoch nicht mit Kern-Lignin quervernetzt sind (d.h. Ferulasäure), können durch die räumliche Behinderung der Polysaccharidasen nur die Abbauraten der Gerüstkohlenhydrate mindern, jedoch nicht deren Ausmaß, da die Esterbindungen letztlich enzymatisch gespalten werden können. Es wird davon ausgegangen, dass Ferulasäure, die mit Arabinoxyylan verestert ist, als Ausgangspunkt für die Lignin-Polymerisation agiert. Das phenolische Hydroxyl der Ferulasäure geht eine Etherbindung mit den Vorläufern der Phenylpropan-Alkohole ein. Der Arabinoxyylan-Ferulasäure-Ester wird in der Primärzellwand in einem frühen Entwicklungszustand angelegt und Lignin an den Zellwand-Polysacchariden der Primärzellwand verankert. Auch mikroskopische Studien zeigen, dass die Lignifizierung von der Mittellamelle und der Primärzellwand ausgeht, wo auch die höchste Ligninkonzentration vorherrscht. Danach wächst das Lignin-Polymer in die Sekundärzellwand hinein, allerdings bei geringerer Quervernetzung mit Arabinoxyylan, womit die stärkere Verdauungsdepression in der Primärzellwand zu erklären ist, weil durch diese Quervernetzung die räumliche Behinderung der Enzyme gegeben ist. Dagegen bietet die lineare Anordnung des Lignins (ohne Verzweigungen) den hydrolytischen Enzymen eine größere Angriffsfläche für die Zellwand-Polysaccharide, die zwischen den Lignin-Ketten liegen. Das vorliegende Modell der Zellwandstruktur und -Lignifizierung von JUNG & DEETZ (1993) zeigt, dass vor allem die strukturellen Verhältnisse in der Zellwand, wie die Art der Quervernetzungen, die Abbaubarkeit der Gerüstsubstanzen beeinflussen und nicht so sehr die Konzentration einzelner Komponenten.

Van SOEST (1994) bezeichnet daher folgerichtig die größere, räumliche Anordnung der Zellwandkomponenten als den übergeordneten Faktor für die Eigenschaften der Zellwand, wogegen die kovalenten Bindungen zwischen den Zellwandkohlenhydraten diese nicht vollständig erklären können. Er definiert die Zellwand als ein Riesenzellmolekül mit kovalenten Bindungen, die von  $\beta$ -Glukanen über Xylan und Araban zu Zellwandprotein (Extensin) laufen. Dabei spielen Querverbindungen mit Extensin und den phenolischen Mono- und Dimeren von Ferula- und *p*-Cumarsäure sowie Lignin eine wichtige Rolle. Die physiko-chemischen Eigenschaften, welche die Nährstoffverfügbarkeit bestimmen, hängen daher vor allem von der Art der Bindung zwischen den chemischen Komponenten ab. Auch AMAN (1993) bezeichnet die komplexe dreidimensionale Struktur

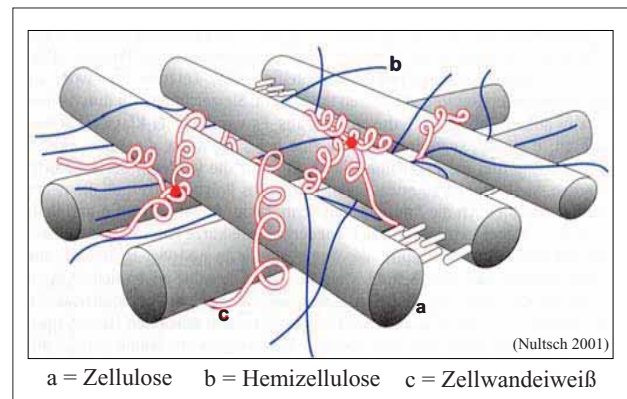


Abbildung 1: Modell der Gerüstsubstanzen (nach NULTSCH 2001) – Grundlage der Gerüstsubstanzen sind Zellulosefasern. Diese sind in ein Netz aus Hemizellulose und Zellwandprotein eingebettet.

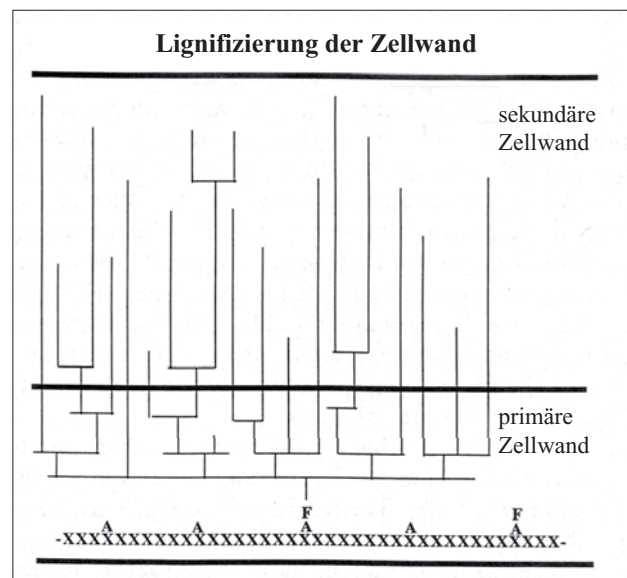


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Lignifizierung von Zellwänden des Wiesenfutters (nach JUNG & DEETZ 1993). Lignin-Polymere sind in der Primärzellwand mit Arabinoxyylan über Etherbindungen mit Ferulasäure (F) verankert. Die Ferulasäure ist mit den Arabinose-Substituten (A) des Xylans (X) verestert. Das Lignin-Polymer ist dargestellt durch dünne Linien mit verzweigten, Guajakyl-reichen Regionen und geraden, Syringyl-reichen Abschnitten. Die Primärzellwand ist reicher an Guajakyl-Einheiten als die Sekundärzellwand.

der Zellwand als entscheidender für deren Eigenschaften als die einzelnen Komponenten.

### 3. Die Verdaulichkeit sinkt durch Lignifizierung

In *Abbildung 3* ist der Gehalt an Rohfaser und NEL von Wiesenfutter sowie dessen Verdaulichkeit dargestellt, das aus einer Dauerwiese in Gumpenstein stammt, welche 2, 3 oder 4 mal im Jahr gemäht wurde (GRUBER et al. 2000). Die Verdaulichkeit wurde mit Schafen geprüft.

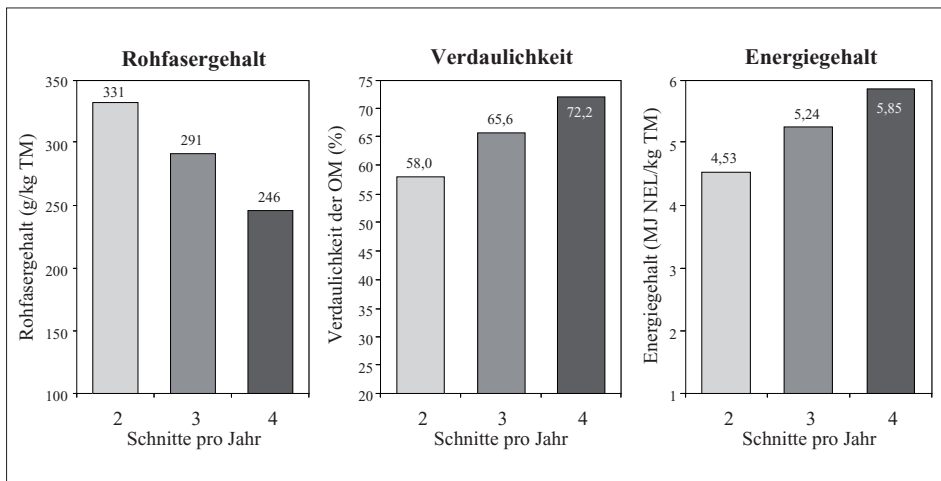
Werden pro Jahr nur 2 Schnitte durchgeführt, ergeben sich für die einzelnen Aufwüchse lange Vegetationszeiten und der Rohfasergehalt wird sehr hoch (33,1 %). Durch häufigeren Schnitt wird jüngerer Futter geerntet und der Rohfasergehalt sinkt auf 29,1 % (3-Schnitt-Nutzung) bzw. 24,6 % (4-Schnitt-Nutzung). Die Verdaulichkeit der organischen Substanz (d.h. der für das Tier nutzbare Teil des Futters) stieg mit Erhöhung der Nutzungshäufigkeit des Grünlandes von 58,0 auf 65,6 bzw. 72,2 %. Daraus errechnet sich ein Energiegehalt von 4,53, 5,24 und 5,85 MJ NEL pro kg TM. Das wiederum bedeutet, dass mit 1 kg TM eines solchen Futters 1,41, 1,64 oder 1,83 kg Milch erzeugt werden können.

Die Betrachtung der einzelnen Aufwüchse (*Abbildung 4*) zeigt deutlich, dass bei niedriger Nutzungshäufigkeit (2-Schnitt-Nutzung) besonders der 1. Aufwuchs für den geringen Energiegehalt verantwortlich ist (4,34 MJ NEL). Daher ist es zur Erreichung einer hohen Grundfutterqualität

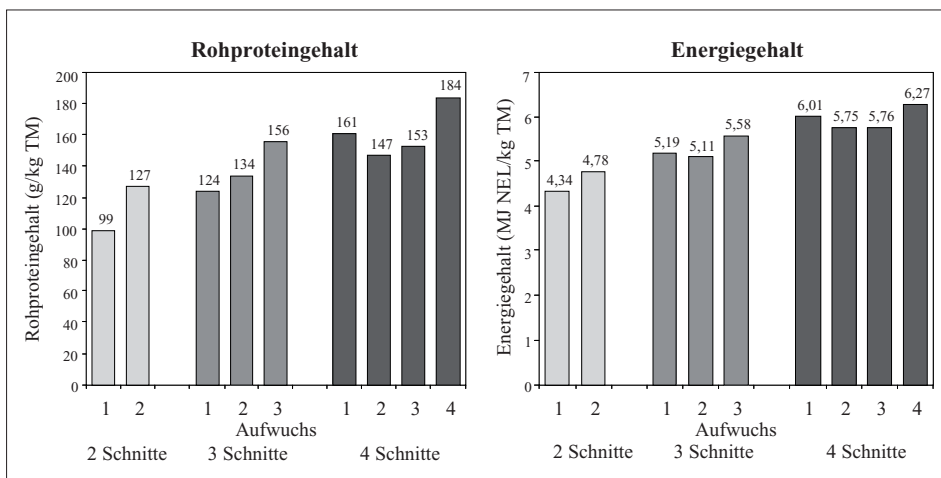
ganz entscheidend, besonders den 1. Aufwuchs rechtzeitig zu mähen. Es ist allerdings auch zu beachten, dass die Intensivierung der Nutzungshäufigkeit den Proteingehalt in stärkerem Maße erhöht als den Energiegehalt. Dadurch kommt es im Pansen zu einem Stickstoff-Überschuss (zur sog. positiven N-Bilanz im Pansen, RNB), da über das Futter mehr Protein in den Pansen herangeführt und von den Mikroben abgebaut wird, als diese auf Grund der Energieversorgung als Bakterienprotein synthetisieren können. Der dadurch im Pansen entstehende Ammoniak muss unter Energieaufwand als Harnstoff entgiftet werden und kann eine der Ursachen für Fruchtbarkeitsprobleme darstellen. Eine über den Bedarf hinausgehende Proteinversorgung beeinflusst die Fruchtbarkeit negativ (JORDAN & SWANSON 1979, FERGUSON & CHALUPA 1989, BUTLER 1998). Die RNB betrug bei den drei Schnithäufigkeiten (2, 3, 4) 0,4, 1,8 bzw. 3,9 g/kg TM. Für die Fütterung der Milchkühe ergibt sich als Konsequenz, in jungem Stadium geerntetes Grünland-

futter durch energiereiche Grund- bzw. Kraftfuttermittel zu ergänzen (Maissilage, Getreide usw.). Nur unter diesen Bedingungen kann das im Futter enthaltene Protein effizient genützt und in wertvolles Mikrobenprotein umgewandelt werden.

Ein weiteres Beispiel für den Rückgang der Nährstoffverfügbarkeit im Laufe der Vegetation ist in *Abbildung 5* angeführt (GRUBER et al. 2008a). Es zeigt den Abbau von Wiesenfutter im Pansen von Ochsen während einer Versuchsdauer von 7 Wochen des ersten Aufwuchses. Die potenzielle Abbaubarkeit des Futters im Pansen geht von 82 auf 73 % zurück. Die effektive Abbaubarkeit (unter Berücksichtigung einer Passagerate von 5 % pro Stunde) reduziert sich von 58 auf 47 %. Entscheidend für die Futteraufnahme ist darüber hinaus auch die Geschwindigkeit des Abbaus, denn es kann erst wieder Futter aufgenommen werden, wenn die vorhergehende Mahlzeit von den Mikroben des Pansens verdaut und damit freier Platz für weiteres Futter im Pansen geschaffen wurde. Die Kurven ergeben, dass junges Futter im Ausmaß von 7,5 % pro Stunde fermentiert wird und altes Futter mit einer Rate von nur 5,0 %.



**Abbildung 3: Rohfasergehalt, Verdaulichkeit und Energiekonzentration von Wiesenfutter bei unterschiedlicher Nutzungshäufigkeit – im Laufe der Vegetation nimmt der Gehalt an Gerüstsubstanzen zu und deren Verdaulichkeit gravierend ab (nach GRUBER et al. 2000).**



**Abbildung 4: Bei niedriger Nutzungshäufigkeit weist besonders der 1. Aufwuchs einen geringen Protein- und Energiegehalt auf – dieser muss daher rechtzeitig geerntet werden, um eine zufriedenstellende Grundfutterqualität zu erreichen. Um bei jung geerntetem Grünlandfutter N-Überschüsse im Pansen zu vermeiden, ist eine Ergänzung mit energiereichem Grund- und Kraftfutter erforderlich (nach GRUBER et al. 2000).**

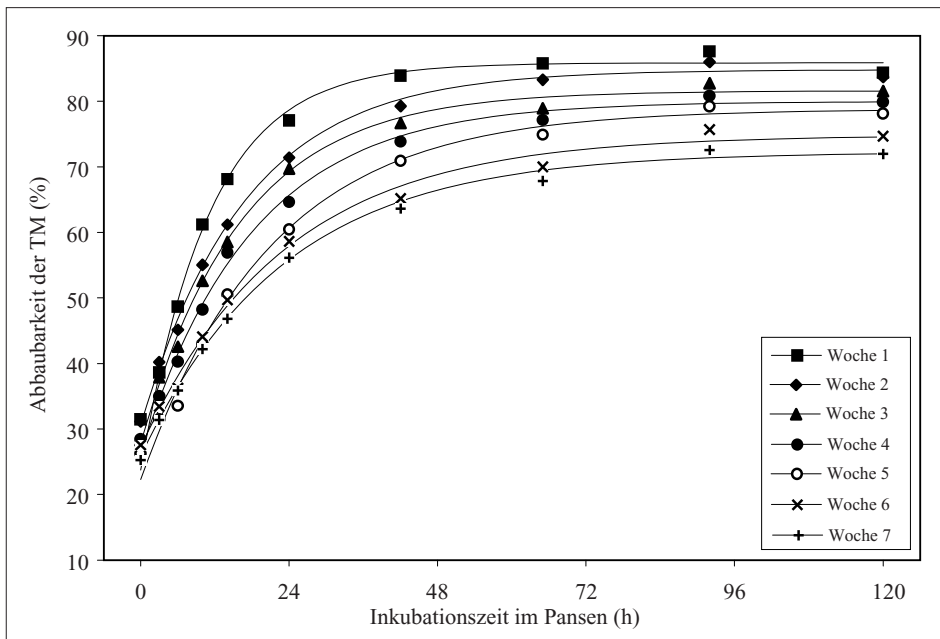


Abbildung 5: Abbau des Futters im Pansen – im Laufe der Vegetation geht sowohl das Ausmaß der Fermentation als auch deren Geschwindigkeit zurück – dadurch vermindert sich auch die Futteraufnahme und in der Folge auch die Milchleistung aus dem Grundfutter (nach GRUBER et al. 2008a).

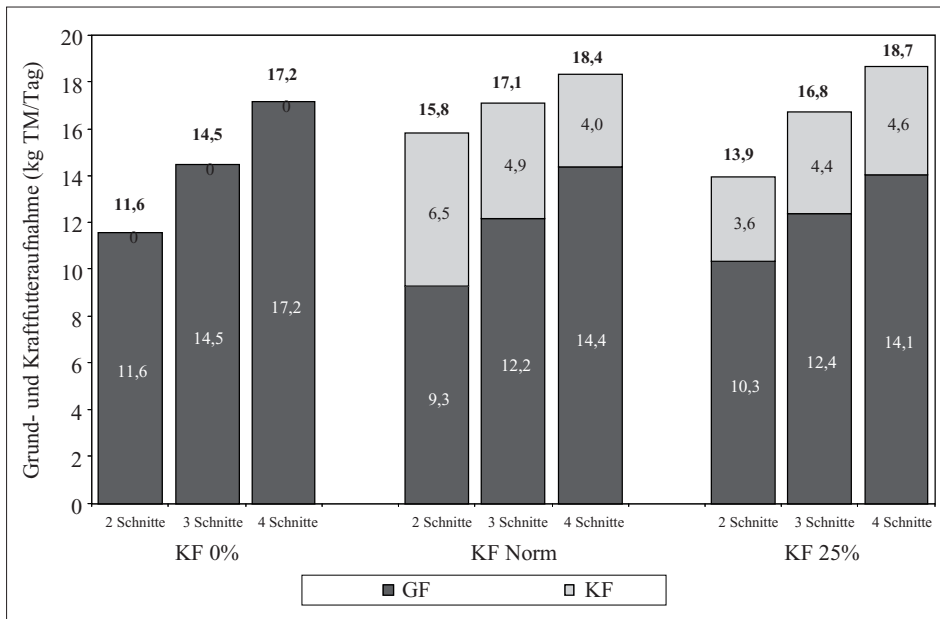


Abbildung 6: Futteraufnahme von Kühen bei 2-, 3- oder 4-Schnittnutzung des Grünlandes und bei 3 Kraftfutterniveaus – Kraftfutter führt zu einem deutlichen Rückgang der Grundfutteraufnahme, sog. Grundfuttermverdrängung (nach GRUBER et al. 2000).

#### 4. Futteraufnahme und Milchleistung sind eine Folge der Grundfutterqualität

Im höheren Milchleistungsbereich wird die Futteraufnahme einer Kuh hauptsächlich über die Füllung ihres Pansens bestimmt, d.h. sie frisst soviel und solange, bis ihr Pansen gefüllt ist. Klarerweise sind es die Gerüstsubstanzen des Futters (und nicht die Zellinhaltsstoffe), die für die Füllung

ihres Pansens verantwortlich sind. Daher entscheidet der Gehalt an Gerüstsubstanzen über die Füllung des Pansens (MERTENS 1994). Von einem Futter mit wenig Gerüstsubstanzen kann folglich mehr Trockenmasse gefressen werden als von Futter mit viel Gerüstsubstanzen, um die gleiche Menge an Faser aufzunehmen. Da Futter mit einem geringeren Gehalt an Faser noch dazu nährstoffreicher ist als älteres Futter (siehe Abbildung 3), ist die Aufnahme an verfügbaren Nährstoffen und Energie noch wesentlich höher als die der Trockenmasse.

In Abbildung 6 und 7 sind die Futteraufnahme und Milchleistung von Kühen dargestellt, die das in Abbildung 3 beschriebene Wiesenfutter (Nutzungshäufigkeit von 2, 3 bzw. 4 Schnitten, als Heu konserviert) in einem langfristigen Fütterungsversuch verzehrt haben, und zwar in einer Gruppe ausschließlich mit Grundfutter und in einer zweiten Versuchsgruppe bei bedarfsgerechter Kraftfutterergänzung (GRUBER et al. 2000). Durch die unterschiedliche Grundfutterqualität ergeben sich verschiedene Kraftfuttermengen.

Ohne Kraftfutter erhöhte sich die Grundfutteraufnahme von 11,6 auf 14,5 bzw. 17,2 kg TM, wenn die Wiese 2, 3 oder 4 mal gemäht wurde, also um 25 bzw. 48 %. Dies ist eine außerordentlich hohe Grundfutteraufnahme, die zeigt, dass das Futter eine hohe Verdaulichkeit und Abbaubarkeit im Pansen hatte.

Um den Energiebedarf entsprechend ihrer Leistung zu decken, war eine Kraftfutterergänzung im Ausmaß von 6,5, 4,9 und 4,0 kg TM erforderlich. Die Gesamtfutteraufnahme erhöhte sich zwar dadurch, doch die Grundfutteraufnahme war geringer (9,3, 12,2 bzw. 14,4 kg TM). Diese sog. Grundfuttermverdrängung hat ihre Ursache einerseits durch den von Kraftfutter verursachten Rückgang des pH-Wertes im Pansen und andererseits durch die mit dem Kraftfutter zugeführten Energiemengen, die eine physiologische Sät-

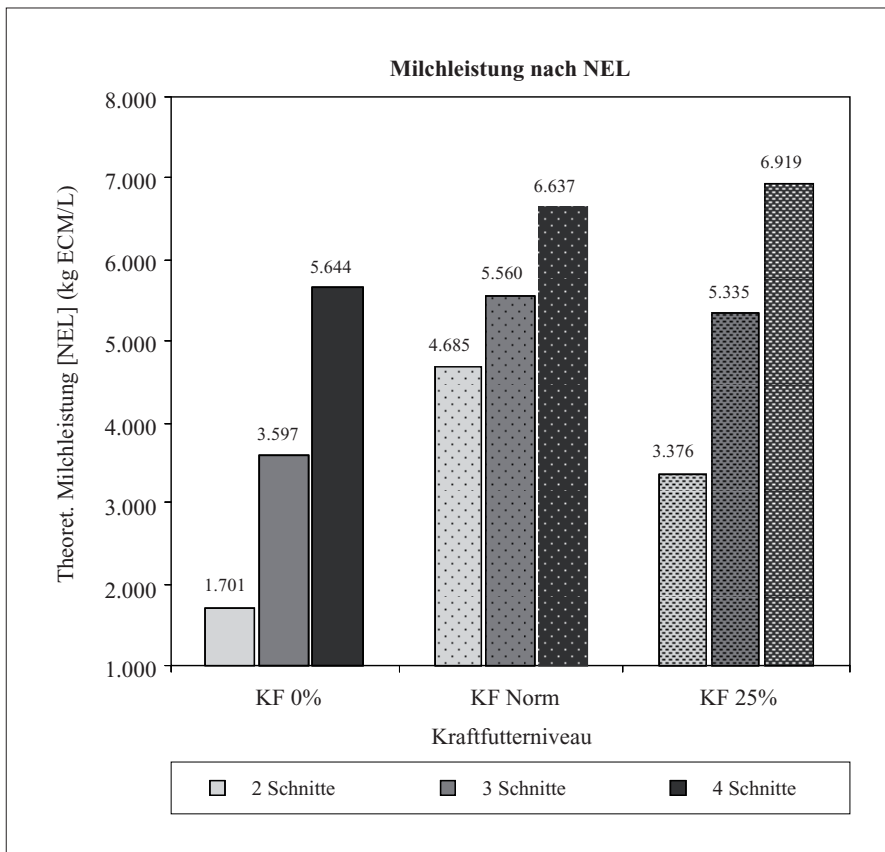


Abbildung 7: Milchleistung von Kühen bei 2-, 3- oder 4-Schnittnutzung des Grünlandes und bei drei Kraftfutterniveaus – die volle Wirkung der Grundfutterqualität kommt vor allem bei geringer Kraftfütterergänzung zum Tragen. Auch durch hohe Kraftfüttergaben kann niedrige Grundfutterqualität nicht wettgemacht werden (nach GRUBER et al. 2000).

Tabelle 1: Richtwerte für den Nährstoffgehalt von Grassilage und Heu (GRUBER et al. 2008b)

		Heu		Grassilage	
		1. Aufwuchs	Folgeaufwüchse	1. Aufwuchs	Folgeaufwüchse
TM	g/kg FM	> 870	> 870	300 – 400	300 – 400
RP	g/kg TM	100 – 120	120 – 140	140 – 160	150 – 170
nXP	g/kg TM	110 – 125	120 – 135	130 – 140	127 – 135
RNB	g/kg TM	-1,8 – 0,0	0,5 – 2,0	3,3 – 3,8	4,6 – 5,7
RFA	g/kg TM	270 – 290	250 – 270	220 – 270	220 – 260
RA	g/kg TM	70 – 85	85 – 95	90 – 100	100 – 110
ME	MJ/kg TM	9,4 – 9,7	9,2 – 9,5	9,7 – 10,1	9,3 – 9,6
NEL	MJ/kg TM	5,4 – 5,7	5,3 – 5,6	5,8 – 6,1	5,5 – 5,8

TM = Trockenmasse, XF, XA = Rohfaser, Rohasche  
 XP, nXP, RNB = Rohprotein, nutzbares Rohprotein, ruminale Stickstoffbilanz  
 ME, NEL = umsetzbare Energie, Nettoenergie Laktation

tigung der Kuh nach sich ziehen und dadurch die Grundfutteraufnahme verringern (FAVERDIN et al. 1991). Trotz höheren Kraftfutteranteils war die Gesamtfutteraufnahme bei 2-Schnitt-Nutzung geringer als bei höherer Nutzungsfrequenz.

Die Milchleistung zeigt ein der Futteraufnahme entsprechendes Bild. Ohne Kraftfutter betrug die nach NEL mögliche Milchleistung 1.701, 3.597 bzw. 5.644 kg ECM (unter praktischen Verhältnissen wäre das Grundfutter der

2-Schnitt-Nutzung nicht für Milchkühe geeignet und verursacht eine zu hohe Fettmobilisation). Unter den Bedingungen bedarfsgerechter Kraftfütterergänzung gaben die Kühe 4.685, 5.560 bzw. 6.637 kg Milch. Dieses Ergebnis zeigt sehr deutlich, dass sich niedrige Grundfutterqualitäten nicht für die Milcherzeugung eignen und auch durch hohe Kraftfüttergaben nicht wettmachen lassen. Für hohe Milchleistungen sind eine hohe Grundfutterqualität und entsprechende Kraftfüttergaben erforderlich.

In Tabelle 1 sind die Richtwerte für den Nährstoffgehalt von Grassilage und Heu angeführt, wie sie von der österreichischen Fütterungsberatung empfohlen werden.

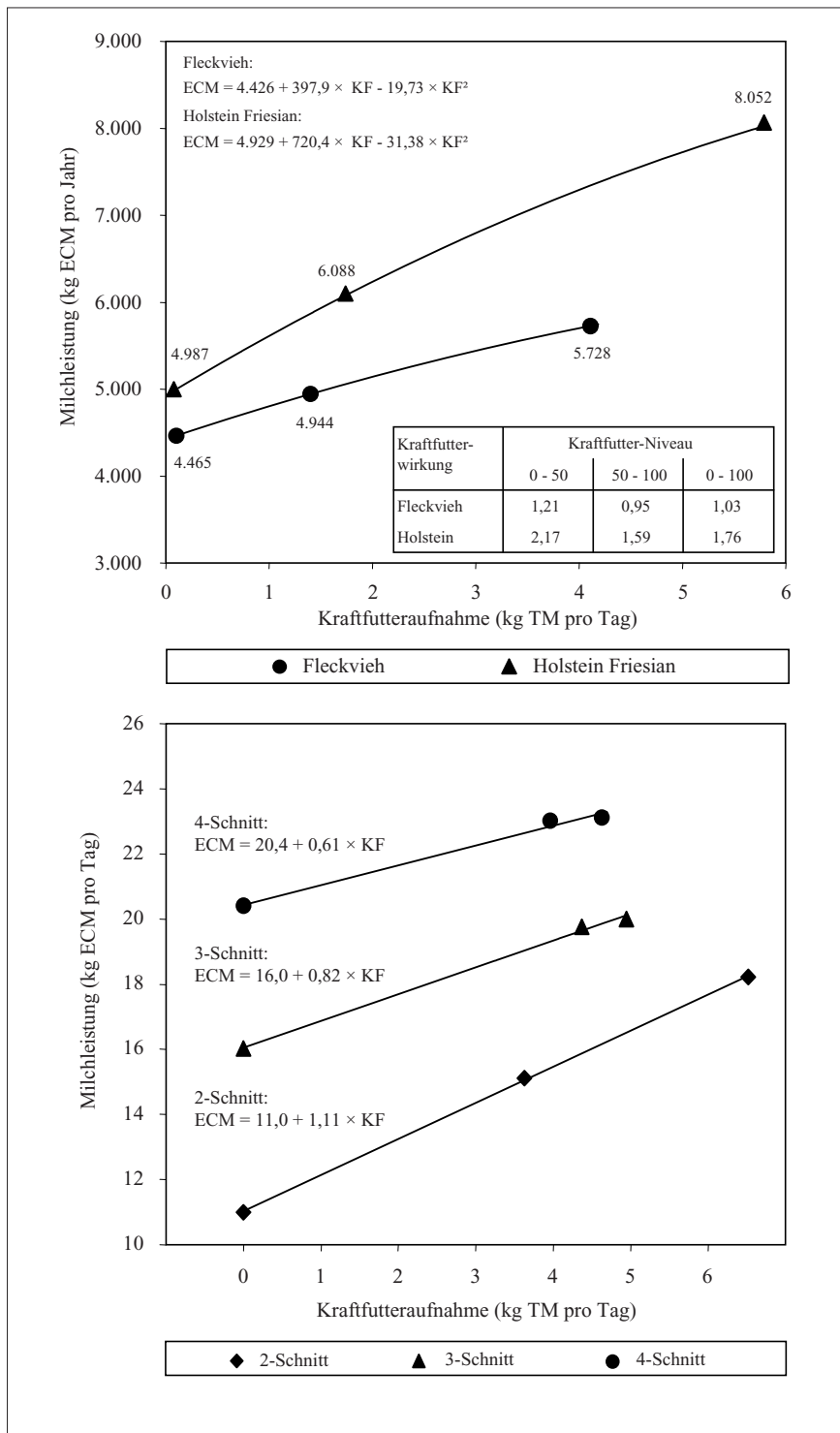
## 5. Kraftfutter nur effizient einsetzen

Wenn Kraftfutter gefüttert wird, dann ist die Grundfütterverdrängung zu beachten. Die Grundfütterverdrängung durch Kraftfutter variiert je nach Rationstyp, Energiebilanz und Laktationsstadium der Kuh zwischen 0,3 und 0,9 kg (FAVERDIN et al. 1991).

Bei geringer Milchleistung kann je 1 kg TM Kraftfutter nur eine Milchleistungssteigerung von etwa 0,4 bis max. 1,0 kg erwartet werden. Erst bei hoher Milchleistung und damit verbundener negativer Energiebilanz kann je kg gefüttertem Kraftfutter eine Zunahme der Milchleistung um 1,0 bis maximal 2,3 kg erwartet werden (COULON & REMOND 1991, GRUBER 2007). Dies zeigen auch die in Gumpenstein durchgeführten Fütterungsversuche zum Einfluss der Grundfutterqualität und des

Kraftfutterniveaus auf die Milchleistung (GRUBER et al. 1995, GRUBER et al. 2000, siehe Abbildung 8).

In der Praxis ist daher ab dem 150. bis 200. Laktationstag fast immer eine geringe Kraftfüttereffizienz gegeben. Hier muss daher die Kraftfüttereinsatzhöhe sehr kritisch geprüft werden, weil durch das Kraftfutter sehr viel Grundfutter aus der Ration verdrängt wird und die Effizienz des Kraftfutters gering ist.



**Abbildung 8: Effizienz des Kraftfuttereinsatzes in Abhängigkeit von Milchleistungspotenzial und Grundfutterqualität (nach GRUBER 2007) – die Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung hängt letztlich ab vom Energieversorgungsgrad der Milchkuh. Ist dieser niedrig (d.h. bei Energiedefizit), wird die über Kraftfutter zusätzlich zugeführte Energie gut verwertet und in Milch umgewandelt. Energiedefizite treten eher auf bei hohem Leistungspotenzial der Kühe und bei niedriger Grundfutterqualität. Bei hohem Energieversorgungsgrad (d.h. Energieüberschuss) ist das Leistungspotenzial der Milchkuh erreicht und die über Kraftfutter zugeführte Energie kann nicht mehr in Milchleistung sondern nur als Körperansatz umgewandelt werden. Energieüberschuss tritt auf bei niedrigem Leistungspotenzial der Kühe und bei hoher Grundfutterqualität.**

## 6. Literatur

BERG, J.M., J.L. TYMOCZKO und L. STRYER, 2003: Biochemie. 5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag Gustav Fischer. 1153 S.

BUTLER, W.R., 1998: Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81, 2533-2539.

CHESSON, A., 1993: Mechanistic models of forage cell wall degradation. In: *Forage Cell Wall Structure and Digestibility. International Symposium on Forage Cell Wall Structure and Digestibility (Madison, Wisconsin, USA, 1991)*. Editors: H.G. Jung et al. ASA-CSSA-SSSA. 347-376.

COULON, J.B. und B. REMOND, 1991: Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: a review. *Livest. Prod. Sci.* 29, 31-47.

FAVERDIN, P., J.P. DULPHY, J.B. COULON, R. VERITE, L.P. GAREL, L. ROUEL und B. MARQUIS, 1991: Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 27, 137-156.

FERGUSON, J.D. und W. CHALUPA, 1989: Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 746-766.

GRUBER, L., R. STEINWENDER und W. BAUMGARTNER, 1995: Einfluß von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. Bericht 22. Tierzuchttagung BAL Gumpenstein, 9.-10. Mai 1995, 1-49.

GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, R. STEINWENDER und B. STEINER, 2000: Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung BAL Gumpenstein, 6.-8. Juni 2000, 41-88.

GRUBER, L., 2007: Einfluss der Kraftfuttermenge auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkuhen. Bericht 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 19.-20. April 2007, 35-51.

GRUBER, L., M. URDL und A. SCHAUER, 2008a: Ruminarer Abbau der Trockenmasse *in situ* und Gehalt an Gerüstsubstanzen von Wiesenfutter während der

- Vegetation. Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Science Symposium on Nutrition of Domestic Animals "Zadavec-Erjavec Days", Radenci, 13.-14. November 2008, 174-182.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER und R. RESCH, 2008b: Hohe Grundfutterqualität bleibt unersetzbar. Der Fortschrittliche Landwirt 86 (Heft 9), 16-19.
- JORDAN, E.R. und L.V. SWANSON, 1979: Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein, and albumin in the high-producing dairy cow. J. Dairy Sci. 62, 58-63.
- JUNG, H.G. und G.C. FAHEY, 1983a: Nutritional implications of phenolic monomers and lignin: a review. J. Anim. Sci. 57, 206-219.
- JUNG, H.G. und G.C. FAHEY, 1983b: Interactions among phenolic monomers and *in vitro* fermentation. J. Dairy Sci. 66, 1255-1263.
- JUNG, H.G. und K.P. VOGEL, 1986: Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. J. Anim. Sci. 62, 1703-1712.
- JUNG, H.G., 1989: Forage lignins and their effects on fiber digestibility. Agron. J. 81, 33-38.
- JUNG, H.G. und D.A. DEETZ, 1993: Cell wall lignification and degradability. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility. International Symposium on Forage Cell Wall Structure and Digestibility (Madison, Wisconsin, USA, 1991). Editors: H.G. Jung et al. ASA-CSSA-SSSA. 315-346.
- MENKE, K.-H. und W. HUSS, 1987: Tierernährung und Futtermittelkunde. 3. Auflage, Verlag UTB Ulmer Stuttgart, 424 S.
- MERTENS, D.R., 1994: Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization. National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization (Lincoln, Nebraska, USA, 1994). Editors: G.C. Fahey et al. ASA-CSSA-SSSA. 450-493.
- NULTSCH, W., 2001: Allgemeine Botanik. 11. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart New York, 663 S.
- OESTMANN, A., K.-H. SÜDEKUM, K. VOIGT und M. STANGASSINGER, 1995: Zur Rolle von Lignin und phenolischen Monomeren in Futtermitteln für Wiederkäuer. I. Vorkommen, Funktionen und Nachweisverfahren. Übers. Tiernährg. 23, 105-131.
- RALPH, J. und R.F. HELM, 1993: Lignin/hydroxycinnamic acid/polysaccharide complexes: synthetic models for regiochemical characterization. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility. International Symposium on Forage Cell Wall Structure and Digestibility (Madison, Wisconsin, USA, 1991). Editors: H.G. Jung et al. ASA-CSSA-SSSA. 201-246.
- SULLIVAN, J.T., 1966: Studies of the hemicelluloses of forage plants. J. Anim. Sci. 25, 83-86.
- SÜDEKUM, K.-H., A. OESTMANN und M. STANGASSINGER, 1995: Zur Rolle von Lignin und phenolischen Monomeren in Futtermitteln für Wiederkäuer. II. Einfluss auf die Verdauung pflanzlicher Gerüstsubstanzen. Übers. Tiernährg. 23, 229-260.
- Van SOEST, P.J., 1964: Symposium on nutrition and forage and pastures: new chemical procedures for evaluating forages. J. Anim. Sci. 23, 838-845.
- Van SOEST, P.J., 1965: Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci. 24, 834-843.
- Van SOEST, P.J., 1967: Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. J. Anim. Sci. 26, 119-128.
- Van SOEST, P.J. und J.B. ROBERTSON, 1980: Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: Standardization of Analytical Methodology for Feeds. Editors: O.J. Pidgeon, C.C. Balch und M. Graham. International Development Research Center Ottawa 1980, 49-60.
- Van SOEST, P.J., 1993: Cell wall matrix interactions and degradation – session synopsis. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility. International Symposium on Forage Cell Wall Structure and Digestibility (Madison, Wisconsin, USA, 1991). Editors: H.G. Jung et al. ASA-CSSA-SSSA. 377-395.
- Van Soest, P.J., 1994: Nutritional Ecology of the Ruminant. 2. Auflage, Cornell University Press, Ithaca und London, 476 S.
- WILSON, J.R., 1993: Organization of forage plant tissues. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility. International Symposium on Forage Cell Wall Structure and Digestibility (Madison, Wisconsin, USA, 1991). Editors: H.G. Jung et al. ASA-CSSA-SSSA. 1-32.

# Aufbau, Struktur und Bedeutung der Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum

## *Structure and relevance of feed value tables of forage from Alpine space*

Reinhard Resch<sup>1\*</sup>

### Zusammenfassung

Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Forschung (LFZ Raumberg-Gumpenstein), Futtermittellabor Rosenau, den Landwirtschaftskammern sowie dem Südtiroler Versuchszentrum auf der Laimburg, konnte die 2. erweiterte und völlig neu bearbeitete Auflage der Futterwerttabellen für das alpenländische Grundfutter mit einer aktuellen und umfangreicheren Datenbasis (über 22.000 Grundfuttermittel) aufgestellt werden. Die Erweiterung hinsichtlich Futtermittel umfasst neue Tabellen für Weidefutter und Futtermittel wie Biertreber, Erbse und Sudangras etc. Die Tabellenstruktur, die bisher Rohnährstoffe, UDP, nXP, RNB, Energie und Mengenelemente enthielt, wurde durch die Spurenelemente Eisen, Mangan, Zink und Kupfer sowie die Futterwertzahl, als Instrument für die Futtermittelklassifizierung, erweitert. Das gesamte Tabellenwerk umfasst unterschiedliche Pflanzenbestände wie z.B. Dauergrünland, Feldfutter, Silomais etc., welche in die Grundfutterarten Silage, Heu und Grünfutter unterteilt wurden. Innerhalb eines Grundfuttermittels erfolgt die Untergliederung in Aufwuchs und Vegetationsstadien.

Für die praktische Arbeit mit dem Tabellenwerk wird die Kombination der Tabellenwerte mit der sensorischen Silage- und Heubewertung (ÖAG-Sinnenprüfung) empfohlen. Durch diesen Prozess setzen sich die Landwirte verstärkt mit ihren Grundfuttermitteln auseinander und können ihr Qualitätsbewusstsein und Fachwissen anheben. Das Datenmaterial der 2. Auflage der ÖAG-Futterwerttabellen wurde mit Ende des Jahres 2006 in die wichtigsten österreichischen Futterrationsprogramme für Rinder und kleine Wiederkäuer (Schafe und Ziegen) aufgenommen und steht seither auch für Rationsberechnungen zur Verfügung.

Es ist von außerordentlich großer Bedeutung, dass die Anwenderschaft in Österreich (Landwirte, Berater, Lehrer etc.) mit standortangepassten Grundfutterwerten operieren, weil es ansonsten zu massiven Fehleinschätzungen kommen kann, die sich wirtschaftlich negativ auswirken können.

*Schlagwörter:* Grundfutterqualität, Futterwert, Sensorikbewertung, Grundfuturaufnahme, Rationsberechnung

### Summary

The upgraded edition of feed value tables of forage from Alpine space was prepared by an interdisciplinary cooperation of the agricultural research and education centre LFZ Raumberg-Gumpenstein, the animal feed laboratory Rosenau, the agricultural chambers and the research centre Laimburg (South Tyrol). The database of this second edition includes more than 22,000 forage samples. New tables have been created for forage from pastures and different feedstuffs like spent grains, pea, sorghum etc. The table structure has been extended for trace elements (Fe, Mn, Zn, Cu) and for a feed value index to classify forage quality. The tables also include different forage from permanent grassland, ley farming but also silage maize. Feed stuffs are structured by conservation system like silage, hay and green grass and classified by cuts and phenological phases.

The usage of feed value tables in combination with organoleptic evaluation of silage and hay is to be seen as a recommendable tool that farmers will help to increase their expertise and consciousness on forage quality in practice. The Austrian feed ration programs for dairy cows, sheep and goats are based on data of the feed value tables. It is definitely important for Austrian farmers, agricultural consultants and teachers to use well adjusted feed value data of the typical forage from Austria to avoid negative economic consequences.

*Keywords:* forage quality, feed value, organoleptic evaluation, feed intake, feed ration calculation

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Referat für Futterkonservierung und Futterbewertung, A-8952 Irdning

\* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, email: [reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at](mailto:reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at)



## 1. Einleitung

Die Qualität des Grundfutters von Wiesen, Weiden und Ackerfutter hat in der leistungsorientierten Fütterung des Alpenraumes einen sehr hohen Stellenwert, weil eine gute Grundfutterleistung nur in Kombination mit qualitativ hochwertigen, wirtschaftseigenen Futtermitteln erreicht werden kann. Die Landwirte im Alpenraum produzieren heute Grundfutter im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie. Auf der einen Seite streben ökonomisch wirtschaftende Milchviehbetriebe nach sehr hohen Einzeltierleistungen, die nur über Spitzenqualitäten im Grundfutter erreicht werden können, auf der anderen Seite werden viele Flächen nach umweltrelevanten Kriterien (ÖPUL = Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft) bewirtschaftet, welche geringere Futterqualitäten hervorbringen.

Die Futterbestände des Alpenraumes liefern im Hinblick auf Qualität (Rohnährstoffe, Mineralstoffe, Vitamine, Futterenergie) ein heterogenes Grundfutter. Die bedarfsgerechte Versorgung des Wiederkäuers stellt für den Landwirt täglich eine Herausforderung dar, weil letztlich der wirtschaftliche Betriebserfolg eng mit der Leistung und Gesundheit der Nutztiere zusammenhängt. Die neuen ÖAG-Futterwerttabellen sollen für jede Grundfutterart allgemeingültige Werte zur Verfügung zu stellen.

Zur exakten Rationsberechnung wird etwa ein Prozent der österreichischen Futterpartien chemisch analysiert, der überwiegende Teil der Grundfuttermittel wird nach Gefühl und Erfahrung verfüttert. Wenn keine exakten Analysenwerte vorliegen, so sollen in Zukunft die 2. Auflage der Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum in Kombination mit Rationsberechnungsprogrammen hergenommen werden, damit die Schnittstellen „Tier – Leistung – Grundfutter – Kraftfutter“ besser umgesetzt werden können. Die wichtigsten Grundlagen und der Aufbau der 2. Auflage der ÖAG-Futterwerttabellen, vor allem aber die Bedeutung für das Grundfutter im Alpenraum werden im Folgenden dargestellt.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Datenbasis

In der 1. Auflage der Österreichischen Futterwerttabellen (BUCHGRABER et al. 1996, 1998) wurden rund 7.000 Grundfuttermittel ausgewertet. Die 2. erweiterte und völlig neu bearbeitete Auflage (RESCH et al. 2006) beinhaltet 22.119 Futterproben aus Österreich und 690 aus Südtirol (Tabelle 1). Für die Gewährleistung der Aktualität der Tabellen wurden nur Futterproben aus den vergangenen 10 Jahren (1997-2006) verwendet. Die Vergleichbarkeit der Analysenwerte aus den drei Labors ist gegeben, weil die Futteranalysen vom LFZ Raumberg-Gumpenstein, Futtermittellabor Rosenau und der Laimburg mit anerkannten Standardmethoden durchgeführt werden.

Das Futtermittellabor Rosenau (Landwirtschaftskammer Niederösterreich) stellte in dankenswerter Weise eine sehr umfangreiche Datenbasis von Silagen und Heu aus Praxisbetrieben zur Verfügung. Die Daten des LFZ Raumberg-Gumpenstein lagen schwerpunktmäßig im Grünfütterbe-

**Tabelle 1: Probenanzahl in den ÖAG-Futterwerttabellen 2006 in Abhängigkeit von Nutzung und Futterart**

Futternutzung und Futterart	Silage	Heu und Grummet	Grünfütter
	[n]	[n]	[n]
<b>Grünlandfütter</b>			
Dauerwiesen	10184	3412	4171
Naturschutz- und Streuwiesen	-	-	213
Kultur-, Mäh- u. Kurzrasenweiden	-	-	575
Hut- und Almweiden	-	-	926
<b>Feldfütter</b>			
Rotklee gras	638	9	420
Luzernegras	276	18	90
Landsberger Gemenge	26	-	-
Rotklee	29	-	-
Luzerne	62	30	71
<b>Mais</b>			
Silomais	1135	-	349
Maiskolbensilage (CCM)	11	-	-
Maiskornsilage	48	-	-
<b>Sonstige</b>			
Ganzpflanzensilage (GPS)	37	-	-
Erbse	18	-	-
Sudangras	8	-	13
Biertreber	15	-	-
Stroh	-	25	-
Probenanzahl insgesamt	<b>12487</b>	<b>3494</b>	<b>6828</b>

reich, wobei sehr darauf geachtet wurde, dass hauptsächlich Werte aus Praxisprojekten verwendet wurden. Sämtliche Datensätze wurden in einer gemeinsamen Datenbasis zusammengefasst und die Werte auf Plausibilität geprüft. Einige Proben waren aufgrund von hohen Rohaschewerten (erdige Futtermittelverschmutzung) auffällig, deswegen wurde festgelegt, dass für die Auswertung Rohaschelimits gelten. Eliminiert wurden bei Heu bzw. Grummet jene Proben mit Rohaschgehalten, die über 130 g/kg TM lagen, alle Silagen über 140 g/kg TM und bei Leguminosen alle Rohaschewerte über 150 g/kg TM. Dieser Schritt war notwendig, weil teilweise die Mittelwerte der Mineralstoff- und Spurenelementgehalte durch die erdige Verschmutzung stark beeinflusst wurden.

### 2.2 Vegetationsstadien von Futterbeständen

In den ÖAG-Futterwerttabellen wird jedem phänologischen Vegetationsstadium ein bestimmter Rohfasergehalt zugewiesen, der von der Futterart (Silage, Heu oder Grünfütter) und vom Aufwuchs abhängt (Tabelle 2). Die ÖAG-Futterwerttabelle für den Alpenraum verwendet bei den Folgeaufwüchsen zum Unterschied von der 7. Auflage der deutschen DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (DLG 1997) bzw. der 4. Auflage der Schweizer Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer (RAP 1999, ALP 2006, ALP 2008), nicht die Einteilung in Wochen, sondern nach Entwicklungsstadien, wie im 1. Aufwuchs. Durch die Anwelkung bei der Silierung bzw. die Heutrocknung treten Bröckelverluste insbesondere bei Leguminosen und Kräutern auf, welche eine Differenzierung im Rohfasergehalt erfordern. Gegenüber Grünfütter

**Tabelle 2: Rohfasergehaltswerte der Vegetationsstadien in Abhängigkeit von Konservierung und Aufwuchs**

1. Aufwuchs	Silage	Heu	Grünfütter intensiv	Grünfütter extensiv
Schossen	< 230	< 240	< 210	< 220
Ähren- / Rispschieben	230-260	240-270	210-240	220-250
Beginn Blüte	260-290	270-300	240-270	250-270
Mitte Blüte	290-320	300-330	270-300	270-300
Ende Blüte	290-320	300-330	>300	300-330
Überständig	> 320	> 330		>330

2. + Folgeaufwüchse	Silage	Heu	Grünfütter
Schossen	< 220	< 230	< 200
Ähren- / Rispschieben	220-250	230-260	200-230
Beginn Blüte	250-280	260-290	230-260
Mitte bis Ende Blüte	280-300	290-310	260-290
Überständig	> 300	> 310	> 290

ist der Rohfasergehalt einer Silage um etwa 2 % höher, der von Heu bzw. Grummet ist um 3 % höher anzusetzen.

Bei den Maissilagen wurde die Einteilung in Reifestadien (Milchreife, Beginn Teigreife und Ende Teigreife) sowie nach dem Kolbenanteil (niedrig, mittel und hoch) vorgenommen. Das Hauptkriterium für das Reifestadium ist die Trockenmasse im Kolben, der Kolbenanteil an der Gesamtpflanze hängt eng mit dem Rohfasergehalt zusammen.

### 2.3 Energiebewertung der Futtermittel

Die Futterenergie der LFZ-Futterproben wurde mit Hilfe von Schätzgleichungen auf Basis der DLG-Futterwerttabellen (1997) ermittelt. Die enge Beziehung zwischen dem Gehalt an verdaulicher organischer Masse in g/kg TM (dOMD) und der Energiedichte in MJ/TM (ME bzw. NEL) ist die Basis für eine Regressionsgleichung. Auf diese Art und Weise ist es möglich über die OM-Verdaulichkeit (nach TILLEY und TERRY 1963) die Futterenergie zu schätzen.

Das Prinzip der Regressionsgleichung wird auch im Futtermittellabor Rosenau zur Anwendung gebracht, um die Energiedichte zu schätzen. Hier wird die enge Beziehung der Rohfaser zur Futterqualität genutzt, um zuerst die Verdauungskoeffizienten der Rohnährstoffe nach GRUBER et al. (1997) zu berechnen. In weiterer Folge können mit den klassischen Formeln aus den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. Auflage (1997) die unterschiedlichen Energiedichten (GE, ME und NEL) abgeleitet werden.

In der Auswertung wurde keine Rücksicht darauf genommen, mit welchem Verfahren die Energiedaten ermittelt wurden. Die Südtiroler Futterwerttabelle für Grünfütter aus Wiesen wurde einerseits nach dem Deutschen Energiebewertungssystem und andererseits mit dem Schweizer Futterbewertungssystem dargestellt, weil in Südtirol die Energie über Nettoenergie-Mast (NEV) und Nettoenergie-Laktation (NEL) bewertet wird. Für DACCORD und ARRIGO (1992) ist die Schätzung der V<sub>KOS</sub> (Verdaulichkeit der organischen Masse) entscheidend für die genaue Nährwertbestimmung und für einen optimalen Raufuttereinsatz.

### 2.4 Bewertung der Proteinkomponenten

In die Futterwerttabellen wurde das unabgebaute Protein (UDP), also der pansenstabile Proteinanteil eines Futters, der vom Dünndarm des Wiederkäuers direkt genutzt werden kann, genauso aufgenommen wie das nutzbare Rohprotein (nXP), das sich aus dem Mikrobenprotein plus dem unabgebauten Protein zusammensetzt. Der Parameter, welcher über die Stickstoffunter- bzw. Stickstoffübersorgung Auskunft gibt, nämlich die ruminale N-Bilanz (RNB) wurde in den neuen Tabellen selbstverständlich auch berücksichtigt. Die rechnerische Vorgangsweise, um zu den angeführten Proteinkomponenten zu gelangen, erfordert im ersten Schritt die Ermittlung der Proteinabbaubarkeit in Prozent über eine lineare Schätzgleichung nach GRUBER et al. (1997). Die Schätzgleichungen für das UDP wurden in Abhängigkeit von der Futterart (Silage, Heu oder Grünfütter) ausgewählt, der Rohfasergehalt des Futtermittels, als dynamischer Teil der Formel, bestimmt letzten Endes die Höhe der Proteinabbaubarkeit. Die Kalkulation für das nutzbare Protein (nXP) wurde unter Einbeziehung der Metabolischen Energie nach LEBZIEN et al. (1997) durchgeführt.

Die einzelnen Proteinkomponenten wurden nach den unten stehenden Formeln berechnet:

$$\text{UDP [\%]} = ((100 - \text{Proteinabbaubarkeit [\%]}) / 100 \times \text{XP [g]}) / \text{XP [g]} \times 100$$

$$\text{nXP [g]} = (11,93 - (6,82 \times (\text{UDP [g]} / \text{XP [g]}))) \times \text{ME [MJ]} + 1,03 \times \text{UDP [g]}$$

$$\text{RNB [g]} = (\text{XP [g]} - \text{nXP [g]}) / 6,25$$

Für die Südtiroler Futterwerttabelle wurde gemäß dem Schweizer Futterbewertungssystem die Proteinkomponente APD-N (nutzbares Rohprotein) und APD (Absorbierbares Protein im Darm) in g/kg TM angeführt.

### 2.5 Mengen- und Spurenelemente

Jene Proben, die nicht auf Mengen- und Spurenelemente analysiert wurden, sind nicht in die Auswertung der Elemente einbezogen worden. Aus statistischer Sicht ändert sich bei einer reduzierten Datengrundlage gleichzeitig die Lage zum Mittelwert der gesamten Stichprobe. Konkret zeigte sich dieser Effekt in der Form, dass der Rohfasermittelwert der Proben mit Mineralstoffdaten (reduzierter Datenbasis) vom Mittelwert der gesamten Proben einer Futterkategorie abwich. Diese Abweichung in der Rohfaser stellt aber ein großes Problem dar, weil die Rohfaser die Höhe des Elementgehaltes beeinflusst. In den neuen ÖAG-Futterwerttabellen wurde diese grundlegende Problematik mit Hilfe von Regressionsgleichungen gelöst, indem für jede Futter- und Aufwuchskategorie (1. Aufwuchs, 2. + Folgeaufwüchse) die Beziehung zwischen Element (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) und Rohfaser ausgewertet wurde. Im zweiten Schritt wurden die Gehaltswerte der einzelnen Elemente mit der ermittelten Schätzformel berechnet, die Rohfaserbasis für die Berechnung war der mittlere Rohfasergehalt der gesamten Futterproben (auch Proben ohne Mineralstoffwerte) einer Futterkategorie.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Im Gegensatz zu den europäischen Gunstlagen befindet sich in Österreich ein Großteil der Grundfutterflächen im benachteiligten Berggebiet, wo innerhalb der Regionen große Unterschiede hinsichtlich Klima und Standortbedingungen herrschen. In den alpinen Lagen sind Dauerwiesen mit einer sehr differenzierten botanischen Zusammensetzung und Nutzung die Ausgangsbasis für das Futter der Wiederkäuer. Die qualitative Einstufung von Grundfuttermitteln ist in Österreich sehr wichtig, weil die Rationen für die Wiederkäuer hauptsächlich auf Grundfutter wie Grassilage, Raufutter, Silomais sowie auf Grünfutter aus Weidehaltung und Frischgrasvorlage aufbauen.

#### 3.1 Aufbau bzw. Gliederung der Futterwerttabellen nach Einflussfaktoren

Der Pflanzenbestand (Gräser, Leguminosen und Kräuter), die Nutzungshäufigkeit, das Entwicklungsstadium der Pflanzen zum Zeitpunkt der Ernte, der Aufwuchs und die Art der Futterkonservierung sind wesentliche Einflussfaktoren auf den Gehalt an Nähr- und Mineralstoffen im Grundfutter, deswegen sind diese Kriterien für die Bewertung von Grundfuttermitteln, im Speziellen von Wiesenfutter, geeignet. Die Nährwertbestimmung lässt sich nach MEISTER und LEHMANN (1988) am besten über die dominierenden Faktoren Pflanzenalter und botanische Zusammensetzung beschreiben, wogegen der Standort und die Höhenlage keinen signifikanten Einfluss auf das Qualitätsniveau zeigten. Im Aufbau der ÖAG-Futterwerttabellen wurde in der Gliederung (Abbildung 1) auf die Einflussfaktoren Rücksicht genommen, sodass Hauptbereiche für Silage, Heu und Grünfutter entstanden, welche weiters in verschiedene Pflanzenbestände und Aufwuchsgruppen unterteilt sind. Wenn eine ausreichende Probenanzahl zur Verfügung stand, wurden in jeder Kategorie auch die Vegetationsstadien dargestellt.

Aufgrund der Tatsache, dass die in der Tabelle angeführten phänologischen Stadien auf der Gruppierung von Rohfasergehalten basieren (Tabelle 2), stellt sich die Frage inwieweit diese Methode von tatsächlich erfassten phänologischen Verhältnissen abweicht. Am Beispiel Raufutter wird dazu in Abbildung 2 ein Vergleich zwischen den Werten aus der ÖAG-Futterwerttabelle, der DLG-Futterwerttabelle und Projektdaten mit erfasstem Phänologiestadium für Raufutter dargestellt.

Die Rohfaserwerte aus der ÖAG-Futterwerttabelle verlaufen unabhängig vom Aufwuchs mit jedem Entwicklungsstadium linear. Im Gegensatz dazu flachen die Verläufe

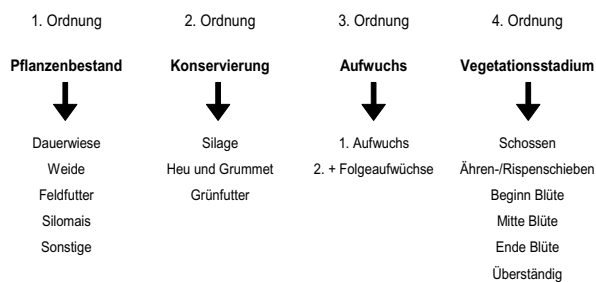


Abbildung 1: Gliederung der ÖAG-Futterwerttabelle

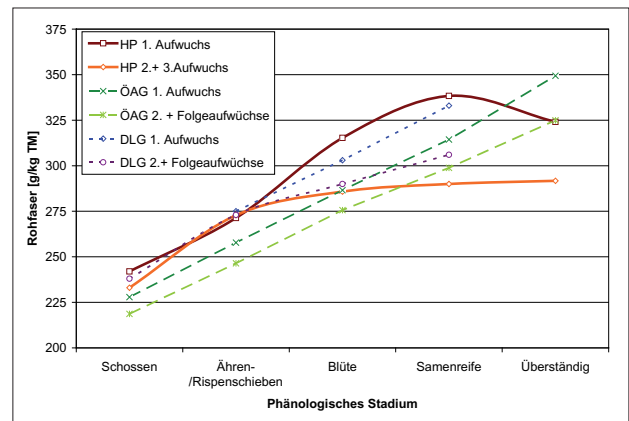


Abbildung 2: Einfluss des Vegetationsstadiums auf den Rohfasergehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs und der Datenbasis unabhängig vom Trocknungsverfahren (Daten: HP= Heuprojekt 1992-95, 2007-08; ÖAG= ÖAG-Futterwerttabellen 2006; DLG= DLG-Futterwerttabellen 1997)

der Heuprojekt Daten in unterschiedlichen Entwicklungsstadien ab (Abbildung 2). Die Rohfaser verläufe aus den DLG-Tabellen sind besser mit jenen aus dem Heuprojekt vergleichbar als die ÖAG-Tabellenwerte. Als Schlussfolgerung dieses Vergleichs kann festgestellt werden, dass die Zuordnung von phänologischen Entwicklungsstadien in der ÖAG-Futterwerttabelle (Heu und Grummet) mit der Methode der Rohfasergruppierung eine Näherung an die tatsächlichen Verhältnisse erlaubt.

#### 3.2 Strukturierung der Futterwerttabellen

Der Aufbau der Tabellenstruktur der ÖAG-Futterwerttabellen orientiert sich an den DLG-Futterwerttabellen (1997). Die Analysenparameter werden bei den ÖAG-Futterwerttabellen in Bereiche übersichtlich zusammengefasst. Für Roh Nährstoffe, Protein und Energie (Tabelle 3) sowie für Mengenelemente und Spurenelemente (Tabelle 4) werden die Tabellenbereiche mit stärkeren Linien abgegrenzt.

In der Druckversion der ÖAG-Futterwerttabellen wurden aus Platzgründen ausschließlich Mittelwerte dargestellt. Die Downloadversion (<http://www.raumberg-gumpenstein.at>) beinhaltet neben den Mittelwerten auch die Standardabweichungen.

#### 3.3 Bedeutung der ÖAG-Futterwerttabellen

Um die Bedeutung einer Sache zu klären bedarf es einiger Fragen, welche in der Folge eine qualitativ differenzierte Erklärung liefern können. Zur Beantwortung der nachstehenden Fragen können teilweise fundierte Begründungen angeführt werden, andererseits sind subjektive Einschätzungen notwendig.

##### 3.3.1 Warum werden für Österreich Futterwerttabellen erstellt?

Die Zusammensetzung der Pflanzenbestände im Alpenraum ist heterogen und artenreich (PÖTSCH und BLASCHKA 2003), deswegen müssen wir in den Alpenländern bei der Bewertung von Grundfuttermitteln auf diese Vielfalt Rücksicht nehmen. In Abhängigkeit von der Häufigkeit

**Tabelle 3: Strukturierung der Futterwerttabellen (RESCH et al. 2006) für Rohnährstoffe, Protein und Energie**

Anzahl der Proben	Trockenmasse	Rohnährstoffe						N-freie Extraktstoffe	UDP % des Rohproteins	Protein nutzbares Rohprotein	Ruminale N-Bilanz	Verdaulichkeit % der OM	Energie		Qualitätspunkte
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Rohfaser						Umsetzbare Energie	Nettoenergie Laktation	
n	TM g/kg FM	XA	OM	XP	XL	XF	XX	g/kg TM	g/kg TM	N/kg RNB	dOM %	ME	NEL	Qp Punkte	

**Tabelle 4: Strukturierung der Futterwerttabellen (RESCH et al. 2006) für den Mengen- und Spurenelemente**

Anzahl der Proben	Mengelemente					Anzahl der Proben	Spurenelemente			
	Calcium	Phosphor	Magnesium	Kalium	Natrium		Eisen	Mangan	Zink	Kupfer
n	Ca	P	Mg	K	Na	n	Fe	Mn	Zn	Cu

der jährlichen Grünlandnutzung und der Düngung treten standortsabhängig bestimmte Pflanzengesellschaften auf, deren einzelne Pflanzenarten sich mit den Gegebenheiten am besten zurechtfinden. Im Alpenraum dominieren, im Gegensatz zu deutschen und Schweizer Gunstlagen, Bestände mit mehr als 40 Gefäßpflanzenarten je 100 m<sup>2</sup> (PÖTSCH und RESCH 2005).

Am Beispiel des Zusammenhanges zwischen Rohfaser und Rohprotein in Dauerwiesenfutter eines 1. Aufwuchses (Abbildung 3) sollen die allgemeinen Unterschiede zwischen den Futterwerttabellen aus den Ländern Österreich, Deutschland und der Schweiz demonstriert werden. Die Differenz zwischen den Rohproteingehalten in Österreich und Deutschland liegen bei vergleichbarem Wiesenfutter durchschnittlich bei 40-45 g/kg TM. Würden im konkreten Fall DLG-Werte zur Rationserstellung verwendet werden, so käme es zu einer völlig falschen Einstufung der Versorgungssituation bei Rohprotein aus dem Wiesenfutter. Die Futterwerttabellen aus der Schweiz liefern Werte, welche für die österreichischen Verhältnisse besser passen, allerdings ist die Dynamik wesentlich anders geartet. Schweizer Wiesenfutter hat zu Vegetationsbeginn im Gegensatz zu jenem aus Österreich um 20 g höhere Proteingehalte in der Trockenmasse. Die Proteingehalte des Schweizer Dauerwiesenfutters nehmen bei Zunahme des Rohfasergehaltes viel stärker ab als in Österreich, sodass sie bei einem

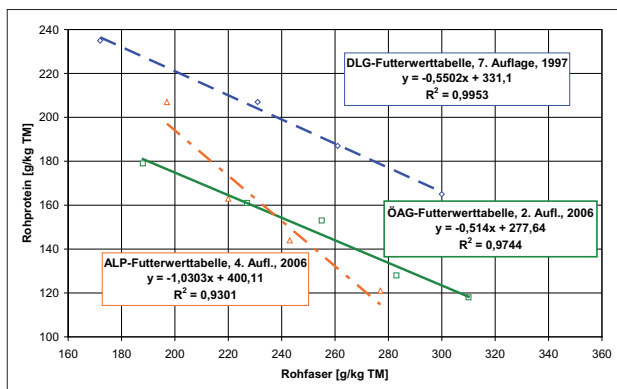
Rohfasergehalt von ~280 g/kg TM plötzlich um 20 g tiefer liegen (Abbildung 3).

Österreich weist hinsichtlich der Grundfutterqualität eine spezifische Ausprägung auf, welche die Erstellung von regional gültigen Futterwerttabellen erfordern. WIEDNER et al. (2001) sind in ihren Futterwerttabellen dem Anspruch der Regionalität gerecht geworden, indem sie Tabellen für kleinere Produktionsräume in Österreich dargestellt haben.

**3.3.2 Wer braucht Futterwerttabellen für Grundfutter?**

In dieser Betrachtung wird das Grundfutter auf Wiederkäuer eingeschränkt, um jene Zielgruppen zu erfassen, welche mit einem Tabellenwerk für Grundfuttermittel etwas anfangen können (Tabelle 5). Dazu zählen in erster Linie die Landwirte im Bereich Milchviehwirtschaft, welche mit den Zahlen in die konkrete Rationsberechnung gehen können. Offizialberater benötigen die Tabellen für Fütterungsfragen genauso wie Fachlehrer an landwirtschaftlichen Schulen, welche praxisnahe Rationsbeispiele mit ihren auszubildenden Schülern rechnen wollen. In der landwirtschaftlichen Forschung, speziell für den Schwerpunkt Tierproduktion und Pflanzenbau, stellen derartige Futterwerttabellen eine essentielle Grundlage dar, um zukünftige Entwicklungen der Grundfutterqualität zu verifizieren (z.B. Einfluss des Klimawandels, Änderung gesetzlicher Rahmenbedingungen). Die Agrarpolitik ist letztlich auch eine Zielgruppe für Futterwerttabellen. Die vielfältigen globalen Auswirkungen erfordern agrarpolitische Anpassungsstrategien und Maßnahmen, welche durchaus Folgeeffekte auf die Grundfutterqualität haben können.

Futterwerttabellen werden in der Praxis hauptsächlich von Personen angewendet, welche sich mit der Fütterung von Wiederkäuern intensiv auseinandersetzen. Das betrifft vor allem Fütterungsberater, Tierzuchtlehrer und Forscher im Bereich Tierproduktion, aber auch motivierte Landwirte, die mit Fütterungsprogrammen arbeiten. Die Allgemeinheit der Vieh haltenden Landwirte setzt sich zurzeit eher in geringfügigem Maße mit Futterwerttabellen auseinander. Das Bewusstsein über Grundfutterqualität hängt in der landwirtschaftlichen Praxis eng mit der Tradition und allgemeinen Entwicklungen (Förderungsprogramme, Mechanisierung etc.) zusammen.



**Abbildung 3: Einfluss der Rohfaser auf den Gehalt an Rohprotein in Dauerwiesen-Grünfutter im 1. Aufwuchs in Abhängigkeit der Datenbasis**

**Tabelle 5: Einschätzung des Anteils der Anwender von Futterwerttabellen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Zielgruppen**

Zielgruppe	Anteil der Anwender von Futterwerttabellen				
	minimal	gering	mittelmäßig	hoch	maximal
Landwirte		●	○		
Fütterungsberater				●	○
Tierzuchtlehrer			●	○	
Agrarforschung-Tierproduktion				●	
Pflanzenbauberater		●		○	
Pflanzenbaulehrer		●	○		
Agrarforschung-Pflanzenbau			●	○	
Pflanzenzüchtung		●	○		
Agrarpolitik	●	○			

● = geschätzter Anteil; ○ = erstrebenswerter Anteil

Stiefmütterlich werden Futterwerttabellen von Pflanzenbau-beratern, -lehrern und Pflanzenzüchtern behandelt. Dabei könnten die Pflanzenbauer aus den Tabelleninhalten viele wichtige Schlussfolgerungen in Sachen Grünlandmanagement (Düngung, Nutzung, Grünlandregeneration etc.) und Selektion von neuen Sorten herauslesen.

### 3.3.3 Was bringt die Verwendung der Futterwerttabellen?

Diese zentrale Frage kann in verschiedenen Richtungen gestellt werden. Der wohl wichtigste Nutzen, welcher bei der Auseinandersetzung mit Futterwerttabellen entsteht, ist die selbstkritische Auseinandersetzung mit dem wirtschaftseigenen Grundfutter. Wenn ein Landwirt keine Ahnung von seinen Grundfutterqualitäten hat, wird er sich bei der Formulierung von Zielen schwer tun, die seinen betrieblichen Erfolg sichern. Motivierte Landwirte, die ihr betriebliches Management auf eine sehr gute Grundfutterqualität trimmen, haben in punkto Fachwissen einen Vorsprung. Diese Landwirte überlassen die Futterqualität nicht dem Zufall, sondern hinterfragen ihre Arbeitsweise und selbstverständlich auch ihre Grundfuttermittel. Die Futterwerttabellen und natürlich auch Laboranalysen sind bei der Selbstkontrolle unverzichtbare Managementinstrumente.

Die Frage nach dem Nutzen kann auch streng ökonomisch gestellt werden. Ein Milchviehbetrieb, der Maßnahmen zur Verbesserung der Grundfutterqualität erfolgreich umsetzt, kann je nach Betriebsstruktur und Standort, eine Steigerung des Ertrages von ungefähr 50 bis 300.- Euro je Kuh und Jahr erwarten. Dieser Erfolg hängt mit der verbesserten Grundfutterleistung und der Reduktion von Kraftfuttermitteln zusammen.

### 3.3.4 Anwendungsgebiet der Futterwerttabellen

#### Einschätzung von Gehaltswerten

Landwirte, die keinen Laborbefund ihres Grundfuttermittels zur Verfügung haben, können mit Hilfe der Futterwerttabellen die Gehaltswerte von Nährstoffen, Energie sowie von Mengen- und Spurenelementen einschätzen (RESCH 2007). Dazu ist es notwendig, dass der Landwirt den phänologischen Entwicklungszustand seines Pflanzenbestandes anhand sogenannter Leitgräser erkennt. Bis 700 m Seehöhe wird Knaulgras (*Dactylis glomerata*) und über 700 m Seehöhe wird Goldhafer (*Trisetum flavescens*) als Leitgras für die phänologische Bonitierung herangezogen. Sobald der phänologische Entwicklungszustand erhoben ist, können in der entsprechenden Tabelle die Gehaltswerte entnommen werden. Die Daten stehen somit zur weiteren Verarbeitung wie z.B. für eine Rationsberechnung zur Verfügung.

#### Kombination von Futterwerttabelle und organoleptischer Futterbewertung

Die ÖAG-Futterwerttabellen enthalten ein alternatives, gesamtheitliches Futterbewertungskonzept, welches auf der Verquickung von Energieeinstufung und der sensorischen Futterprüfung basiert. Ermittelt wird hierbei die sogenannte Futterwertzahl, die über das qualitative Potential eines Grundfuttermittels Auskunft geben kann. In den Futterwerttabellen werden jeder Energiekonzentration (NEL) sogenannte Qualitätspunkte zugewiesen (Formel: Qualitätspunkte = NEL (in MJ/kg TM) x 32,673 – 99,96). Nach RESCH et al. (2006) können aufgrund qualitativer Mängel (Probleme während der Feldphase, Überhitzung, suboptimale Trockenmasse, Nacherwärmung etc.) Abzüge im Energiegehalt von Grundfutter vorgenommen werden, welche eine entsprechende Auswirkung auf die Qualitätspunkte nach sich ziehen.

Die organoleptische Bewertung von Grundfutter mittels ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER (1999) umfasst Geruch, Farbe, Gefüge und Verunreinigung. Zu diesem Zweck ist es notwendig die Silage oder das Raufutter in den einzelnen Kategorien punktemäßig einzustufen und daraus einen Qualitätsfaktor abzuleiten (BUCHGRABER 1999). Die Futterwertzahl ergibt sich aus der Multiplikation der Qualitätspunkte mit dem Qualitätsfaktor. Das Ermittlungsverfahren ist in der Praxis für jeden Landwirt einfach anwendbar (RESCH 2007) und ermöglicht eine schnelle und kostenlose Klassifizierung von Silage und Raufutter, welche alle essentiellen Parameter enthält.

#### Vergleich von Laboranalysen mit Tabellenwerten

Wenn der Landwirt sein Grundfutter im Labor analysieren lässt, würde man annehmen, dass in diesem Fall die Futterwerttabellen keine Bedeutung haben. Auch in dieser Situation sind die Futterwerttabellen von Wichtigkeit, weil sie eine allgemeine Vergleichsbasis zu den exakten Laborwerten darstellen. Die Lage jedes einzelnen Nährstoff-, Energie- sowie Mineralstoffgehaltes aus dem Laborbefund zu den Daten der spezifischen Futterwerttabelle kann bei der Interpretation der Grundfutterqualität unterstützend wirken. Beispielsweise kann bei einem vergleichbaren Rohfasergehalt der Rohproteingehalt des Befundes zum Tabellenwert abweichen. Dafür werden höchstwahrscheinlich die botanische Zusammensetzung und die Düngung des Pflanzenbestandes verantwortlich sein.

Die gezielte Verwendung von Analysenwerten im Vergleich mit Futterwerttabellen erlaubt die Ableitung von wertvollen Schlussfolgerungen für ein optimales Management von Düngung und Nutzung der Grundfutterflächen.

#### Einsatz in Rationsprogrammen

Die Berechnung von optimalen Futtermengen, welche eine bedarfsgerechte Versorgung der Wiederkäuer gewährleisten, ist eine der Hauptaufgaben der Futterwerttabellen. Österreichische Rationsprogramme für Milchvieh und Mastriinder, aber auch für Schafe und Ziegen, basieren beim Grundfutter auf den Daten der Futterwerttabellen nach RESCH et al. (2006) und rechnen mit der Futterraufnahmeschätzformel nach GRUBER et al. (2004). So wird z.B. das Milchviehrationsprogramm „Superration“ von der Officialberatung und auf vielen Milchviehbetrieben zur Rationsoptimierung eingesetzt.

## Verwendung für Lehre und Forschung

In den landwirtschaftlichen Fach- und Mittelschulen, aber auch auf der Universität für Bodenkultur werden die Futterwerttabellen im Rahmen der Fachausbildung Tierproduktion, im Speziellen zum Thema Fütterung verwendet, wenn es darum geht Rationsbeispiele zu berechnen. Die Schulung der Jugend im praktischen Umgang mit Futterwerttabellen hat ein riesiges Potential, dahinter steckt aber auch eine große Verantwortung im Hinblick auf Grundfutterqualität. In der Praxis wird leider oftmals zu theoretisch an das Thema Grundfutterqualität herangegangen. Die Schüler werden bei der Arbeit mit Futterwerttabellen meistens nicht gleichzeitig mit Futterkonserven unterschiedlicher Qualität konfrontiert, sodass keine Bewusstseinsbildung in Richtung praktische Bedeutung von Grundfutterqualität forciert wird.

Im pflanzenbaulichen Fachunterricht beschränken sich die Unterlagen vielfach auf Fragen des Düngungsmanagements von Grundfutterflächen und dessen Auswirkungen auf das System Boden-Pflanze. Spannend wäre hier auf jeden Fall die Besprechung der Auswirkung von Managementfaktoren auf die Futterqualität von Dauerwiesen, Feldfutter, Silomais etc.

Die landwirtschaftlichen Forschungseinrichtungen haben in erster Linie, gemeinsam mit den Landwirtschaftskammern und Futtermittellaboratorien, die Aufgabe am Aufbau und an der Aktualisierung einer spezifischen Datenbasis für das alpenländische Grundfutter zu arbeiten. Die Forschung soll gleichzeitig eine sinnvolle Entwicklung der Futterwerttabellen vorantreiben, welche die Anforderungen der Zielgruppen so gut wie möglich berücksichtigt.

### 3.3.5 Lassen sich aus den Futterwerttabellen Orientierungswerte hinsichtlich Futterqualität ableiten?

Die Frage muss eindeutig mit ja beantwortet werden. Es lassen sich differenzierte Orientierungswerte ermitteln. Auf den ersten Blick sind solche Empfehlungswerte in den Futterwerttabellen nicht offensichtlich zu entdecken. Wenn man sich allerdings Werte von mehreren Tabellen zusammenstellt, ist eine kritische Hinterfragung von Orientierungswerten ohne weiteres möglich. In dieser Arbeit soll ein Orientierungswert an einem Beispiel diskutiert werden.

### Frage nach einem Orientierungswert für Energiedichte im Grünlandfutter

In der Praxis kursieren NEL-Empfehlungswerte für eine gute Grünlandfutterqualität. Eine solche Empfehlung lautet: Wenn die Energiedichte (Nettoenergie-Laktation) über 5,8 MJ NEL/kg Trockenmasse liegt, kann von einer guten Grundfutterqualität gesprochen werden. In *Abbildung 4* wurden NEL-Daten aus vier Grünfuttertabellen mit unterschiedlicher Schnitthäufigkeit in Beziehung zum phänologischen Entwicklungsstadium gesetzt und zusätzlich wurde der Orientierungswert dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Häufigkeit der Grünlandnutzung einen starken Einfluss auf die Energiedichte ausübt. In Zusammenhang mit den Orientierungswert könnte eine gute Futterqualität nur erreicht werden, wenn bei Zweischnittnutzung vor dem Ähren-/Rispschieben geerntet wird, während bei Drei- und Vierschnittnutzung bis zum Blühbeginn zugewartet werden könnte. Die Energiedichten sind in diesem Beispiel durch

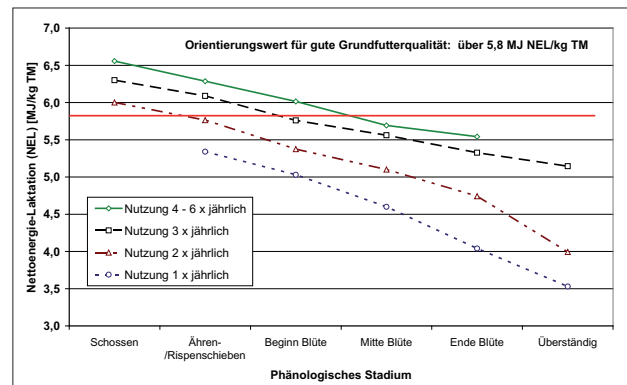


Abbildung 4: Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf die Energiedichte (NEL) von Grünfütter aus Dauerwiesen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien des 1. Aufwuchses

die unterschiedliche Schnitthäufigkeit so stark beeinflusst, dass ein allgemeiner Orientierungswert von 5,8 MJ NEL/kg TM in diesem Fall sehr kritisch zu beleuchten ist, weil er nicht nutzungsangepasst ist. Der horizontale Empfehlungswert könnte hier stattdessen vertikal auf ein phänologisches Entwicklungsstadium gesetzt werden. Wird z.B. das Stadium Ähren-/Rispschieben hergenommen, so ergeben sich in Abhängigkeit der Schnitthäufigkeit folgende Orientierungswerte für eine gute Grundfutterqualität in MJ NEL/kg TM:

>6,3 MJ bei 4 bis 6 Schnitten, >6,1 MJ bei 3 Schnitten, >5,8 MJ bei 2 Schnitten, >5,3 MJ bei 1 Schnitt

Was die Validierung von Empfehlungswerten mit Hilfe der ÖAG-Futterwerttabellen anbelangt, so sind hier auf jeden Fall Möglichkeiten vorhanden. Beratungsempfehlungen könnten in Zukunft durchaus auf eine Standorts- oder Managementanpassung der Grundfutterqualität getrimmt werden.

## 3.4 Verlässlichkeit der Werte aus den ÖAG-Futterwerttabellen

Jeder Anwender des Tabellenwerkes möchte wissen, ob die Zuordnung eines Gehaltswertes aus einer Futterwerttabelle mit dem tatsächlichen Gehaltswert des Futtermittels übereinstimmt. Diese Kontrolle kann das nur durch eine exakte Laboranalyse durchgeführt werden. Am Beispiel einer überschaubaren Grundfutter-Ringuntersuchung soll für Nettoenergie-Laktation (NEL) gezeigt werden, wie die Abweichungen von Werten aus den ÖAG-Futterwerttabellen zu exakten Daten aus vier Untersuchungslabors geartet sind.

Im XY-Plot der *Abbildung 5* kann beobachtet werden, dass die Einstufung der Energiedichte mit Hilfe der ÖAG-Futterwerttabellen ein differenziertes Bild ergibt. Die Bestimmtheitsmaße ( $R^2$ ) aus der linearen Regression liegen für Labor 2 und 3 auf rund 50 %, jene der Labors 1 und 4 sind mit ~70 % etwas besser. Die mittlere residuale Abweichung der ÖAG-Tabellenwerte beträgt zum 1. Labor -0,05 MJ und zum 2. Labor +0,01 MJ/kg TM, ein ausgezeichnetes Ergebnis. Die mittlere Abweichung zum Labor 3 (+0,28 MJ/kg TM) und Labor 4 (+0,33 MJ/kg TM) ist deutlich höher und dadurch nicht befriedigend. Aufgrund der heterogenen Energieeinstufung der Labors

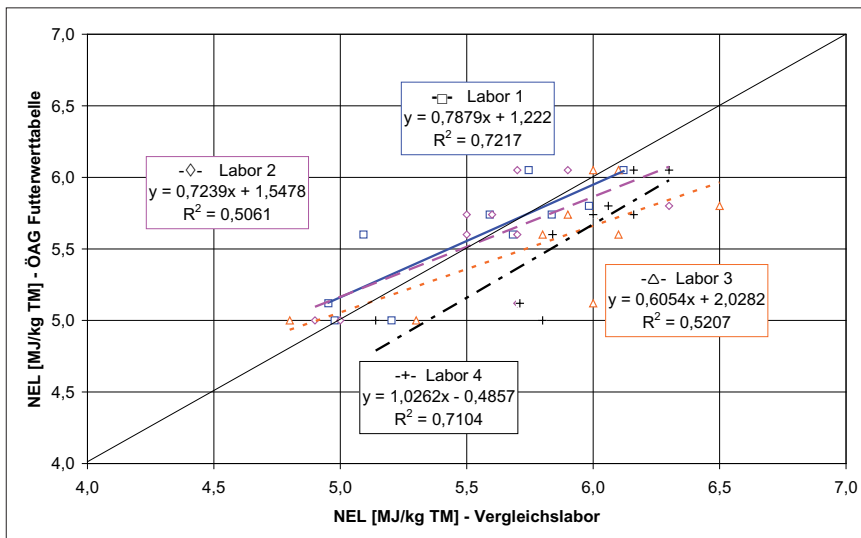


Abbildung 5: Treffsicherheit der Energieeinstufung (NEL) der ÖAG-Futterwerttabellen im Vergleich zur Energiebeurteilung von 4 unterschiedlichen Laboratorien (Daten: Grundfutter-Ringuntersuchung 2007)

ist es eine generelle Aussage für die Energieeinstufung mit der Futterwerttabelle in diesem Beispiel schwierig, weil die Treffsicherheit einerseits ausgezeichnet wäre (im Vergleich mit Labor 1 und 2) und andererseits nicht unerhebliche Differenzen auftreten (vor allem mit Labor 4). Neben dem Vergleich zwischen ÖAG-Tabelle und Laborwerten soll in diesem Beispiel gezeigt werden, dass die Beurteilung der Energiedichte (NEL) in den Laboratorien auch nicht zu 100 Prozent gleich sein muss.

### 3.5 Konsequenzen für zukünftige Futterwerttabellen

Für die Entwicklung von zeitgemäßen und aussagekräftigen Futterwerttabellen ist das kritische Hinterfragen des status quo essentiell. Dazu gehört mit Sicherheit eine Analyse der Stärken und Schwachpunkte des Tabellenwerkes. In der Weiterentwicklung müssen die Fütterungs- und Futterbauspezialisten den Fokus auf die Bedürfnisse der Zielgruppen abstimmen, damit das Potential der Anwender durch ein attraktives Tabellenwerk ausgebaut werden kann. In der Schweiz werden die Nährwerttabellen gemeinsam mit Fütterungsnormen und Fütterungsempfehlungen im „Grünen Buch“ veröffentlicht (ALP 2006) bzw. werden auch dem Benutzer auch online zur Verfügung gestellt (ALP 2008). Die DLG (Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft) hat seit 1997 keine Druckversion der DLG-Futterwerttabellen veröffentlicht, sondern setzt seit 2007 auf eine Futtermitteldatenbank, welche für den Anwender über das Internet zur Verfügung steht. Die online-Datenbank der DLG wird ständig erweitert und ist regionalisierbar, d.h. es können Daten für bestimmte Regionen abgerufen werden.

In gewissen Bereichen könnte die inhaltliche Qualität der Futterwerttabellen für den Alpenraum durch eine Spezifizierung verbessert werden. Beispielsweise wäre es in der Raufuttertabelle unbedingt notwendig zwischen Heu aus

Bodentrocknung und künstlicher Heutrocknung zu unterscheiden. Zur Diskussion steht auch eine Differenzierung von grasreichen bzw. klee- und kräuterreichen Pflanzenbeständen. Für qualitative Aspekte wie Mengen- und Spurenelementgehalte im Grundfutter könnte eine Regionalisierung, ähnlich wie in Deutschland, die Aussagequalität der Tabellenwerte verbessern.

Die 2. Auflage der ÖAG-Futterwerttabellen sollte nicht die letzte sein, weil sich die Produktion von Grundfuttermitteln auch in Zukunft an Rahmenbedingungen wie Klima, Förderungsprogramme, Ausrichtung des Betriebes etc. orientieren muss und sich dabei verändert. Die Anwender haben auch weiterhin den Anspruch auf Verwendung von aktuellem, standortangepasstem Datenmaterial.

## 4. Schlussfolgerungen für die Praxis

Das Wissen und das Bewusstsein um die Grundfutterqualität der betriebseigenen Futtermittel ist ein wesentlicher Baustein für den betrieblichen Erfolg, deswegen sollten die Untersuchungsergebnisse der alpenländischen Grundfutterpartien für Landwirte, Berater und Lehrer in bester und einfach verständlicher Aufbereitung zur Verfügung stehen. Für die Landwirte, die keine Analyseergebnisse für ihr Grundfutter vorweisen können, ist die Verwendung der Futterwerttabellenwerte ein ideales Instrument für die richtige Bewertung und Einstufung der Grundfutterqualität. Bei der Arbeit mit den Futterwerttabellen ist die richtige Zuordnung von Pflanzenbestand, Konservierung, Aufwuchs und Vegetationsstadium absolut entscheidend. Hier muss der Anwender sein Fachwissen realitätsbezogen einsetzen, dann kann die Treffsicherheit der Zuordnung den Gehaltswerten einer Laboranalyse nahe kommen. Eine willkürliche, realitätsferne Zuordnung in den ÖAG-Futterwerttabellen führt zu falschen Grundfuttergehaltswerten, die z.B. in der Rationsgestaltung eine suboptimale Versorgung der Milchkühe hervorruft.

Die Unterstützung der landwirtschaftlichen Forschung und der qualitativ hochwertigen Futtermittelanalyse in Österreich durch Landwirte, Interessensvertretung und Politik ist enorm wichtig, damit auch in Zukunft essentielles Fachwissen in Form von aktuellen Futterwerttabellen zur Verfügung gestellt werden kann.

## 5. Literatur

- ALP, 2006: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Hrsg.: Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP – Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale LMZ, 327 S.
- ALP, 2008: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Online-Ausgabe. Hrsg.: Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP.

- BUCHGRABER, K., RESCH, R. und L. GRUBER, 1996: Ergänzungen zu den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, Wiesen- und Weidefutter aus dem Alpenraum (Grünfutter, Heu, Grummet, Silage, Almfutter und Futter von Extensivflächen). Datengrundlage aus Österreich. DLG-Futterwerttabellen, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag 1997.
- BUCHGRABER, K., RESCH, R., GRUBER, L. und G. WIEDNER, 1998: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 2, Sonderbeilage, 25 – 35.
- BUCHGRABER, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, Heft 31.
- DACCORD, R. und Y. ARRIGO, 1992: Nährwert von Bergwiesenfutter. Landwirtschaft Schweiz Band 5 (9), 445-448.
- DACCORD, R., 1997: Grundlagen und praktische Umsetzung der Nährwerttabellen für Wiederkäuer in der Schweiz. Bericht Alpenländisches Expertenforum „Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung“, BAL Gumpenstein, 1-6.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- GRUBER, L., STEINWIDDER, A., GUGGENBERGER, T. und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER, T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futterraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.
- LEBZIEN, P., J. VOIGT, M. GABEL und D. GÄDEKEN, 1997: Zur Schätzung der Menge an nutzbarem Rohprotein am Duodenum von Milchkühen. J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.
- MEISTER, E. und J. LEHMANN, 1988: Nähr- und Mineralstoffgehalt von Wiesenkräutern aus verschiedenen Höhenlagen in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt. Schweiz. Landw. Forschung, Recherche agronom. en Suisse 26 (2), 1988.
- PÖTSCH, E.M. und A. BLASCHKA, 2003: Abschlussbericht über die Auswertung von MaB-Daten zur Evaluierung des ÖPUL hinsichtlich Kapitel VI.2.A „Artenvielfalt“, BMLFUW, 37 S.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 2005: Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. Bericht über die 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning / HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 13.-14.04.2005, 1-14.
- RAP, 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. (4. überarb. Aufl.), LMZ, Zollikofen, 327 S.
- RESCH, R., 2007: Neue Futterwerttabellen für den Alpenraum. Bericht über die 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema „Transitfütterung, Milchproduktion, Futtermittel, Tiergesundheit“, 19. und 20. April 2007, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 61-75.
- RESCH, R., GUGGENBERGER, T., WIEDNER, G., KASAL, A., WURM, K., GRUBER, L., RINGDORFER, F. und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt, (24) 2006, Sonderbeilage 8/2006, 20 S.
- TILLEY, J.M.A and R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104 - 111.
- WIEDNER, G., GUGGENBERGER, T. und H. FACHBERGER, 2001: Futterwerttabelle der Österreichischen Grundfuttermittel. Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer.



# Der neue Grundfutterreport Baden-Württemberg - aktuelle Praxisdaten und Konsequenzen für die Beratung

Hansjörg Nussbaum<sup>1\*</sup>

**Die Qualität der Silagen entscheidet maßgeblich mit, ob in der Milchproduktion erfolgreich gewirtschaftet wird. Zudem stellt das Grundfutter einen großen Kostenblock dar. Grund genug, beste Grassilage zu erzeugen. Bisher lagen Futteranalysen bei einzelnen Landwirtschaftsämtern (LWA), Beratungsdiensten (BD) oder Futtermitteluntersuchungsringen (FUR) vor. Eine etwaige Auswertung erfolgte ausschließlich auf Basis der örtlich vorliegenden Daten. Eine überregionale Auswertung erfolgte nur sporadisch bei Gärfutterschauen oder zu besonderen Projekten. Deshalb wurde am Bildungs- und Wissenszentrum in Aulendorf ab 2006 eine einheitliche Datenbank aufgebaut, in der die Futteranalysen aus der Praxis anonym gespeichert werden. Inzwischen sind die meisten Silagen des ersten Schnittes 2008 untersucht. Die Auswertung der Ergebnisse lassen wichtige Aussagen für die Beratung ableiten**

Im Hinblick auf Vergleichbarkeit und charakteristische Eigenschaften von Gebieten ist eine Auswertung auf Basis der Naturräume sinnvoll. Deshalb werden in der Datenbank neben futter- und erntespezifischen Daten auch über eine anonyme Betriebsnummer die Analysendaten einem der 21 landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete in Baden-Württemberg zugeordnet. Mittelwerte, Minimum- und Maximumwerte können so nach Naturräumen ausgewertet werden und bieten Ansatzpunkt für zielgerichtete Beratung vor Ort. Ebenso ist eine Auswertung nach Regierungsbezirk, Region, Landkreis oder Beratungsorganisation möglich. Die Auswertung der Datenbank mündet in den „Grundfutterreport Baden-Württemberg“. Dabei sind neben den Auswertungen nach Vergleichsgebieten weitergehende Analysen wie Vergleich von Ernte- oder Lagerverfahren oder Siliermitteleinsatz möglich. Darüber hinaus können Bewirtschaftungsverfahren (Konventionell - Ökolandbau) oder Bewirtschaftungsintensität (Nutzungshäufigkeit des Grünlands) verglichen werden, sofern diese Daten bei der Beprobung der Futtermittel erhoben wurden. Für die Erfassung dieser Parameter steht ein auf den Grundfutterreport abgestimmtes Probenahmeprotokoll zur Verfügung.

## Datenbasis

Basis der Auswertung ist eine Grundfutter-Datenbank, die beim Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf aufgebaut wurde. Dort werden Analysen von Grundfuttermitteln aus ganz Baden-Württemberg nach einheitlichem Standard

anonym erfasst und nach Naturräumen ausgewertet. Die Dateneingabe erfolgt dankenswerterweise durch Berater der Beratungsdienste und Landratsämtern vor Ort, die Auswertung selbst findet in Aulendorf statt.

## Ergebnisse 2008

Die Energiegehalte der Grassilagen aus 2008 liegen um durchschnittlich 0,2 MJ NEL/kg TM höher als in 2007 (Tabelle 1), obwohl die Proteingehalte etwas niedriger ausfallen (im Mittel 165 gegenüber 170 g/kg TM in 2007). Erklärung dafür ist der frühere Schnitzeitpunkt (Abbildung 2), verbunden mit niedrigeren Rohfasergehalten (242 g/kg TM) sowie deutlich höheren Restzuckergehalten (im Mittel 71 gegenüber 57 g/kg TM). Da die ADF-Gehalte im Mittel aller Silagen nur um 17 g/kg TM über den Rohfasergehalten liegen, ist zudem davon auszugehen, dass beim ersten Aufwuchs 2008 die Ligningehalte überwiegend sehr niedrig ausgefallen sind.

## Anwelkgrad: überall große Bandbreite

Das Mittel aller Grassilagen (1. Aufwuchs 2008) liegt bei 36,5 % Trockenmasse (TM) und damit genau im Zielbereich optimaler Silagen von 35 bis 40 %, aber die Bandbreite ist in allen Regionen mit 18 bis 67 % sehr groß (Tabelle 1). Unter 30 % TM treten Gärsaftverluste, über 45 % Verdichtungsprobleme und nachfolgend häufig Schimmelbildung

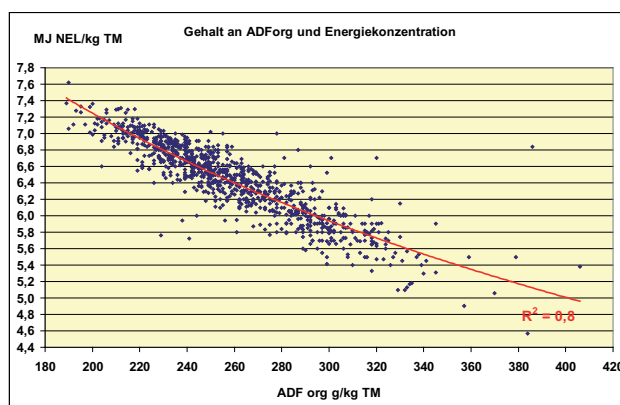


Abbildung 1: In der neuen Schätzgleichung für die Energiekonzentration spielt der Gehalt an ADForg (Zellulose plus Lignin) eine wichtige Rolle. Die Beziehung ( $R^2$ ) zur Energiekonzentration ist mit 0,8 sehr eng.

<sup>1</sup> Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf für Viehhaltung, Grünlandwirtschaft, Wild und Fischerei (LVVG), Am Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf

\* Ansprechpartner: Dr. Hansjörg Nussbaum, email: [hansjoerg.nussbaum@lvvg.bwl.de](mailto:hansjoerg.nussbaum@lvvg.bwl.de)

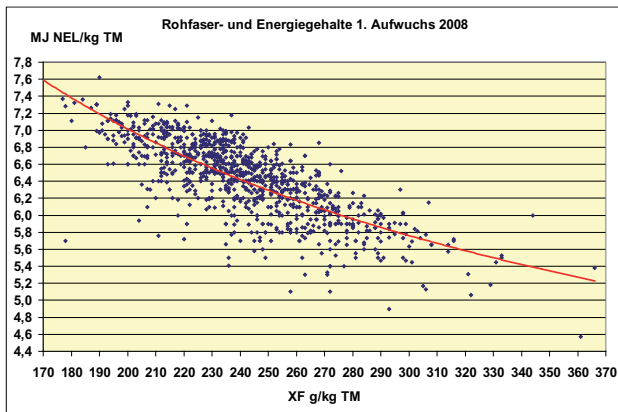


Abbildung 2: Der Schnittzeitpunkt beeinflusst den Rohfasergehalt und damit maßgeblich die Qualität der Grassilagen.

bzw. Nacherwärmung auf. Hinzu kommt eine verhaltene Gärung.

## Verschmutzung

Die Rohaschegehalte der Grassilagen liegen im Mittel 99,2 g/kg TM höher als im Vorjahr mit 92 g/kg TM, aber gerade noch unter dem Schwellenwert von 100 g/kg TM (Tabelle 1). Die Bandbreite reicht von knapp 50 bis über 200 g/kg TM. Hohe Schmutzgehalte in Verbindung mit nur schwach angewelktem Erntegut führen zu Bildung von Buttersäure mit hohen Energieverlusten. Interessant ist, dass bei allen Anwelkgraden (Abbildung 3) und in allen Regionen (Tabelle 1) saubere, aber auch verschmutzte Silagen vorkommen. Die Qualität der Grasnarbe, Schnitthöhe und Einstellung der Maschinen sowie Besatz mit Wühlmaus- oder Maulwurfshaufen spielen also eine zentrale Rolle und liegen in der Hand des Landwirts.

## Rohproteingehalte

Die Rohproteingehalte werden neben dem Pflanzenbestand (Kleeanteile) vor allem durch den Schnittzeitpunkt (Entwicklungsstadium der Pflanzen) beeinflusst (Abbildung 4).

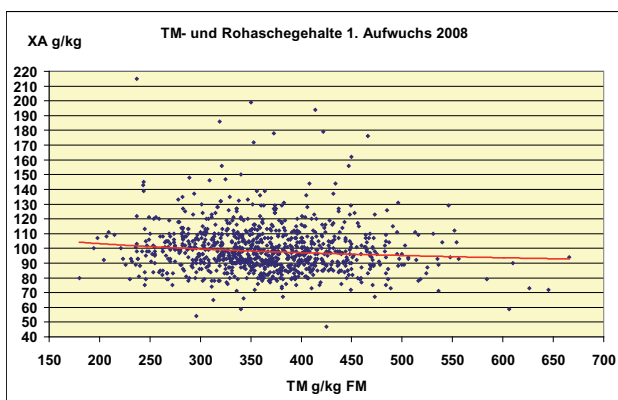


Abbildung 3: Der Anwelkgrad beeinflusst nur unwesentlich den Schmutzgehalt in den Silagen. Wichtiger sind die Qualität der Grasnarbe sowie Bewirtschaftungsmaßnahmen und Einstellung der Erntegeräte, um die Verschmutzung zu reduzieren.

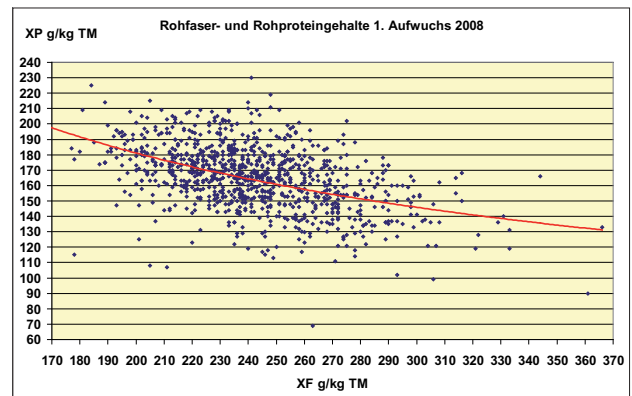


Abbildung 4: Beziehung zwischen Schnittzeitpunkt (Rohfasergehalt) und Rohproteingehalt. Pflanzenbestand (Kleeanteil) sowie Düngung führen zu großen Schwankungen beim gleichen Rohfasergehalt.

Im Mittel aller Silagen wurde mit 165 g/kg TM der Zielbereich von 160 bis 180 Gramm gerade erreicht, wobei die Spanne von rund 70 bis 230 Gramm reicht (Tabelle 1). In 2007 lagen die Gehalte bei ähnlichen Rohfasergehalten im Mittel um 5 Gramm höher. Demnach stellt sich die Frage, ob auf Grund gestiegener Düngerpreise im Frühjahr 2008 etwas verhaltener gedüngt wurde oder ob die Nährstoffe aus der Gülle nicht so rasch wirkten.

## Schnittzeitpunkt beeinflusst Zellwandbestandteile und Energiekonzentration

Der erste Aufwuchs 2008 erfolgte überwiegend rechtzeitig, was an den Rohfaser- (im Mittel 242 g/kg TM) und den ADF-Gehalten (im Mittel 259 g/kg TM) zu erkennen ist. Die Bandbreite der Analyseergebnisse zeigt aber, dass teilweise mit unter 200 Gramm Rohfaser (Extremwert 169 g/kg TM) über das Ziel hinaus geschossen wurde (Abbildung 5). Strukturmangel in der Ration, aber auch

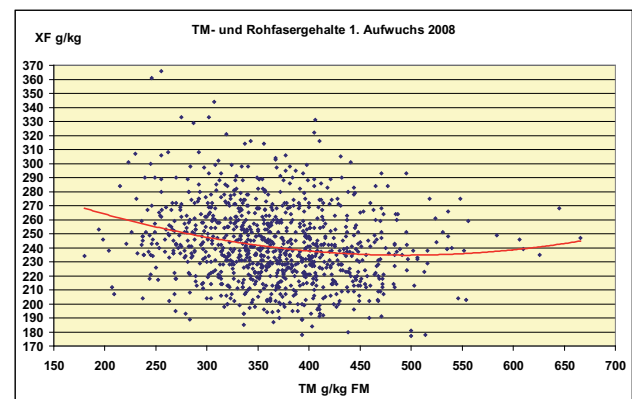


Abbildung 5: Spätgeschnittene Aufwüchse wurden überwiegend feuchter siliert als die zu optimalem Wuchsstadium geernteten Bestände, was für die Verdichtung wichtig ist. Spätgeschnittene und trockene Silagen werden im Silo häufig schimmelig.

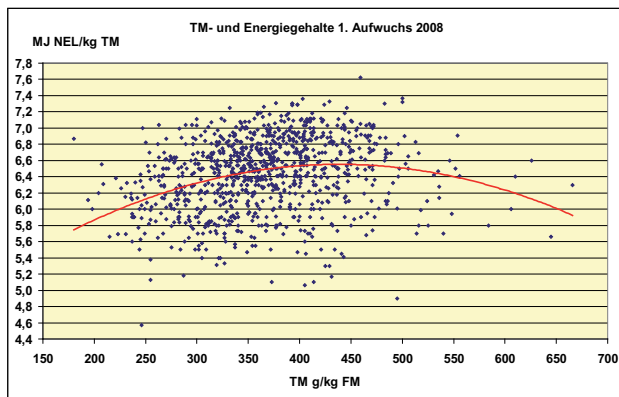


Abbildung 6: Bei energiereichen und trockenen Silagen droht bei zu geringem Vorschub die Nacherwärmung der Silagen.

schlechtere Gäreigenschaften durch hohe Proteingehalte (Pufferkapazität) und noch niedrigen Zuckergehalten sind die Folge. Das andere Extrem, nämlich Rohfasergehalte von über 300 g/kg TM und demzufolge weit unterdurchschnittliche Energiegehalte (teilweise unter 5 MJ NEL/kg TM), gilt es ebenso zu vermeiden. Zudem sind spät geerntete Aufwüchse, insbesondere bei hohen TM-Gehalten) schlecht zu verdichten (Abbildung 5). Schimmelbildung und Nacherwärmung sind die Folgen. Deshalb gilt die Regel, dass mit zunehmendem TM-Gehalt immer kürzer geerntet (gehäckselt) werden muss.

### Nacherwärmung

Aus Abbildung 6 ist zu erkennen, dass sowohl die feuchteren als auch die trockeneren Grassilagen eher unter-

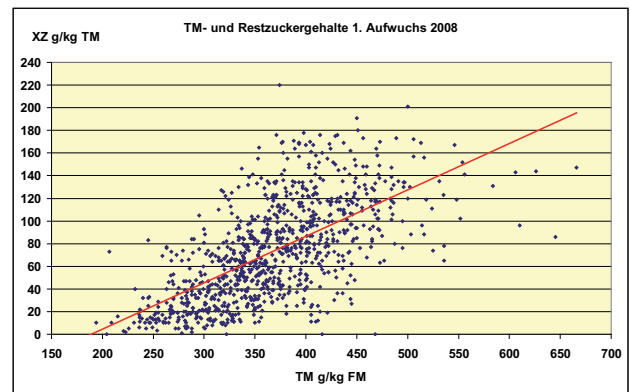


Abbildung 7: Beziehung zwischen Anwelkgrad und Restzuckergehalt. In trockenen Silagen findet keine Gärung mehr statt, das Risiko der Nacherwärmung steigt.

durchschnittliche Energiegehalte aufweisen. Während das in den Feuchtsilagen neben verspätetem Schnitt auch auf Buttersäuregärung zurück zu führen ist (höhere Schmutzgehalte!), kann die Ursache dafür in den trockenen Silagen teilweise an Verlusten durch Nacherwärmung liegen. Die mit dem Anwelkgrad steigenden Restzuckergehalte signalisieren jedenfalls eine zunehmend verhaltene Gärung in den trockenen Silagen (Abbildung 7), was das Risiko einer hefebedingten Nacherwärmung erhöht.

### Einfluss der Erntetechnik

Genau 50 % aller Grassilagen wurden mit dem Exakthäcksler geerntet, rund 42 % mit dem Kurzschnittdedewagen (Tabelle 2). Die restlichen Anteile entfallen auf Ladewagen

Tabelle 1: Futterwertparameter der verschiedenen Naturräume in Baden-Württemberg im Vergleich zu allen Grassilagen (1. Aufwuchs 2008)

Vergleichsgebiet	n	TM g/kg FM		XA g/kg TM		XP g/kg TM		XF g/kg TM		ADForg g/kg TM		XZ g/kg TM		MJ NEL/kg TM								
		Mittel	Spanne	Mittel	Spanne	Mittel	Spanne	Mittel	Spanne	Mittel	Spanne	Mittel	Spanne	Mittel	Spanne							
Ziel:		350 - 400		80 - 100		160 - 180		220 - 240		240 - 270		40 - 60		mind. 6,4								
Unterland, Bergstraße	25	358	270	548	107	72	186	164	128	201	262	223	314	274	226	327	60	6	169	6,21	5,5	6,9
Gäulandschaften	90	381	244	666	103	75	156	159	102	209	256	194	316	275	203	357	71	8	172	6,22	4,9	7,2
Rheinebene	24	376	266	536	105	47	194	146	69	190	267	228	329	292	231	335	63	18	160	5,97	5,1	7,0
Westlicher Bodensee	37	380	207	516	106	78	144	172	125	205	232	196	272	244	208	386	89	10	191	6,58	5,8	7,1
Hochschwarzwald	13	369	239	606	86	59	109	152	111	180	265	207	299	303	250	359	50	6	143	5,99	5,3	6,5
Ostschwarzwald	35	346	231	473	99	73	121	167	119	214	249	189	333	273	200	379	56	10	170	6,29	5,5	7,0
Baar	30	330	221	552	102	79	137	169	121	226	254	169	333	276	218	338	37	0	120	6,25	5,5	7,3
Östlicher Bodensee	11	402	341	556	97	85	109	163	135	199	231	201	270	232	199	282	109	46	170	6,79	6,2	7,2
Allgäu	52	367	180	518	89	73	110	167	121	196	226	193	284	236	204	304	104	13	173	6,79	5,9	7,3
Oberland	126	381	240	626	100	54	172	171	90	215	230	177	366	245	189	406	93	1	201	6,61	4,6	7,6
Donau-Iller	17	374	289	468	111	92	148	171	125	201	217	189	281	235	190	316	94	12	176	6,74	5,5	7,3
Bessere Alb	51	368	226	645	97	72	127	175	130	219	237	193	316	254	201	324	70	0	145	6,56	5,3	7,2
Geringere Alb	128	344	194	610	99	75	147	167	117	230	243	178	322	265	193	370	55	0	178	6,34	5,1	7,3
Heuberg	11	275	209	354	102	79	130	166	117	191	238	207	272	269	244	288	21	7	73	6,22	5,9	6,7
Westliches Albvorland	17	311	198	540	103	81	127	170	119	196	255	231	331	282	241	341	29	3	109	6,30	5,5	7,0
Neckar, Nagold, ndl. Schwarzwaldrand	30	368	246	535	103	85	131	167	127	225	246	184	344	261	195	339	62	13	175	6,40	5,4	7,4
Östliches Albvorland	48	370	265	514	93	66	116	152	108	188	240	178	308	256	214	319	88	12	220	6,41	5,7	6,9
Schwäbischer Wald, Odenwald	123	366	215	536	95	73	199	168	121	211	234	180	304	248	197	311	78	5	180	6,59	5,7	7,3
Hohenlohe	59	367	237	502	100	78	215	160	99	202	253	204	321	269	217	345	66	2	176	6,31	5,1	7,1
Bauland, Odenwaldrand, Main, Tauber	42	385	237	546	103	74	179	162	129	201	246	204	298	258	204	306	77	11	167	6,33	5,6	7,0
<b>1. Aufwuchs Mittelwerte</b>	<b>970</b>	<b>365</b>	<b>180</b>	<b>666</b>	<b>99</b>	<b>47</b>	<b>215</b>	<b>166</b>	<b>69</b>	<b>230</b>	<b>242</b>	<b>169</b>	<b>366</b>	<b>259</b>	<b>189</b>	<b>406</b>	<b>73</b>	<b>0</b>	<b>220</b>	<b>6,43</b>	<b>4,6</b>	<b>7,6</b>

TM = Trockenmasse; XA = Rohasche; XP = Rohprotein; XF = Rohfaser; ADF org = Saure-Detergentien-Faser (um Rohasche bereinigt); XZ = Restzucker

**Tabelle 2: Einfluss der Erntetechnik auf die Qualität der Grassilagen**

Parameter	Einheit	Erntetechnik Anzahl			Exakthäcksler n=485 (50 %)			Kurzschnittladewagen n=407 (42 %)		
		Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.			
Trockenmasse	%	36,3	18,0	61,0	36,5	20,4	64,5			
NEL	MJ/kg TM	6,42	4,6	7,6	6,49	4,9	7,4			
Rohasche	g/kg TM	99,5	54	186	98,6	72	215			
Rohfaser	g/kg TM	244	169	366	238	177	344			
Rohprotein	g/kg TM	167	90	230	166	102	225			
Restzucker	g/kg TM	64	0	191	81	0	220			
pH-Wert		4,47			4,71					

mit wenigen Messern (2,4 %) oder Ballensilage (3,2 %) bzw. wurde das Ernteverfahren nicht erfasst (2,4 %). In den Mittelwerten und der Spanne innerhalb der einzelnen Parameter unterscheiden sich die maßgeblichen Ernteverfahren „Exakthäcksler“ und „Kurzschnittladewagen“ nicht voneinander. Das bedeutet, dass mit beiden Verfahren sehr gute Silage erzeugt werden kann. Im Hinblick auf die Gärqualität weisen jedoch die mit dem Häcksler geernteten Grassilagen einen Vorteil auf. Die niedrigeren Restzuckergehalte zeichnen bei diesem Verfahren eine intensivere Gärung mit um 0,24 niedrigeren pH-Werten ab.

## Siliermitteleinsatz

Rund 10 % aller Silagen wurden mit Siliermittel behandelt (Tabelle 3), wobei überwiegend biologische Zusätze zum Einsatz kamen. Bei den chemischen Siliermitteln (Neutralsalze, Säure) und der Kombination von Melasse mit Bakterien sind nur sehr wenige Proben vorhanden, daher können keine generellen Aussagen getroffen werden. Auffallend sind jedoch die hohen Restzuckergehalte bei den mit Melasse behandelten Silagen, was sich auch in den höheren Energiegehalten widerspiegelt. Zwischen den unbehandelten und den mit biologischen Siliermittel behandelten Grassilagen sind hinsichtlich der Energiekonzentration nur geringfügige Unterschiede zu erkennen, allerdings weisen alle beimpften Silagen einen um 0,2 bis 0,3 Einheiten tieferen pH-Wert auf. Demnach haben die zugesetzten homo- bzw. heterofermentativen Milchsäurebakterien eine intensive Gärung bewirkt.

## Zusammenfassung

Die Grundfutterqualität wird über Pflanzenbestand, Schnitzeitpunkt und Gärqualität bestimmt. Deshalb schwanken die Inhaltstoffe von Jahr zu Jahr und zwischen den Regionen. Aus diesem Grund ist für jeden Landwirt eine Untersuchung der eigenen Silagen sinnvoll. Der Grundfutterreport Baden-Württemberg bietet die Möglichkeit, regionale und naturraumbezogene Auswertungen hinsichtlich Futterwert und Gärqualität vorzunehmen. Damit können gezielte Beratungen zur Verbesserung der Grundfutterqualität vor Ort erfolgen. Gleichzeitig werden erntespezifische Daten erfasst, die einen Vergleich verschiedener Ernte- und Konservierungsverfahren zulassen.

## Literatur

DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (2006): Praxishandbuch Futterkonservierung. DLG-Verlag Frankfurt a.M., 7. Auflage 2006.

**Tabelle 3: Anteil und Auswirkungen unterschiedlicher Siliermittelgruppen auf die Qualität der Grassilagen (1. Aufwuchs 2008 Baden-Württemberg)**

Siliermittelgruppe	n	Anteil %	TM g/kg FM	XA	XP	XF	XZ	NEL MJ/kg TM	pH	
									n	n
Neutralsalz	7	0,7	347	109	167	238	58	6,42	2	4,45
Säure	5	0,5	383	91	173	246	69	6,54		
Melasse + MSB homo	2	0,2	469	112	171	209	146	6,80	2	4,60
MSB hetero	15	1,5	374	103	172	248	40	6,42	12	4,32
MSB homo	36	3,7	356	99	168	242	65	6,48	10	4,36
MSB homo + hetero	37	3,8	343	97	174	242	47	6,46	10	4,31
nicht erfasst	16	1,6	396	110	150	264	63	6,00		
ohne Zusatz	852	87,8	366	99	165	241	75	6,44	271	4,61
<b>1. Aufwuchs</b>	<b>970</b>	<b>100</b>	<b>365</b>	<b>99</b>	<b>166</b>	<b>242</b>	<b>73</b>	<b>6,43</b>	<b>307</b>	<b>4,58</b>

KAISER, E., WEISS, K., NUSSBAUM, H., KALZENDORF, C., PAHLOW, G., SCHENKEL, H., SCHWARZ, F.J., SPIEKERS, H., SOMMER, M., STAUDACHER, W. Theisen, J. (2006): Grobfutterbewertung - Teil B: DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung. DLG-Information 2/2006.

NUSSBAUM, H. (1995): Auswirkungen unterschiedlicher Ausmagerungsstrategien auf die Konservierbarkeit von Wiesenfutter unter Verwendung enzymhaltiger Silierzusätze. VDLUFA-Kongressband, Garmisch-Partenkirchen, VDLUFA-Verlag Darmstadt, 869-872.

NUSSBAUM, H. (1997): Schritt für Schritt zur Qualität. Fehler bei der Bereitung von Grassilage erkennen und vermeiden. Schwäbischer Bauer 17/97, S. 26-30.

NUSSBAUM, H. (2002): Datensammlung Futterbau, 1. Auflage. Herausgegeben zusammen mit der LEL Schwäbisch Gmünd.

NUSSBAUM, H. (2005): Zu jedem Betrieb die passende Silierkette. BW Agrar 16/2005, 13-15.

NUSSBAUM, H. (2005): Silierzusätze und Steigerung der Milchleistung: Auswirkungen auf die aerobe Stabilität. Tagungsband der AG Grünland und Futterbau 2005 in Bad Elster.

NUSSBAUM, H. (2005): Sechs Regeln gegen die Nacherwärmung. Top agrar 9/2005, Seite R12 - R14.

NUSSBAUM, H. (2006): Problemsilagen gehören nicht in den Futtertrog. dlz 05/2006, S. 110-113.

NUSSBAUM, H. (2007): Dreck bringt keine Leistung. Sonderheft „Wirtschaftseigenes Futter“ der Zeitschrift Neue Landwirtschaft, 12-14.

NUSSBAUM, H. (2008): Erster Grundfutterreport für Baden-Württemberg liegt vor. Schwäbischer Bauer 01/08, 20-21.

NUSSBAUM, H. (2008): In sieben Schritten zu einer hervorragenden Silage. Landwirtschaftliches Wochenblatt Hessen und Rheinland-Pfalz 12/08, 10-12

PÖTSCH, E.M., RESCH, R., SCHAUMBERGER, A., BUCHGRABER, K. (2006): Effect of different management systems on quality parameters of forage from mountainous grassland. Sustainable Grassland Productivity, Grassland Science in Europe, Vol. 11, 484-486.

RESCH, R. (2007): Futtermittelverschmutzung - Auswirkungen auf die Qualität von Grassilagen. Der fortschrittliche Landwirt, (7) 2007, 16-17.

RESCH, R. (2008): Mehrjährige Ergebnisse von Futterqualitäten aus dem Österreichischen Silageprojekt. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Int. Science Symposium of Nutrition of Domestic Animals „Zadavec-Erjavac Days“, 13.-14.11.2008, Radenci, Slowenien.

SPIEKERS, H., POTTHAST, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlag Frankfurt a.M., 4. Auflage 2004.

# Entwicklung der Qualität von Silagen und Heu im österreichischen Grünland - Konsequenzen für die Fütterungspraxis

Franz Tiefenthaller<sup>1\*</sup>

## Einleitung

In der Wiederkäuerfütterung sind qualitativ hochwertiges Heu und beste Grünfuttersilagen trotz Renaissance der Weidehaltung die wichtigsten Grundlagen für Leistung, Fruchtbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Wenn auch zu bemerken ist, dass der Einsatz von Kraftfuttermitteln eng mit deren Marktpreisen zusammenhängt, muss das Ziel der Wiederkäuerfütterung sein, nur soviel Kraftfutter wie unbedingt nötig einzusetzen. Nur so ist die Wiederkäuergerechtigkeit der Ration sicherzustellen. Eine unzureichende Qualität des Grundfutters kann durch Kraftfutter nicht ausgeglichen werden. Durch die Physiologie des Pansens und der dort stattfindenden chemischen Vorgänge bei der Verdauung, sind dem Kraftfuttereinsatz Grenzen gesetzt. Eine möglichst hohe Gesamtfuttermittelaufnahme, die zur Erreichung hoher Milchleistungen erforderlich ist, kann nur erreicht werden, wenn die Grundfuttermittelaufnahme hoch ist. Diese ist wiederum nur möglich, wenn die Grundfutterqualität den hohen Anforderungen heutiger hochleistender Milchkühe entspricht. Der Konservierung des Grundfutters kommt daher eine zentrale Bedeutung in der Wiederkäuerfütterung, im speziellen in der Milchviehfütterung, zu.

## 1. Grassilagen

Die Bereitung bester Gras- und Feldfuttersilagen stellt alljährlich eine große Herausforderung für die Milchviehhalter dar. Durch den immer höheren Anteil an Betrieben, die Grassilage das ganze Jahr überfüttern, wird der Grundstein für Leistung und Fruchtbarkeit in den wenigen Tagen der Silagebereitung für einen langen Zeitraum gelegt. Trotz Kenntnis der grundlegenden Regeln für eine einwandfreie Bereitung guter Silagequalitäten, sind in der Praxis höchst unterschiedliche Qualitätsniveaus bei Silagen anzutreffen. Für die wirtschaftliche Erzeugung von Milch und Fleisch sind folgende Gehalte bei Silagen anzustreben (SPIEKERS, 2004)

Die Qualitätsparameter für Grassilagen interessieren in der Fütterungsberatung besonders. Nur durch die Kenntnis möglichst vieler Parameter, kann eine wiederkäuergerechte und den Leistungsanforderungen angepasste Ration zusammengestellt werden. Die Fütterungsberater der Landwirtschaftskammern Österreichs arbeiten seit 2003 in einem Silageprojekt, das im 2-Jahresrhythmus durchgeführt wird, zusammen. In diesem Projekt werden Grassilagen aller Schnitte aller Bundesländer beprobt und auf ihren Nährstoffgehalt und die Silagequalität hin analysiert. Die Analyse führt das Futter-

**Tabelle 1: Anzustrebende Gehalte in Gras- und Maissilage (nach SPIEKERS, 2004)**

Parameter	Einheit	Grassilage	Maissilage
Trockenmasse	%	30 – 40	28 – 35
Rohasche	% i. d. TM	< 10	< 4,5
Rohprotein	% i. d. TM	< 17 <sup>2)</sup>	< 9
Rohfaser	% i. d. TM	22 – 25	17 – 20
NDF	% i. d. TM	40 – 48	35 – 40
Strukturwert (SW)	/kg TM	2,6 – 2,9	1,5 – 1,7
Stärke	% i. d. TM	keine	> 30
ME	MJ/kg TM	≥ 10,6 bzw. ≥ 10,0 <sup>3)</sup>	≥ 10,8
NEL	MJ/kg TM	≥ 6,4 bzw. ≥ 6,0 <sup>3)</sup>	≥ 6,5
nXP	g/kg TM	> 135	> 130
RNB	g/kg TM	< 6	-7 bis -9

<sup>1)</sup> In Abhängigkeit vom Kornanteil

<sup>2)</sup> 15 % bei Ackergrassilage

<sup>3)</sup> 1. Schnitt bzw. Folgeschnitte

mittellabor der LK Niederösterreich in Rosenau durch. Eine Weiterführung des Projektes ist auch für 2009 wiederum in Vorbereitung. Erstmals werden auch Maissilagen einbezogen werden. Vornehmlich können Proben aus jenen Betrieben gezogen werden, die Mitglied der Milchvieharbeitskreise sind. Aber auch darüber hinaus nutzen viele Landwirte die Möglichkeit, Futteranalysen durchführen zu lassen.

Um die Einflüsse auf die Silagequalität herauszufinden, wird zu jeder Silageprobe ein Fragebogen ausgefüllt. Hier werden möglichst alle Gegebenheiten rund um die Silagebereitung (Management) erhoben. Neben der Wirtschaftsweise des Betriebes werden verschiedenste Parameter abgefragt. Dabei ist zu betonen, dass die Angaben von den Betriebsführern erfragt sind und teilweise subjektiven Charakter aufweisen bzw. die Angaben eine gewisse Unschärfe aufweisen. Gemeinsam mit den Laborwerten ist aber eine gute Praxisauswertung möglich und aufschlussreiche Informationen über die Silagequalitäten aus nunmehr drei Erntejahren können gewonnen werden. In Summe wurden durch das Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Fachbereich Futterkonservierung und Futterbewertung des LFZ Raumberg-Gumpenstein, Ing. Reinhard Resch, 2.413 Grassilagen ausgewertet. Im folgenden werden die Analyseergebnisse der Silageproben genauer betrachtet.

Neben der reinen Rohnährstoffanalyse wurden bei 2.267 Proben auch die Mengenelemente, bei 350 die Spurenelemente, bei 395 der Zucker und bei 27 Proben die Gerüstsubstanzen untersucht. Bei 1.757 Proben wurde die Gärqualität und bei 1.995 der pH-Wert festgestellt.

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Auf der Gugl 3, A-4021 Linz

\* Ansprechpartner: DI Franz Tiefenthaller, email: [franz.tiefenthaller@lk-ooe.at](mailto:franz.tiefenthaller@lk-ooe.at)

Tabelle 2: Futterinhaltsstoffe in Abhängigkeit der Futterzusammensetzung (Resch, 2008; auszugsweise)

Jahr	Futterzusammensetzung	Anzahl (n)	Trockenmasse (g/kg FM)	Rohprotein (g/kg TM)	Rohfaser (g/kg TM)	NEL (MJ/kg TM)	Verdichtung (kg TM/m <sup>3</sup> )
2003	DGL <sup>1)</sup>	503	386,2	149,5	270,4	5,92	176,0
	FF <sup>2)</sup>	171	402,1	161,0	267,9	5,80	184,3
	DGL/FF	86	380,1	153,8	268,8	5,94	197,6
	<b>insgesamt</b>	<b>760</b>	<b>389,1</b>	<b>152,5</b>	<b>269,6</b>	<b>5,90</b>	<b>180,3</b>
2005	DGL	477	382,8	146,6	258,3	6,01	186,7
	FF	106	389,5	153,9	270,2	5,79	177,8
	DGL/FF	31	366,3	156,8	256,8	5,94	190,1
	<b>insgesamt</b>	<b>614</b>	<b>383,1</b>	<b>148,4</b>	<b>260,3</b>	<b>5,97</b>	<b>185,3</b>
2007	DGL	519	387,0	144,6	261,3	6,03	181,7
	FF	116	372,5	155,5	260,5	6,04	176,7
	DGL/FF	63	374,9	148,9	262,3	6,08	206,0
	<b>insgesamt</b>	<b>698</b>	<b>383,5</b>	<b>146,8</b>	<b>261,3</b>	<b>6,04</b>	<b>183,0</b>
Insgesamt	DGL	1499	385,4	146,9	263,4	5,99	181,2
	FF	393	389,9	157,4	266,3	5,87	180,5
	DGL/FF	180	375,9	152,6	264,5	5,99	199,0
	<b>insgesamt</b>	<b>2072</b>	<b>385,4</b>	<b>149,4</b>	<b>264,0</b>	<b>5,96</b>	<b>182,6</b>

<sup>1)</sup>Dauergrünland, <sup>2)</sup>Feldfutter

Bei den Aufwüchsen verteilten sich die Proben auf 1.615 Proben 1. Schnitt, 290 Proben 2. Schnitt, 82 Proben 3. Schnitt und 22 Proben 4. bis 6. Aufwuchs. Im folgenden sollen einige Auswertungsergebnisse dargestellt und die Konsequenzen für die Fütterungspraxis gezogen werden.

Die über 2.000 ausgewerteten Grassilageproben zeigen bei der Trockenmasse im Durchschnitt recht hohe Werte. Der Jahreseinfluss ist zu deutlich zu erkennen. 2003 war ein sehr trockenes Jahr, 2005 kann als ein Erntejahr mit durchschnittlichen Temperaturen und Niederschlägen bezeichnet werden. 2007 war ein überaus günstiges Jahr in bezug auf die Futterqualität. Beim Rohproteingehalt weisen die Feldfuttersilagen über alle drei Jahre gesehen lediglich 1% mehr Rohprotein als die Silagen des Dauergrünlandes

auf. Ordnet man die Silagen der Wirtschaftsweise zu, so weisen die 313 Proben von biologisch wirtschaftenden Betrieben im Schnitt der drei Jahre 143,5 g Rohprotein auf. 662 Proben von Betrieben mit Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel 146,0 g, 658 Proben von Betrieben mit Reduktion 150,5 g und 430 Proben konventioneller Betriebe 157,0 g. Hier wird die verhaltenere N-Düngung bzw. der geringere GVE-Besatz Richtung biologischer Wirtschaftsweise deutlich sichtbar.

Der Rohfasergehalt der Silagen liegt durchschnittlich bei 264 g/kg TM. Das ist ein relativ hoher Wert und liegt an der obersten Grenze der anzustrebenden Gehalte. Jener von Feldfuttersilage liegen nochmals höher. Hier wird offensichtlich der richtige Schnitzeitpunkt immer noch

Tabelle 3: Gärqualität in Abhängigkeit des Siliersystems (Resch, 2008; auszugsweise)

Jahr	Siliersystem	Anzahl (n)	pH-Wert	Milchsäure (g/kg TM)	Essigsäure (g/kg TM)	Buttersäure (MJ/kg TM)	Verdichtung (kg TM/m <sup>3</sup> )
2003	FS <sup>1)</sup>	492	4,6	36,2	10,5	12,4	191,5
	HS <sup>3)</sup>	51	4,6	40,5	11,4	14,6	196,1
	RB <sup>4)</sup>	213	4,5	32,2	8,7	8,4	150,8
	<b>insgesamt</b>	<b>756</b>	<b>4,6</b>	<b>35,7</b>	<b>10,2</b>	<b>11,8</b>	<b>180,3</b>
2005	FS	370	4,5	38,6	10,8	12,2	193,8
	SH <sup>2)</sup>	21	4,3	53,5	15,8	16,1	190,6
	HS	24	4,4	49,1	16,9	8,9	211,2
	RB	189	4,6	40,1	9,4	7,2	167,2
	<b>insgesamt</b>	<b>604</b>	<b>4,5</b>	<b>39,5</b>	<b>10,6</b>	<b>10,9</b>	<b>185,7</b>
2007	FS	420	4,4	48,3	11,1	11,4	198,1
	SH	28	4,4	44,8	9,5	16,0	183,1
	HS	33	4,4	47,4	10,8	9,3	170,8
	RB	215	4,4	57,3	11,0	8,7	154,6
	<b>insgesamt</b>	<b>696</b>	<b>4,4</b>	<b>50,8</b>	<b>11,0</b>	<b>40,7</b>	<b>183,2</b>
Insgesamt	FS	1282	4,5	41,3	10,8	12,0	194,2
	SH	49	4,4	46,0	10,3	16,0	186,5
	HS	108	4,5	44,4	12,0	11,8	190,8
	RB	617	4,4	46,6	10,0	8,2	157,2
	<b>insgesamt</b>	<b>2056</b>	<b>4,5</b>	<b>42,8</b>	<b>10,6</b>	<b>11,1</b>	<b>182,8</b>

<sup>1)</sup> Fahrsilo, <sup>2)</sup> Silohaufen, <sup>3)</sup> Hochsilo, <sup>4)</sup> Rundballen

übersehen. Dies schlägt auf den Energiegehalt durch. Beim Energiegehalt ist ein Jahreseinfluss zu bemerken. 2007 fällt als Jahr mit besonders hohen Energiegehalten auf, die Erntemengen waren jedoch nicht zufriedenstellend. Alle Silagen wurden im Durchschnitt gut verdichtet. Dennoch sind Silagen mit so hohen Trockenmassegehalten, wie sie hier gefunden wurden, deutlich höher zu verdichten.

Die Gärqualität stellt eine zentrale Kenngröße für die Beurteilung der Silagequalität dar. Auffällig ist, dass die Milchsäuregehalte sich stark mit den Jahreseffekten decken. Die Gehalte an Essigsäure sind über die Jahre hin relativ konstant. Bedenklich sind die durchwegs hohen Gehalte an Buttersäure. Sie liegen auf gleicher Höhe wie die Essigsäuregehalte, was entschieden zu hoch ist. Vom Siliersystem fallen die Unterschiede bei Milch- und Essigsäure nur gering aus. Auffällig sind jedoch die wesentlich niedrigeren Buttersäuregehalte bei den Rundballensilagen. Umso mehr, als die Verdichtung hier mit 157 kg TM/m<sup>3</sup> deutlich niedriger als bei allen anderen Siliersystemen liegt. Ein Grund dafür könnte die rasche Futterernte bei der Rundballensilierung sein, wo im allgemeinen noch am Tag der Mahd das Pressen und Wickeln des Siliergutes erfolgt. Der Nachteil der geringeren Verdichtung im Vergleich zum Fahr- bzw. Hochsilo wird dadurch mehr als ausgeglichen. Dies brachte ein Umdenken in der Beratung in der Beurteilung der Rundballensilagen.

Auffällig ist auch, dass die erwartete höhere Verdichtung bei Hochsilos offensichtlich nicht nachvollziehbar ist. Eine Erklärung dafür könnte jedoch sein, dass die Messung der Verdichtung bei manchen Proben im oberen Bereich der Hochsilos gemacht worden ist. Dies würde erklären, warum die Werte nicht die erwartete Höhe aufweisen.

## 2. Heu

Heu wird in Österreich in sehr unterschiedlichen Mengen für die Wiederkäuerfütterung eingesetzt. Die Bandbreite reicht von 0 bis 100 %, wobei nur wenige Betriebe tatsächlich völlig ohne Heu arbeiten, da zumindest in der Kälberfütterung auf Heu durchwegs nicht verzichtet werden kann. In der Milchviehfütterung wird durch den Einsatz von Futtermischwägen zunehmend auch Stroh als Strukturlieferant eingesetzt.

Der Großteil der Betriebe mit Silagefütterung setzt Heu weiterhin in bescheidenem Umfang in Mengen von 1 bis 2 kg je Tier und Tag ein. Trockensteher erhalten wesentlich höhere Heumengen. Betriebe mit Silageverzicht füttern ausschließlich Heu als Grundfutter und sind daher bemüht,

höchste Qualitäten bei allen Schnitten einzufahren. Durchwegs wird mit Heubelüftungen gearbeitet.

Auf die Erfahrungen des Silageprojekts aufbauend, haben die Fütterungsberater der Landwirtschaftskammern Österreichs 2008 erstmals eine Heumeisterschaft durchgeführt. 151 Heuproben aus Österreich und 66 aus Südtirol wurden gezogen und im Futtermittellabor Rosenau analysiert. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte wiederum durch Ing. Reinhard Resch vom LFZ Raumberg-Gumpenstein.

Die Heuproben stammen von 76 Biobetrieben, 74 UBAG- und 61 Betrieben ohne Förderung. Fast die Hälfte der Proben stammt von Betrieben mit Heubelüftung. Dies erklärt die guten Werte des Projektes gegenüber den ÖAG-Tabellenwerten. Bei Belüftungsheu wurden überwiegend Proben von Warmbelüftungen eingereicht. Der Energiegehalt ist bei allen Schnitten sehr hoch. Der Rohproteingehalt liegt beim 1. Schnitt nur geringfügig unter den Tabellenwerten, bei 2. und den Folgeaufwüchsen liegt er geringfügig darüber. Die über 200 Heuproben des Projektes zeigen, dass die ÖAG-Tabellenwerte recht gut die Realität abbilden und für die Abschätzung der Futterinhaltsstoffe und für Rationsberechnungen sehr gut geeignet sind.

Betrachtet man den Rohproteingehalt nach der Konservierungsart vom Bodenheu über die Kaltbelüftung hin zur Warmbelüftung, so lässt sich nur eine geringe Steigerung des Rohproteingehaltes beim 1. Schnitt und eine etwas höhere Steigerung beim zweiten und den Folgeschnitten feststellen. Viel deutlicher fällt die Steigerung vom ersten zu den Folgeschnitten innerhalb des Konservierungsverfahrens auf. Vergleicht man die Bundesländer untereinander, so fallen Proben mit hohem Rohproteingehalt aus Niederösterreich, Tirol, Vorarlberg und Südtirol auf.

Der Rohfasergehalt nimmt mit der Schnittanzahl ab. Durchschnittlich enthielt der 1. Aufwuchs 307 g Rohfaser, die Folgeaufwüchse 261 g/kg TM. Belüftungsheu wurde früher geerntet und wies bei Kaltbelüftung 296 g beim 1. Schnitt und 254 g bei den Folgeaufwüchsen auf. Warmbelüftetes Heu hatte beim 1. Schnitt 268 g Rohfaser, bei den Folgeaufwüchsen 254 g. Diese Erntezeitpunkte liegen nahe an den Bereichen der Silagebereitung. Dementsprechend gute Heuqualitäten lassen sich durch Warmbelüftungen herstellen.

## 3. Konsequenzen für die Fütterungspraxis

Aus den dargestellten Zusammenhängen bei Grassilagen und Heu lassen sich für die konkrete Fütterungspraxis etliche Schlussfolgerungen ziehen.

**Tabelle 4: Nährstoffgehalte und Energie von Heu und Grummet** (Resch, 2008, auszugsweise)

1. Aufwuchs	Rohprotein (g/kg TM)	nutzbares Rohprotein (g/kg TM)	Rohfaser (g/kg TM)	Rohasche (g/kg TM)	NEL (MJ/kg TM)
Heuprojekt 2008	100,5	117,5	302,8	72,5	5,38
ÖAG-Futterwerttabelle 2006	106,6	115,2	300,1	84,0	5,17
2. + Folgeaufwüchse					
Heuprojekt 2008	135,9	129,9	264,0	90,3	5,57
ÖAG-Futterwerttabelle 2006	132,2	124,2	270,9	99,0	5,38

### a) Silagen

- Grassilagen aus diesen drei Projektjahren weisen im Durchschnitt sehr hohe Trockensubstanzgehalte auf. Es wird durchwegs zu trocken siliert mit allen Gefahren der Schimmelbildung und Nacherwärmung.
- Der Rohfasergehalt ist im Mittel zu hoch, damit einhergehend der Energiegehalt zu niedrig. Die Festlegung des idealen Schnitzeitpunktes ist für viele Betriebe immer noch ein Problem.
- Die Gehalte an Buttersäure sind durchgehend zu hoch. Die Verdichtung der Silagen und die zügige Silierung bergen noch Verbesserungspotential. Rundballensilage bildet hier aber eine Ausnahme.
- Die optimalen Werte, die für die Verdichtung bei der Silierung erreicht werden sollten, werden seit Herbst 2008 auf den Silagebefunden des Futtermittellabors Rosenau angegeben. Dies ist eine konkrete Maßnahme aus den Erkenntnissen des Silageprojekts, die den Landwirten zeigen soll, wo noch Verbesserungsmöglichkeiten bestehen.

### b) Heu

- Heu in Silagebetrieben stellt nicht den Hauptlieferanten für Nährstoffe dar. Hier ist besonders auf die hygienisch einwandfreie Beschaffenheit des Heus zu achten. Verbesserungen sind hier durchwegs möglich.
- Belüftungsheu wird teilweise sehr früh geschnitten, so dass niedrige Rohfaserwerte und hohe Zuckergehalte bei

hohem Kraftfuttereinsatz die Ration rasch an den Rand der Wiederkäuergerechtigkeit bringen.

- Für Trockensteher sind separate Heuqualitäten zu werben, die den niedrigen Nährstoffansprüchen in dieser Leistungsphase entsprechen.

Die Ziehung von Futterproben und deren gebündelte Auswertung im LFZ Raumberg-Gumpenstein ergeben neue Erkenntnisse die mehr sind, als bloß die Summe der einzelnen Probandaten. Erst durch die mehrjährige Zusammenführung dieser immensen Datenfülle ist es möglich, Beratungsaussagen und Empfehlungen für die Fütterungspraxis mit hoher Sicherheit abzuleiten. Ein besonderer Dank gebührt daher Ing. Reinhard Resch, der in höchst kompetenter Weise die Ausarbeitung der Futteranalyse- und Fragebogendaten seit mehreren Jahren durchführt. Die Fortführung des Silage- und Heuprojektes ist vereinbart und wird weiterhin eine wichtige Quelle für Erkenntnisse sein, die in konkrete Beratungsempfehlungen umgesetzt werden können.

### Literatur

- RESCH, R., 2008: Heumeisterschaft – erste Ergebnisse, Tagungsbeitrag Fütterungsreferententagung OÖ
- RESCH, R., 2008: Abschlussbericht der wissenschaftlichen Tätigkeit LFZ 073523 „Praxisorientierte Strategien zur Verbesserung der Qualität von Grassilagen in Österreich“, LFZ Raumberg-Gumpenstein
- SPIEKERS, H., POTTHAST, V., 2004: Erfolgreiche Milchviehfütterung, 4. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main



# Grundfutterqualität im Konnex mit dem österreichischen Agrarumweltprogramm

Erich M. Pötsch<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

Das österreichische Agrarumweltprogramm ÖPUL weist seit Beginn seiner Einführung im Jahr 1995 eine sehr hohe Akzeptanz bei den heimischen Landwirten auf. Knapp 75% der österreichischen Landwirte nehmen mit insgesamt mehr als 85% der landwirtschaftlichen Nutzfläche an ÖPUL-Maßnahmen teil und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur verstärkten Ökologisierung der Landwirtschaft. Der Akzeptanzgrad von ÖPUL liegt in den grünlanddominierten Regionen besonders hoch, dies betrifft unter anderem die als hochwertig eingestufte Maßnahme „Biologische Wirtschaftsweise“.

Jede der angebotenen Maßnahmen ist mit definierten Förderungsvoraussetzungen verknüpft, die in vielfältiger Weise sowohl den Ertrag von Grünland als auch die Qualität des Grundfutters beeinflussen. Das tatsächliche Ausmaß dieser Beeinflussung hängt sehr stark von den standörtlichen Bedingungen und der vorliegenden, spezifischen Bewirtschaftung ab. Wieweit nun die für einzelne Maßnahmen jeweils festgelegten Prämien etwaige Verluste tatsächlich abdecken kann, daher auch nicht generell beantwortet werden. Ergebnisse von Exaktversuchen und Feldstudien belegen, dass auch innerhalb von ÖPUL ansprechende Futtererträge und –qualitäten auf den Wiesen und Weiden erzielbar sind, wenngleich vor allem in Grünlandgunstlagen hohe und höchste Ertragspotentiale nicht zur Gänze ausgeschöpft werden können.

In jedem Fall besteht aber die Möglichkeit einer verbesserten, optimierten Nutzung der betriebseigenen und natürlichen Ressourcen ohne damit in Konflikt mit den Auflagen einzelner ÖPUL-Maßnahmen zu geraten. Dies betrifft insbesondere den sachgerechten und effizienten Einsatz der Wirtschaftsdünger mit guten Einsparungspotentialen im Bereich der gasförmigen N-Verluste im Stall, am Lager und bei der Ausbringung. Vorbeugende Pflege- und Regulierungsmaßnahmen ermöglichen in Kombination mit Methoden der Grünlanderneuerung die Entwicklung stabiler, leistungsfähiger Grünlandbestände mit ausreichenden Anteilen an Leguminosen, die wiederum einen wichtigen Beitrag zur Bodenfruchtbarkeit und zur biologischen Stickstoffversorgung leisten. Letztlich bestehen auch beachtliche Reserven im Bereich der Ernte (Reduktion der Futtermittelverschmutzung!) und auch in der Futtermittelkonservierung wie umfangreiche Praxisuntersuchungen belegen.

*Schlagwörter:* Agrarumweltprogramm, ÖPUL, Grünland, Futterertrag, Futterqualität

## Summary

The Austrian agri-environmental program „ÖPUL“ has been highly accepted by local farmers since it was implemented in 1995. Nearly 75% of all Austrian farmers are participating in different ÖPUL measures with more than 85% of the total agricultural used area and therewith they strongly contribute to a more ecological oriented agriculture. In grassland dominated regions the acceptance level of ÖPUL is particularly high, especially concerning “Organic farming”, a measure that is classified to be of very high value.

All of the offered measures are linked with well defined requirements, which variously influence yield and quality of forage of grasslands. The real extent of impact is strongly depending on site conditions and on specific farm management. Therefore the question if the offered premiums are covering possible losses cannot be answered in general. Results of exact experiments and field studies indicate that also within ÖPUL sufficient yields and forage quality can be achieved on meadows and pastures, although in favourable areas the maximum yield potential can not be tapped.

In any case it is possible to improve and to optimize natural and farm internal resources, without coming into conflict with the requirements of ÖPUL measures. In any case it is possible to improve and to optimize natural and farm internal resources, without coming into conflict with the requirements of ÖPUL measures. Especially the proper and sufficient use of farm manure provides good saving potential concerning gaseous N-losses in stable houses, storage places and during application. Preventive measures of grassland management and grassland renewing lead to highly productive plant communities with sufficient proportion of legumes which again improve soil fertility and contribute to biological nitrogen supply. Finally there are remarkable reserves both in the field of harvesting (reduction of forage contamination!) and of forage conservation.

*Keywords:* agri-environmental program, ÖPUL, grassland, forage yield, forage quality

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Grünlandmanagement und Kulturlandschaft, A-8952 Irdning

\* Ansprechpartner: Univ.DoZ. Dr. Erich M. Pötsch, email: [erich.poetsch@raumberg-gumpenstein.at](mailto:erich.poetsch@raumberg-gumpenstein.at)

## 1. Einleitung

Das österreichische Agrarumweltprogramm ÖPUL nimmt seit Beginn der ersten Programmperiode im Jahr 1995 einen ganz besonderen Stellenwert für die gesamte österreichische Landwirtschaft ein. Nach ÖPUL 95, ÖPUL 98, ÖPUL 2000 wird nun seit 2007 die bereits vierte Version des Agrarumweltprogramms flächendeckend angeboten und leistet damit einen wesentlichen und unverzichtbaren Beitrag zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (BMLFUW, 2007). Die permanent hohen Akzeptanzgrade belegen insgesamt auch eine starke Bereitschaft der österreichischen Landwirte, umweltfreundliche und Ressourcen schonende Maßnahmen in ihr Bewirtschaftungssystem zu integrieren (Abbildung 1).

Im Verlauf der bisherigen Programmperioden erfolgte eine stetige Adaptierung und Anpassung der angebotenen Maßnahmen und der damit verknüpften, spezifischen Auflagen und Förderungsvoraussetzungen. Die einzelnen Maßnahmen dienen vorwiegend der Sicherung und Förderung von festgelegten Schutzgütern, nämlich Boden, Wasser, Arten- und Habitatvielfalt, Landschaft und genetische Vielfalt. Diese Kernaspekte stehen zugleich auch als sogenannte Bewertungsfragen im Mittelpunkt der Evaluierungsverpflichtung für das Agrarumweltprogramm als wesentlicher Bestandteil des Programms Ländliche Entwicklung (BMLFUW, 2008b). Im Rahmen der Agenda 2000 wurden die Vorgaben zur Evaluierung erstmals gesetzlich verankert, wodurch die Evaluierung nunmehr einen integrierten Aspekt der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) darstellt und damit auch einen wichtigen Beitrag zur Programmentwicklung und -verbesserung leistet.

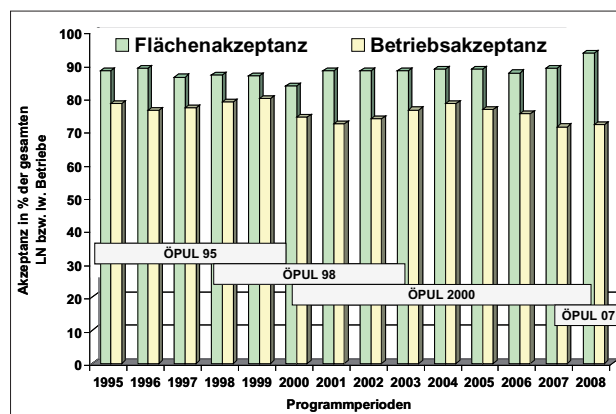


Abbildung 1: Flächen- und Betriebsakzeptanzen für die ÖPUL-Programme von 1995 bis 2008 (Quelle: BMLFUW, 2008a)

## 2. Problem- und Aufgabenstellung

Im aktuellen ÖPUL-Programm 07 werden derzeit insgesamt 28 unterschiedliche Maßnahmen angeboten, von denen sehr viele in unmittelbarer Weise in die tierische und pflanzliche Produktion eingreifen. Viele der mit den Maßnahmen verknüpften Auflagen beeinflussen auch die Grünlandwirtschaft hinsichtlich Quantität und Qualität der Grundfutterproduktion. *Tabelle 1* zeigt den Zusammenhang zwischen den aktuellen grünlandrelevanten ÖPUL-Maßnahmen und den ertrags- bzw. qualitätsbestimmenden Faktoren im Grünland.

Am stärksten greifen die dargestellten Maßnahmen im Bereich der Düngung ein, wodurch sich in vielen Fällen auch eine Rückkopplung auf den Boden als wichtigen Standortfaktor ergibt. Die meisten der angeführten Maß-

Tabelle 1: Grünlandrelevante ÖPUL-Maßnahmen sowie deren Beeinflussung ertrags- und qualitätsbestimmender Faktoren für die Grundfutterproduktion (BMLFUW, 2009)

ÖPUL-Maßnahmen	n Betriebe (2008)	Gesamtfläche in ha (2008)	davon Grünlandfläche in ha (2008)	Düngung		Nutzung			Pflanzenbestand			
				Niveau	Zeitpunkt <sup>5</sup>	Düngemittel	Zeitpunkt	Häufigkeit	Nutzungsart	Konservierung	Umbruch	Erneuerung
<b>Biologische Wirtschaftsweise</b>	19.074	364.924	<b>213.945</b>	x		x	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>		x	x	x
<b>Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen</b>	70.962	1.338.858	<b>499.918</b>	x			x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>		x		
<b>Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel im Grünland</b>	41.162	437.968	<b>437.926<sup>2</sup></b>	x		x	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>		x		x
<b>Silageverzicht</b>	10.235	115.425	<b>115.403<sup>3</sup></b>	x		x	x <sup>4</sup>	x <sup>4</sup>	x			
<b>Mahd von Steiflächen</b>	43.983	163.494	<b>163.416</b>				x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>	x		x	x
<b>Erhaltung von Streuobstbeständen</b>	18.155	11.403	<b>11.401</b>							x		
<b>Bewirtschaftung von Bergmähdern</b>	1.234	1.757	<b>1.757</b>			x		x	x			x
<b>Alpung und Behirtung</b>	11.972	450.348	<b>450.348</b>	x		x			x			x
<b>Naturschutzmaßnahmen</b>	23.135	74.329	<b>52.542</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Ökopunkte<sup>6</sup></b>	4.749	94.271	<b>35.161</b>	x		x	x	x		x		x
<b>Regionalprojekt für Grundwasserschutz und Grünlanderhaltung<sup>7</sup></b>	2.042	28.279	<b>28.279</b>	x		(x) <sup>8</sup>	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>		(x) <sup>8</sup>	x	x (x) <sup>8</sup>

<sup>1</sup>auf zumindest 5 % der Grünlandflächen, <sup>2</sup>inklusive 38.558 ha Ackerfutterfläche, <sup>3</sup>inklusive 3.060 ha Ackerfutterfläche, <sup>4</sup>indirekt durch Heunutzung

<sup>5</sup>zeitliche Einschränkungen (Verbotszeiträume) in der Düngung bestehen für alle angeführten ÖPUL-Maßnahmen gemäß Aktionsprogramm Nitrat

<sup>6</sup>nur in Niederösterreich angebotene Maßnahme, <sup>7</sup>nur in Salzburg angebotene Maßnahme, <sup>8</sup>nur im Falle einer Kombination mit BIO

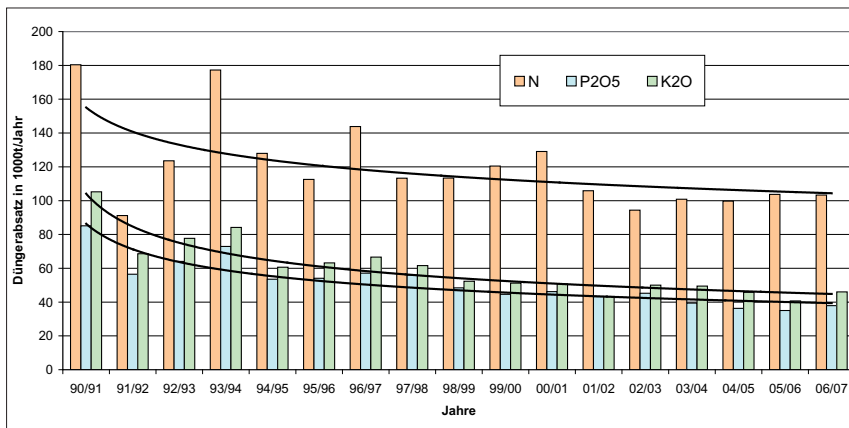


Abbildung 2: Absatz an mineralischem Stickstoff-, Phosphat- und Kalidünger in Österreich (Quelle: BMLFUW, 2008a)

nahmen weisen hinsichtlich des Düngungsniveaus strengere Begrenzungen auf, als jene die ohnehin im Rahmen von cross compliance einzuhalten sind (EU-VO 796/2004; BGBl. II Nr. 457/2005; EU-NITRATRICHTLINIE, 1991; AKTIONSPROGRAMM, 2008).

Die verpflichtenden Einschränkungen bei den Düngemitteln betreffen je nach Maßnahme sowohl stickstoffhaltige sowie leichtlösliche Mineraldünger als auch organische Dünger (vor allem Klärschlamm und kompostierter Klärschlamm). Hinsichtlich des Zeitpunktes der Düngung bestehen bei den meisten der angeführten Maßnahmen zumindest keine zusätzlichen Einschränkungen gegenüber den im Österreichischen Aktionsprogramm Nitrat bestehenden und flächendeckend einzuhaltenden Verpflichtungen. Im Fall von Naturschutzmaßnahmen können allerdings zusätzliche zeitliche Einschränkungen in den entsprechenden Managementplänen festgehalten sein.

Der Düngerabsatz als Summe an mineralischem Stickstoff, Phosphor- und Kaliumdünger ist von 2006/2007 gegenüber 2005/2006 um 7.800 t (= 4,3%) angestiegen. Während der Absatz von mineralischem Stickstoff leicht rückläufig war, wurde etwas mehr an Phosphor und vor allem Kalium abgesetzt. Insgesamt hat sich der Absatz mineralischer Düngemittel im Vergleich zum Beginn der Beobachtungsperiode auf einem deutlich niedrigeren Niveau eingependelt und kann für den Zeitraum der letzten sechs Jahre als stagnierend bezeichnet werden (Abbildung 2).

Düngung und Nutzung von Grünlandflächen sollten im Hinblick auf nachhaltige Produktivität gut aufeinander abgestimmt sein und insbesondere auch die standörtlichen Verhältnisse berücksichtigen. Im Rahmen der Richtlinien für die sachgerechte Düngung wird dieser Forderung mittels einer auf der jeweiligen Ertragslage und der möglichen Nutzungsfrequenz basierenden Nährstoffempfehlung Rechnung getragen. Einige der ÖPUL-Grünlandmaßnahmen limitieren in direkter (Biodiversitätsflächen Grünland) oder indirekter Weise auch die Nutzungshäufigkeit mit entsprechenden Konsequenzen für die Düngung.

Eine Veränderung der Nutzungshäufigkeit erfordert auch eine Verschiebung von Nutzungszeitpunkten, die wiederum einen starken Einfluss auf die Futterqualität der Aufwüchse

ausüben. Einige ÖPUL-Maßnahmen enthalten zumindest temporäre Verbote zur Beweidung von Grünlandflächen, andere wiederum schließen die heute weit verbreitete Produktion von Futterkonserven in Form von Silage aus. Hinsichtlich der Futterkonservierung bestehen darüber hinaus im Biologischen Landbau auch konkrete Einschränkungen in der Verwendung bestimmter Silierhilfsmittel, die insbesondere bei sogenannten Problemsilagen einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Gär- und Silagequalität leisten können.

Hinsichtlich der Führung und Lenkung von Pflanzenbeständen im Grünland gibt es neben dem Umbruchverbot

bzw. dem Verbot der Grünlanderneuerung durch Umbruch ebenfalls eine Reihe von zusätzlichen Restriktionen. Diese betreffen vorwiegend den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel, aber auch etwa die Verpflichtung zur Verwendung von Grünlandsämereien aus biologischer Produktion (Abbildung 3).

Ausgehend von einem deutlichen Abwärtstrend vom Beginn der Beobachtungsperiode im Jahr 1991 bis zum Jahr 2002, zeigt sich ab dem Jahr 2003 bis 2007 wieder eine leichte Zunahme bei der gesamten in Verkehr gebrachten Menge an Wirkstoffmengen. Insgesamt ist die in Verkehr gebrachte Wirkstoffmenge im Jahr 2007 gegenüber dem Jahr 2006 um 3,2% angestiegen. Die mengenmäßig betrachtet, stärksten Veränderungen waren bei den Herbiziden (+ 150 t), den Fungiziden (+75 t) und bei den Insektiziden (+ 57 t) zu verzeichnen. Deutliche Rückgänge konnten hingegen beim Schwefel (-184 t) verzeichnet werden. Die für das jeweilige Jahr angegebenen Wirkstoffmengen dürfen allerdings im Einzelnen nicht überbewertet werden, da es hinsichtlich der Inverkehrbringung und des tatsächlichen Einsatzes der Pflanzenschutzmittel zu zeitlichen Verschiebungen kommen kann.

#### Wirkung und Ausmaß der Beeinflussung

Der Grad der Beeinflussung von Ertrag und Futterqualität durch verpflichtende Auflagen in den einzelnen ÖPUL-

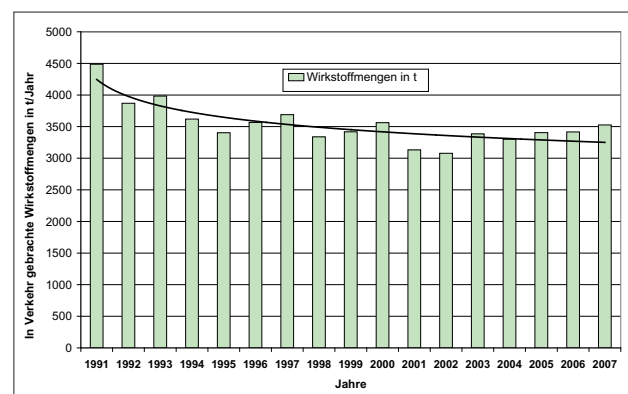


Abbildung 3: Inverkehrbringung von Pflanzenschutzmittel (Wirkstoffmengen) in Österreich (Quelle: BMLFUW, 2008a)

Maßnahmen kann nicht generell quantifiziert werden. Die spezifische standörtliche Situation (Klima, Lage, Geologie, Boden etc.) auf den teilnehmenden Betrieben sowie die Bewirtschaftung der Flächen spielen hier eine wichtige Rolle. Dazu kommen die Nutzungsgeschichte der Flächen und die vorliegende Bewirtschaftungsintensität, die ganz wesentlich das Ausmaß von Ertrags- und Qualitätsveränderungen mitbestimmen. In der Praxis führt dies naturgemäß auch dazu, dass die für die jeweiligen ÖPUL-Maßnahmen festgesetzten österreichweit einheitlichen Prämien die tatsächlich auftretenden zusätzlichen Kosten, Einkommensverluste und allenfalls Transaktionskosten in unterschiedlichem Ausmaß abdecken.

### 3. Material und Methoden

Idealerweise sollten für die Bearbeitung der gegenständlichen Frage- und Problemstellung konkrete Versuche zur Verfügung stehen, an denen der Einfluss unterschiedlicher ÖPUL-Maßnahmen bzw. spezifischer Auflagen (am besten im Vorhinein) im Vergleich zu Kontrollvarianten exakt geprüft und analysiert werden kann. In Einzelfällen wurde dies auch im Rahmen von Forschungsprojekten, Feldversuchen oder auch Feldstudien bearbeitet, allerdings wird diese Vorgangsweise durch die sich im Zeitverlauf meist veränderten Maßnahmen und Auflagen erschwert bzw. sogar verunmöglicht. Im Weiteren werden daher die in *Tabelle 1* genannten Auswirkungen an Hand unterschiedlicher Feldversuche und Studien des LFZ Raumberg-Gumpenstein aufgezeigt und diskutiert.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Düngungseinschränkungen

#### 4.1.1 Düngungsniveau

Im Rahmen von cross compliance bestehen eine Reihe von Verpflichtungen, welche die Düngung und damit einen zentralen Produktionsfaktor in der Grünlandwirtschaft sowohl hinsichtlich Quantität als auch Qualität des Grundfutters betreffen. Dazu zählen etwa die zahlreichen einschlägigen Auflagen, die im Aktionsprogramm Nitrat (2008) als nationale Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie (1991) festgeschrieben sind. Bei Teilnahme an ÖPUL respektive an einzelnen ÖPUL-Maßnahmen sind diese Verpflichtungen jedenfalls ohne zusätzlichen Abgeltungsanspruch einzuhalten.

Die Düngerobergrenze für Stickstoff liegt im Rahmen von ÖPUL um 10 bis 15% unter den österreichischen Empfehlungswerten für eine sachgerechte Düngung (BMLFUW, 2006) wodurch ein zusätzlicher, vorbeugender Effekt zur Vermeidung von Nährstoffeinträgen in das Grundwasser und in Oberflächengewässer erzielt wird. Einige ÖPUL-Maßnahmen (v.a. Biologische Wirtschaftsweise, Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel im Grünland), beinhalten auch den Verzicht auf den Einsatz von mineralischem Stickstoff auf Grünlandflächen.

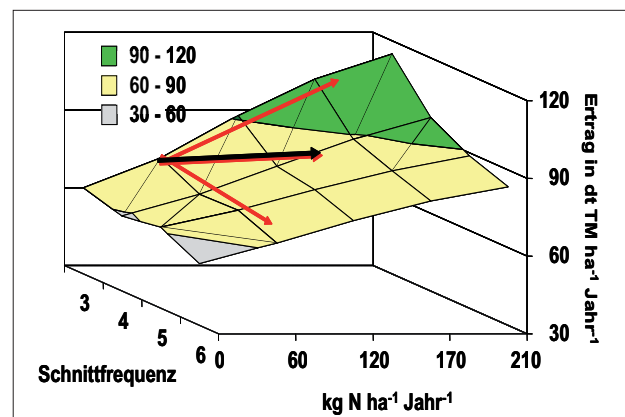
Für viele Betriebe, insbesondere in extensiveren Bergregionen mit niedriger und mittlerer Ertragslage stellt dieser Verzicht keinen nennenswerten Nachteil dar, da die

Nährstoffversorgung der Grünlandflächen ohnehin über die Rückführung der Wirtschaftsdünger erfolgt und die diesbezügliche im Aktionsprogramm Nitrat festgelegte Obergrenze von 170 kg N aus Dung (Basis Nbrutto abzüglich unvermeidbarer Verluste im Stall und am Lager) nicht zusätzlich eingeschränkt ist. Dazu kommt, dass im extensiveren Düngungsbereich der Beitrag der Leguminosen über die biologische N-Fixierung noch eine starke Rolle spielt und je nach Kleeanteil durchaus 60 bis 90 kg/ha und Jahr in das System einfließen.

In intensiver bewirtschafteten Gunstlagen kann allerdings mit der Limitierung des Wirtschaftsdüngerstickstoffs das vorliegende Ertragspotenzial nicht immer ausgeschöpft werden, wodurch von Landwirten auch der ergänzende Einsatz von mineralischem Stickstoff in Betracht gezogen wird (*Abbildung 4*).

Durch die unter anderem in den ÖPUL-Maßnahmen Biologische Wirtschaftsweise, Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen sowie Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel im Grünland festgelegte zusätzliche Absenkung der Stickstoff-Obergrenze gemäß Wasserrechtsgesetz (WRG, 1959; idF BGBl. I Nr. 123/2006) von 210 kg N auf 150 kg N/ha LN und Jahr ergibt sich jedoch hinsichtlich des Einsatzes von mineralischem Stickstoff eine weitere Limitierung. Sofern nämlich die 170 kg-Obergrenze für Stickstoff aus Dung voll ausgenutzt wird, besteht praktisch kein Spielraum mehr für eine zusätzliche mineralische N-Ergänzung, da damit bereits das mit 150 kg N bestehende WRG-Limit fast erreicht ist (170 kg N aus Dung abzüglich unvermeidbarer Ausbringungsverluste ergibt z.B. für Gülle  $170 \cdot 0,87 = 148$  kg).

Für Betriebe in absoluten Gunstlagen der Grünlandwirtschaft ergeben sich daher bei intensiver Schnittnutzung innerhalb der angebotenen ÖPUL-Maßnahmen deutliche Einschränkungen in der Umsetzung der Stickstoffempfehlungen gemäß BMLFUW (2006). Im Rahmen des Forschungsprojektes BAL 2311 (Vergleich von Dauergrünland-, Wechselwiesen- und Feldfutteranlagen hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Energieertrag mit besonderer Berücksichtigung unterschiedlicher Düngung) wurden dazu auf drei Standorten umfassende Exaktversuche mit entsprechenden Versuchsvarianten angelegt (PÖTSCH,



*Abbildung 4: Einfluss von Nutzungsfrequenz und Stickstoffdüngungsniveau auf den Ertrag von Dauergrünlandflächen (PÖTSCH und RESCH, 2005)*

2008a, PÖTSCH 2008b). Dabei wurde eine auf Wirtschaftsdünger basierende mittelintensive Dreischnittnutzung mit einer intensiveren Vierschnittnutzung mit einer zusätzlichen mineralischen N-Düngung im Ausmaß von 50 kg/ha und Jahr verglichen. Trotz einer insgesamt mehr als doppelt so hohen Stickstoffdüngung fiel die Ertragsdifferenz zwischen den beiden Nutzungssystemen mit maximal 10% sehr bescheiden aus.

Deutlich stärker ausgeprägt waren hingegen die Unterschiede in den maßgeblichen Qualitätsparametern wie Energiekonzentration und Rohproteingehalt, die allerdings weniger durch die Unterschiede in der Stickstoffzufuhr als vielmehr durch die höhere Nutzungsfrequenz und die dadurch bedingten, früheren Nutzungszeitpunkte erklärt werden können. Dies wird auch durch die Auswertung umfassender Datensätze bestätigt, bei denen die Effektgröße der Nutzung (Nutzungsfrequenz, Nutzungszeitpunkt) und des Standortes hinsichtlich ihres Anteiles am Gesamtmodell (ausgedrückt durch Partial Eta<sup>2</sup>) wesentlich höher sind als jene der Düngung (Abbildung 5). Allerdings ist wie bereits erwähnt die Nutzungsfrequenz nicht unabhängig vom Düngungsniveau frei wählbar, wodurch eine Limitierung der Düngung über die erforderliche Anpassung (=Reduktion) der Nutzungshäufigkeit sich letztlich auch in der Futterqualität niederschlägt.

#### 4.1.2 Düngemittel

Neben mineralischem Stickstoff ist bei einigen ÖPUL-Maßnahmen auch noch der Einsatz weiterer leichtlöslicher Mineraldünger untersagt. Im Mittelpunkt der Diskussionen stehen hier insbesondere die Phosphordünger, bei denen nur die aus Rohphosphaten hergestellten Produkte verwendet werden dürfen. Auf kalkhaltigen Böden mit hohen pH-Werten sind diese Phosphordünger nicht oder nur sehr eingeschränkt wirksam und eignen sich daher unter diesen Bedingungen nicht zur mineralischen P-Ergänzung. Zahlreiche Arbeiten zeigen sehr deutlich auf, dass viele Grünlandböden hinsichtlich des Phosphorgehaltes in der Gehaltsstufe A (= sehr niedrig) und B (=niedrig) liegen und ein entsprechender Ergänzungsbedarf besteht (PÖTSCH, 2000; HÖLZL, 2008; BOHNER, 2008). Dies betrifft insbesondere jene Betriebe, für die ein guter, stabiler Leguminosenanteil und damit deren Beitrag zur biologischen N-Bindung unverzichtbar sind.

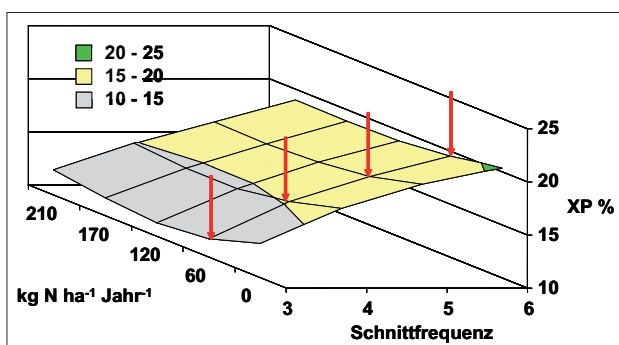


Abbildung 5: Einfluss von Nutzungsfrequenz und Stickstoffdüngungsniveau auf den Rohproteingehalt von Grünlandfutter (PÖTSCH und RESCH, 2005)

Immerhin ermöglicht nun das aktuelle ÖPUL im Rahmen der Maßnahme „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutter- und Grünlandflächen“ bei Nachweis einer Bodenuntersuchung (Versorgungsstufe A oder B für Phosphor und pH-Wert > 6) den Einsatz von maximal 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und Jahr auch in Form von wirksamem Superphosphat. Aus fachlicher Sicht wäre es wünschenswert, diese Option unter den zuvor genannten Bedingungen generell im ÖPUL zu gestatten, um vor allem auch im extensiveren Grünlandbereich optimale Voraussetzungen für die Entwicklung von leistungsfähigen Pflanzenbeständen zu schaffen.

Der Verzicht auf den Einsatz von Klärschlamm und kompostierten Klärschlamm stellt keine unmittelbar ertrags- bzw. qualitätswirksame Einschränkung für die Grünlandwirtschaft dar, da unter Einhaltung der gesetzlichen Obergrenzen auch andere organische Düngemittel zur Verfügung stehen. Zu beachten ist allerdings, dass etwa bei der Maßnahme „Alpung und Behirtung“ keine almfremde Gülle und Jauche (also auch nicht jene vom Heimbetrieb) eingesetzt werden darf. Düngerspezifische Regelungen finden sich vor allem noch im Bereich der Naturschutzmaßnahmen, die je nach Managementplan bis hin zum absoluten Düngungsverbot reichen können oder beispielsweise flüssige Wirtschaftsdünger wie Jauche und Gülle ausschließen. Im Ökopunkteprogramm, das nur im Bundesland Niederösterreich angeboten wird, erfolgt eine Punktegewichtung der eingesetzten Düngemittel, wobei Mineraldünger und Jauche niedriger (schlechter) als Mist, Mistkompost und Gülle bewertet werden. Positiv bewertet werden bei dieser Maßnahme die Absenkung der Düngungsintensität und auch die Düngerausbringung in Teilgaben. Im Gegensatz zu den zuvor genannten Maßnahmen bestehen hier hinsichtlich der Düngung keine zusätzlichen Verbote bzw. Einschränkungen sondern bestimmte Anreize, die mittels einer punktebasierten Prämienkalkulation geschaffen werden (BMLFUW, 2007).

#### 4.1.3 Düngungszeitpunkt

Unabhängig von ÖPUL sind die im Aktionsprogramm Nitrat festgelegten Verbotzeiträume und witterungsbedingten Ausbringungsbeschränkungen (Schneebedeckung, durchgefrorener und/oder wassergesättigter Boden) im Rahmen von cross-compliance einzuhalten soweit nicht auf Anregung der Landeshauptleute durch den BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft entsprechende Ausnahmeregelungen erlassen werden. Darüber hinausgehende spezifische Auflagen hinsichtlich des Düngungszeitpunktes können bei Naturschutzmaßnahmen als Förderungsvoraussetzung festgelegt werden. Bei derartigen Flächen haben solche Auflagen allerdings keinen nennenswerten zusätzlichen Einfluss auf die Qualität der Grünlandbiomasse, die vorwiegend durch den meist sehr späten Nutzungszeitpunkt determiniert ist.

## 4.2 Nutzungseinschränkungen

#### 4.2.1 Zeitpunkt und Häufigkeit der Nutzung

Der Nutzungszeitpunkt bezogen auf das physiologische Alter des Pflanzenbestandes stellt zweifelsohne den

Hauptinflussfaktor hinsichtlich der Qualität von Grünlandfutter dar. Zeitpunkt und Häufigkeit der Nutzung sind eng miteinander verknüpft und sollten zusammen mit der Düngung gut auf die jeweilige Ertragslage und die vorliegenden Standortverhältnisse abgestimmt sein (PÖTSCH und RESCH, 2005). Eine Einschränkung des Düngungsniveaus kann somit durchaus Konsequenzen für Nutzungshäufigkeit/-zeitpunkt(e) nach sich ziehen, umgekehrt bedingt eine Limitierung der Nutzungshäufigkeit oder eine Festlegung eines Nutzungszeitpunktes auch eine Düngungsanpassung.

Bei gleicher Nutzungsfrequenz zeigen sich zwischen unterschiedlichen ÖPUL-Maßnahmen nur geringfügige, statistisch meist nicht signifikante Unterschiede in den entscheidenden Qualitätsparametern für Grundfutter. Im Rahmen des Forschungsprojektes BAL 2918 - MAB 6/21 wurde diesbezüglich ein Vergleich zwischen vier unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen vorgenommen, von denen allerdings die Maßnahme „Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel“ im aktuellen ÖPUL-07 nicht mehr angeboten wird (Tabelle 2).

Zu ähnlichen Ergebnissen führt auch die zusammenfassende Auswertung der österreichweiten Silageprojekte, die in den Jahren 2003, 2005 und 2007 in enger Kooperation zwischen den Landwirtschaftskammern Niederösterreich, Oberösterreich, Kärnten, Steiermark und dem LFZ Raumberg-Gumpenstein abgewickelt wurden (RESCH, 2008). Zwar traten hinsichtlich des Rohprotein- und auch des Rohfasergehaltes signifikante Unterschiede auf, die Energiekonzentration der untersuchten Silagen lagen jedoch unabhängig von der Wirtschaftsweise (ohne ÖPUL, Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel, Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel und Biologische Wirtschaftsweise) auf einem hohen, vergleichbaren Niveau (5,89 bis 6,0 MJ NEL/kg TM). Das bedeutet, dass bei vergleichbarem Intensitätsniveau grundsätzlich auch innerhalb von ÖPUL ansprechende und gute Futterqualitäten möglich sind.

#### Biodiversitätsflächen im Grünland

Gemäß LE 07-13 ist für eine Reihe von Maßnahmen im Agrarumweltprogramm ÖPUL die verpflichtende

Auflage vorgesehen, auf zumindest 5% der Mähflächen (ohne Bergmäher) nur maximal zwei Nutzungen durchzuführen. Die Zielsetzung dieser Bewirtschaftungseinschränkung liegt in der Steigerung der Biodiversität, die nachweislich in engem Zusammenhang mit der Nutzungs- und Düngungsfrequenz steht (BUCHGRABER und SOBOTIK, 1995; BOHNER, 1999; BOHNER und SOBOTIK, 2000; ZECHMEISTER u.a., 2002; PÖTSCH und BLASCHKA, 2003).

Je stärker die betriebs- resp. praxisübliche Nutzungsfrequenz von den vorgegebenen zwei Nutzungen (nach oben hin) abweichen, umso wichtiger ist es, einige spezifische Anpassungen in der Bewirtschaftung dieser Biodiversitätsflächen vorzunehmen. Dies betrifft insbesondere die Festsetzung der beiden Nutzungszeitpunkte sowie die Höhe des Düngungsniveaus. Manche Betriebe nutzen den ersten Aufwuchs der Biodiversitätsflächen zeitgleich mit den restlichen Grünlandflächen, um hinsichtlich der Futterqualität keine Einbußen zu erleiden. Die Zeitpunkte für die erste Nutzung von mehrjährigem Grünland in den Tallagen liegen je nach Region und Höhenlage zwischen Anfang Mai und Anfang Juni. Dies führt allerdings in weiterer Folge zu einer extrem langen Aufwuchsphase von bis zu 20 Wochen für den zweiten und damit letzten Aufwuchs im Herbst. Dieser Aufwuchs gelangt zur völligen Abreife, bricht in sich zusammen (vergleichbar mit der Lagerung von Getreide) und wächst teilweise wieder durch – es handelt sich dann meist um eine Mischung aus vorwiegend abgestorbener, qualitativ minderwertiger Biomasse mit maximalem Einstreuwert und geringen Anteilen aus frischer, junger Biomasse. Dieses Erntegut ist jedenfalls für eine Beweidung unbrauchbar und auch nicht als Futterkonserve geeignet, da es durch den hohen Besatz an Epiphytenflora sehr leicht zu Fehlgärungen bzw. Hygieneproblemen kommen kann. Dieses überständige, für die Verfütterung an landwirtschaftliche Nutztiere ungeeignete Material könnte allenfalls zu Kompostierungszwecken oder als Substrat in Biogasanlagen eingesetzt werden.

Zur sinnvollen Verwendung der Aufwüchse von Biodiversitätsflächen im Grünland sollten daher folgende Aspekte berücksichtigt werden:

Tabelle 2: Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsformen resp. ÖPUL-Maßnahmen auf die Qualität von Grünlandfutter (PÖTSCH und RESCH, 2005)

Nutzungsform	Kennwerte	ohne ÖPUL			Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel			Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel			Biologische Wirtschaftsweise		
		n	Ø	s	n	Ø	s	n	Ø	s	n	Ø	s
<b>Zweischmittflächen</b> (n=592)	XP g kg TM <sup>-1</sup>	46	147,0 <sup>a</sup>	40,9	75	150,9 <sup>a</sup>	32,8	229	145,9 <sup>a</sup>	35,4	317	143,7 <sup>a</sup>	31,6
	XF g kg TM <sup>-1</sup>	46	252,9 <sup>a</sup>	37,4	75	244,7 <sup>a</sup>	36,2	229	250,4 <sup>a</sup>	37,4	317	248,2 <sup>a</sup>	37,5
	MJ NEL kg TM <sup>-1</sup>	46	5,38 <sup>ab</sup>	0,71	75	5,43 <sup>ab</sup>	0,49	229	5,29 <sup>a</sup>	0,65	317	5,50 <sup>b</sup>	0,58
<b>Dreischmittflächen</b> (n=322)	XP g kg TM <sup>-1</sup>	117	143,7 <sup>a</sup>	27,5	43	143,5 <sup>a</sup>	22,4	228	160,5 <sup>b</sup>	34,5	162	149,4 <sup>a</sup>	30,3
	XF g kg TM <sup>-1</sup>	117	256,2 <sup>a</sup>	30,2	43	264,9 <sup>a</sup>	32,4	228	243,8 <sup>b</sup>	31,4	162	245,5 <sup>b</sup>	34,5
	MJ NEL kg TM <sup>-1</sup>	117	5,73 <sup>a</sup>	0,48	43	5,53 <sup>a</sup>	0,41	228	5,69 <sup>a</sup>	0,66	162	5,74 <sup>a</sup>	0,61
<b>Vierschnittflächen</b> (n=129)	XP g kg TM <sup>-1</sup>	44	173,7 <sup>a</sup>	27,0	24	167,1 <sup>a</sup>	34,5	68	169,9 <sup>a</sup>	29,4	27	173,2 <sup>a</sup>	28,5
	XF g kg TM <sup>-1</sup>	44	246,4 <sup>a</sup>	31,7	24	236,1 <sup>a</sup>	34,9	68	234,0 <sup>a</sup>	31,6	27	226,8 <sup>a</sup>	29,7
	MJ NEL kg TM <sup>-1</sup>	44	5,62 <sup>a</sup>	0,52	24	5,47 <sup>a</sup>	0,43	68	5,49 <sup>a</sup>	0,57	27	5,61 <sup>a</sup>	0,53

*a) Festlegung eines spät(er)en Nutzungszeitpunktes für den ersten Aufwuchs*

Der Sinn dieser Maßnahme liegt in einer besseren Aufteilung der zur Verfügung stehenden Vegetationszeit auf die beiden Nutzungen. Damit erfolgt zwar eine Qualitätsminderung des ersten Aufwuchses gegenüber den restlichen Grünlandflächen, bei guter Auswahl des Nutzungszeitpunktes kann allerdings die geerntete Biomasse zumindest als Einstreumaterial oder sogar als Beifutter für anspruchslösere Nutztier-/Leistungskategorien verwendet werden.

Im Forschungsprojekt BAL 992210 „Der Einfluss der Grünlandextensivierung auf den Pflanzenbestand, Nährstoffhaushalt, Futterertrag und die Futterqualität sowie Wirtschaftlichkeit“ (BUCHGRABER, 2002) wurden auf insgesamt 11 österreichischen Standorten Ein-, Zwei- und Dreischnittflächen hinsichtlich der o.g. Fragestellung angelegt und von 1993 bis 2001 eingehend untersucht. Der Ø Nutzungszeitpunkt der Einzelschnittflächen war der 29. August (16. August bis 10. September), der erste Aufwuchs der Zweischnittflächen wurde Ø am 19. Juni (7. Juni bis 28. Juni) geerntet, der zweite und letzte Aufwuchs Ø am 26. September (16. September bis 11. Oktober). Die durchschnittlichen Nutzungszeitpunkte der Einzelaufwüchse der Dreischnittflächen lagen am 27. Mai, 21. Juli und am 27.9. Diese Ergebnisse zeigen sehr deutlich die zeitliche Differenzierung und Anpassung der Nutzungszeitpunkte der Einzelaufwüchse auf die jeweiligen standörtlichen Bedingungen hinsichtlich der Vegetationszeit.

Bezogen auf die Nutzung des ersten Aufwuchses von Zwei- und Dreischnittflächen ergibt sich damit eine zeitliche Differenz von Ø 22 Tagen (min. 11 Tage und max. 43 Tage). Die Versuchsergebnisse haben gezeigt, dass die Reduktion von Drei- auf Zweischnittnutzung auf schlechteren Standorten (niedrige Ertragslage) zu einer Ertragseinbuße von ca. 1.000 kg TM/ha und Jahr, auf guten Standorten hingegen zu Mindererträgen von bis zu 3.000 kg TM/ha und Jahr geführt haben. Zusätzlich wies das Futter von den Zweischnittflächen einen mit Ø 4,6 MJ NEL/kg TM deutlich niedrigeren Energiegehalt auf als jenes der Dreischnittflächen mit Ø 5,2 MJ NEL/kg TM. In jedem Fall sollte also der Nutzungszeitpunkt des ersten Aufwuchses von Biodiversitätsflächen im Grünland deutlich nach hinten verschoben werden! Je nach Ertragslage und betriebsüblicher Nutzungsfrequenz sollte die Differenz zum ersten Aufwuchs der intensiver genutzten Grünlandflächen etwa zwischen drei und sechs Wochen betragen. In Extremfällen (= sehr hohe Schnittfrequenz in besten Gunstlagen) kann diese Differenz sogar noch stärker ausfallen.

*b) Anpassung des Düngungsniveaus an die reduzierte Nutzungsfrequenz*

Die Empfehlung für die Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumdüngung von Grünland orientiert sich primär nach der Ertragslage (niedrig, mittel und hoch), nach der Nutzungsart und -frequenz sowie teilweise nach der botanischen Zusammensetzung. Die Variationsbreite für die N-Düngungsempfehlung von Zweischnittflächen beträgt 40 bis 90 kg, für Dreischnittflächen 60 bis 150 kg und für Vierschnittflächen 100 bis 200 kg/ha und Jahr (BMLFUW, 2006).

Es ist daher in jedem Fall je nach ursprünglicher Nutzungs- und Düngungsintensität eine entsprechende Anpassung = Reduktion vorzunehmen, weil ansonsten ein starkes Ungleichgewicht zwischen Nährstoffzufuhr und Nährstoffentzug entsteht. Bei einer temporären Reduktion der Nutzungsfrequenz (die Biodiversitätsflächen können ja jährlich gewechselt werden) könnte auch durchaus auf eine Düngung verzichtet werden, da die Flächen meist ohnehin gut mit Nährstoffen versorgt sind und jedenfalls zwei Aufwüchse ausreichend ernährt werden können. Die Reduktion bzw. das Aussetzen einer Düngung „bremst“ auch die Zuwachsleistung, wodurch mehr Flexibilität in der Wahl des Nutzungszeitpunktes entsteht. Durch einen späteren Nutzungszeitpunkt für den ersten Aufwuchs ergibt sich auch eine entsprechende Einkürzung der Aufwuchszeit für den Folgeaufwuchs, der sofern hygienisch unbedenklich trotz geringerer Energiekonzentration auch noch in der Fütterung, zumindest aber als Einstreu im Betrieb eingesetzt werden kann. Damit verschiebt sich der letzte Nutzungszeitpunkt stärker in Richtung Ende der Vegetationszeit und es kommt nur mehr zu relativ geringen Zuwächsen im Herbst, die eventuell mittels einer Nachweide noch genutzt werden können.

Bei der Auswahl der Biodiversitätsflächen sollte auch darauf geachtet werden, dass es sich um möglichst unkrautfreie Bestände handelt, damit es nicht über die natürliche Versamung zu einer Verunkrautung kommt. Umgekehrt besteht in der gezielten Nutzung dieser natürlichen Regenerationsmethode auch eine Chance, Grünlandflächen mit „Eigensaatgut“ zu versorgen und damit zu verbessern (PÖTSCH u.a., 2008). Der Landwirt sollte sich dazu ein entsprechendes Flächennutzungskonzept überlegen und diese Biodiversitätsmaßnahme zugleich für die Verbesserung seiner Grünlandflächen nutzen. Hinsichtlich der Folgewirkung einer Reduktion der Nutzungsfrequenz ist bei jährlichem Standortwechsel aufgrund der Kurzfristigkeit der Maßnahme mit sehr geringen bis keinen Nachteilen im Folgejahr bzgl. Quantität und Qualität des Grünlandfutters zu rechnen.

Neben den Biodiversitätsflächen im Grünland bestehen noch weitere direkte Regelungen bezüglich Nutzungszeitpunkt/-häufigkeit/-form bei der Mahd von Steilflächen (mindestens eine Nutzung/Jahr, früheste Mähtermine, Weideeinschränkung). Die Bewirtschaftung von Bergmähdern, die im Gegensatz zu den bisherigen Programmperioden nun eine eigene Maßnahme darstellt, greift ebenfalls stark in den Bereich der Nutzung ein (maximal eine Mahd/Jahr aber mindestens eine Mahd alle zwei Jahre, Verzicht auf Beweidung vor dem 15. August). Spezifische Nutzungsaufgaben, die bis zum gänzlichen Nutzungsverbot reichen können, sind auch im Bereich der Naturschutzmaßnahmen verankert. Indirekte Regelungen des Nutzungszeitpunktes bestehen auch bei der Maßnahme „Silageverzicht“, da durch die Heunutzung allgemein doch ein etwas späterer Schnittzeitpunkt gewählt wird.

#### 4.2.2 Nutzungs- und Konservierungsform

Neben den bereits unter 4.2.1 genannten Beschränkungen hinsichtlich der Weidenutzung ist hier vor allem der Verzicht auf die Silagenutzung in abgegrenzten Gebieten

Österreichs zu nennen. Ein Blick in die aktuellen Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum zeigt sehr deutlich die Qualitätsdifferenzen zwischen Heu/Grummet und Silagen, mit denen bei Teilnahme an dieser Maßnahme zu rechnen ist (RESCH u.a., 2006). Diese Differenz liegt beim 1. Aufwuchs von Dauerwiesen und Mähweiden bei vergleichbarem Vegetationsstadium zwischen 0,3 bis 0,5 MJ NEL/kg TM und bei den Folgeaufwüchsen zwischen 0,15 und 0,30 MJ NEL/kg TM. Dazu kommt ein äußerst schwierig zu kalkulierendes Wetterisiko, wobei im Fall von Schlechtwetter bei einer Silagebereitung meist geringere Konsequenzen als bei der Heubereitung auftreten.

Bei der Maßnahme „Biologische Wirtschaftsweise“ ist der Einsatz bestimmter Silierhilfsmittel nicht gestattet. Darunter befinden sich vor allem auch Produkte, die insbesondere für den Problemsilagebereich (überständiges/verschmutztes Futter, angeregnete Futterpartien) geeignet und auch empfohlen sind. Besonders in der biologischen Grünlandwirtschaft, in der die betriebseigenen Ressourcen noch stärker im Mittelpunkt stehen, sollte eigentlich die Möglichkeit einer kontrollierten und zielgerichteten Vorbeugemaßnahme bestehen, um möglichen Folgeproblemen (Fehlgärungen – Futterverderb – Futtermangel – externer Futterersatz) auszuweichen.

Im Bereich der Naturschutzmaßnahmen ist der Silageverzicht als eigene Bewirtschaftungsaufgabe ebenfalls möglich, bei der Auflage „Schnittzeitpunktverzögerung“ ist eine Silagekonservierung der bereits überständigen Biomasse zwar nicht verboten aber aus fachlichen Gründen nicht mehr anzuraten.

### 4.3 Einschränkungen zur Verbesserung des Pflanzenbestandes

#### 4.3.1 Umbruch von Grünland, Grünlanderneuerung durch Umbruch und umbruchlose Grünlanderneuerung

Die EU-Mitgliedsstaaten sind gemäß EU-VO 1782/2003 verpflichtet, Mindeststandards für den Guten Landwirtschaftlichen und Ökologischen Zustand (GLÖZ) festzulegen (INVEKOS-UMSETZUNGSVERORDNUNG, 2005). Ziel dieser Regelung ist die Sicherstellung, dass Flächen, die 2003 als Dauergrünland genutzt wurden auch als Dauergrünland erhalten bleiben, wobei gegenüber dem Referenzjahr 2003 der Grünlandanteil (Dauergrünland in % zur gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche) bezogen auf das gesamte Bundesgebiet nicht mehr als 10% abnehmen darf. Wenn dieser Wert überschritten wird, so ist bei umgebrochenen Flächen die Wiederanlage von Dauergrünland zwingend vorzuschreiben. Es ist daher für den Umbruch von Dauergrünland grundsätzlich eine Meldepflicht im Rahmen der Mehrfachantragstellung erforderlich (PÖTSCH, 2008c).

Eine Reihe von konkreten ÖPUL 2007-Maßnahmen enthalten ebenfalls Regelungen bzw. Einschränkungen hinsichtlich des Umbruchs von Grünland (Biologische Wirtschaftsweise, UBAG, ...) und teilweise auch ein Verbot der Grünlanderneuerung mittels Umbruch („Mahd von Steiflächen“ und „Regionalprojekt für Grundwasserschutz

und Grünlanderhaltung“). Eine umbruchlose Grünlanderneuerung mittels Kreiselege, Saatstriegel, Bandfräse oder Schlitzdrillsäugerät ist jedoch auch in diesen Fällen zulässig und unterliegt grundsätzlich keiner Einschränkung. Allerdings kann bei Naturschutzmaßnahmen mittels Befahrungsverbot auch eine umbruchlose Grünlanderneuerung eingeschränkt bzw. ausgeschlossen werden.

Eine Neuanlage von Grünland (mit/ohne Umbruch) sowie eine umbruchlose Grünlanderneuerung erfordern entsprechendes Qualitätssaatgut zur Etablierung eines leistungsfähigen und an die jeweiligen Standorts- und Bewirtschaftungsverhältnisse angepassten Pflanzenbestandes. Für die österreichische Grünlandwirtschaft steht dazu mit dem ÖAG-Konzept ein ideales Instrumentarium zur Verfügung, auf dessen Grundlage ein breites und qualitativ hochwertiges Mischungsspektrum für die Grünlandpraxis angeboten wird (KRAUTZER u.a., 2007). In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass diese Grünlandmischungen derzeit nicht in 100 %-iger Bioqualität zur Verfügung stehen und daher im Biolandbau auch teilweise Mischungen eingesetzt werden, die nur ein sehr eingeschränktes Arten- bzw. Sortenspektrum aufweisen.

#### 4.3.2 Chemische Unkrautregulierung

Bei zahlreichen grünlandrelevanten ÖPUL-Maßnahmen besteht ein genereller Verzicht auf Pflanzenschutzmittel (Bewirtschaftung von Bergmähdern, Naturschutzmaßnahmen) bzw. ein Verbot zum Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (Biologische Wirtschaftsweise, Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutter- und Grünlandflächen, Alpung und Behirtung, Naturschutzmaßnahmen mit besonderer Vereinbarung). Eine chemische Flächenbehandlung zur Regulierung entarteter Grünlandbestände ist innerhalb von ÖPUL nur im Rahmen der Maßnahme UBAG erlaubt, der punktuelle Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln zur Einzelpflanzenbekämpfung mittels Rückenspritze, Abstreifbesen, Legerohr oder Rotowiper-Technik ist bei den Maßnahmen UBAG und Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutter- und Grünlandflächen zugelassen.

Bei stark verunkrauteten Grünlandflächen insbesondere beim verstärkten Auftreten von minderwertigen Pflanzen (Ampfer!) und/oder giftigen Pflanzen (Scharfer Hahnenfuß, Herbstzeitlose, Weißer Germer, Jakobskreuzkraut etc.) kann eine deutliche Minderung sowohl der Ertragsleistung als auch der Futterqualität auftreten. Eine mechanische Unkrautregulierung ist in vielen Fällen unzureichend bzw. zu kosten- und arbeitsintensiv, wodurch der Verzicht auf den gezielten und spezifischen Einsatz von Herbiziden einen starken Bewirtschaftungsnachteil ergeben kann. Eine abgestufte Zulassung spezifisch wirksamer Produkte (vollselektive – halbselektive – nicht selektive Herbizide) könnte hier eine Erleichterung für die Praxis bringen. Im Gegensatz zu Acker-, Obst- und Weinkulturen ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Grünland keine regelmäßig wiederkehrende Maßnahme sondern traditionell ein sehr sparsam und nur im Extremfall eingesetztes Regulierungsinstrument.



#### 4.4 Erwartungshaltungen der Landwirte hinsichtlich der Maßnahmengestaltung und der Prämienausstattung des österreichischen Agrarumweltprogramms

Als allgemeine Ziele des ÖPUL gelten die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung des ländlichen Raums, die Abdeckung der steigenden gesellschaftlichen Nachfrage nach Umweltdienstleistungen sowie Zitat: „Ermutigung der Landwirtin oder des Landwirtes, im Dienste der gesamten Gesellschaft Produktionsverfahren beizubehalten oder einzuführen, die mit dem Schutz und der Verbesserung der Umwelt, des Landschaftsbildes, des ländlichen Lebensraumes, der natürlichen Ressourcen, der Böden und der genetischen Vielfalt vereinbar sind“. Zur Umsetzung dieser Ziele wird eine Auswahl an Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen angeboten, deren Inhalte, Wirkungen und Prämienausstattung gegenüber der EU klar dargelegt und begründet werden müssen.

Landwirte wünschen sich naturgemäß ÖPUL-Maßnahmen mit Förderungsvoraussetzungen/Auflagen, welche die vorliegende Bewirtschaftung möglichst wenig beeinflusst bzw. einschränkt und zugleich gut dotiert sind. Im Verlauf der bisherigen ÖPUL-Perioden kann durchaus festgestellt werden, dass sich die Qualität der angebotenen Maßnahmen erhöht und die damit verbundenen Auflagen verschärft haben. Während der Einstieg und die Teilnahme am ÖPUL-95 für viele Grünlandbetriebe relativ geringe Veränderungen in der Bewirtschaftung erforderten, sind die Kriterien heute wesentlich spezifischer gestaltet und führen zu teilweise erheblichen Konsequenzen. Dazu kommt, dass eine Reihe von Forderungen (cross compliance) an die Betriebsführung und an die Erhaltung eines guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustandes im aktuellen ÖPUL-Programm keine Prämienbegründung verursacht sondern eine obligatorische, monetär nicht zusätzlich abgegoltene Grundvoraussetzung darstellen.

Hinsichtlich der Prämiengestaltung ist festzuhalten, dass die dazu notwendigen Kalkulationen auf Basis der VO EG 1698/05, Artikel 39 (4) erfolgt und von der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft (AWI) und dem Österreichischen Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL) durchgeführt werden. Einbezogen werden dabei nur Leistungen, die über cross compliance hinausgehen, wobei Mehraufwendungen (z.B. Arbeitszeit, Maschineneinsatz, Pacht, Schulungen etc.), Mindererträge, Preisverluste durch Qualitätsverluste, Kosteneinsparungen (z.B. geringerer Maschinenaufwand durch geringere Erntemengen oder Wegfall einer Nutzung), höhere Produktpreise sowie Transaktionskosten (z.B. Kontroll-, Anpassungs-, Verhandlungs-, Abwicklungskosten etc.) berücksichtigt werden.

Gemäß BMLFUW (2007) sind alle Darstellungen und Berechnungen als Durchschnittswerte anzusehen, die von der einzelbetrieblichen Situation oder einer einzelnen Fläche sowohl nach oben als auch nach unten abweichen können.

Der/Die einzelne Landwirt/Landwirtin kann daher nur aufgrund seiner spezifischen Situation entscheiden, ob die angebotenen Prämien für ihn/sie ausreichend sind oder

optional eine Nichtteilnahme am ÖPUL zu einem besseren betriebswirtschaftlichen Ergebnis führt. Eine Entscheidung, die trotz der grundsätzlichen Freiwilligkeit von ÖPUL, angesichts der agrarwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und der landwirtschaftlichen Einkommenssituation mit steigendem Anteil an öffentlichen Zahlungen letztlich nicht ganz frei und unbeeinflusst getroffen werden kann.

## 5. Literatur

- AKTIONSPROGRAMM (2008): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm 2008 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, CELEX-Nr.: 391L0676
- BGBI. II Nr. 457/2005: 474. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Einhaltung der anderweitigen Verpflichtungen und über das integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem im Bereich der Direktzahlungen. Zuletzt geändert im Dezember 2006 (2. Änderung der INVEKOS-Umsetzungs-Verordnung 2005)
- BMLFUW (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. 6. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 80 S
- BMLFUW (2007): Österreichisches Programm für die Entwicklung des Ländlichen Raums 2007-2013. Wien, 496 s.
- BMLFUW (2008a): Grüner Bericht 2008. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Wien, 320 S
- BMLFUW (2008b): Evaluierungsbericht 2008. Ex-post-Evaluierung des Österreichischen Programms für die Entwicklung des Ländlichen Raums. Wien, 347 S
- BMLFUW (2009): Schriftliche Übermittlung der Betriebs- und Flächenakzeptanzen von ÖPUL im Jahr 2008
- BOHNER, A. (1999): Soziologie und Ökologie der Weiden – von der Tallage bis in den alpinen Bereich. 5. Alpenländisches Expertenforum „Zeitgemäße Weidewirtschaft“, BAL Gumpenstein, 31-39
- BOHNER, A. (2008): Phosphor-Pools und Phosphor-Verfügbarkeit im Grünlandboden als Basis für Phosphor-Düngeempfehlungen. Umweltökologisches Symposium „Sachgerechte Düngung im Blickfeld von Untersuchungsergebnissen“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 59-66
- BOHNER, A., SOBOTIK, M., (2000): Das Wirtschaftsgrünland im Mittleren Ennstal aus vegetationsökologischer Sicht. In: MAB-Forschungsbericht. Landschaft und Landwirtschaft im Wandel. Das Grünland im Berggebiet Österreichs. 22.-23. September 2000, Wien. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein. 195 pp.
- BUCHGRABER, K. und M. SOBOTIK (1995): Einfluss der Grünlandwirtschaft auf die Artenvielfalt in verschiedenen Pflanzengesellschaften. Expertentagung „Landwirtschaft und Naturschutz“, BAL Gumpenstein, 9-23
- BUCHGRABER, K. (2002): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt BAL 992210 „Der Einfluss der Grünlandextensivierung auf den Pflanzenbestand, Nährstoffhaushalt, Futterertrag und die Futterqualität sowie Wirtschaftlichkeit“, BAL Gumpenstein, 19 S
- EU-Nitratrichtlinie (1991): Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, Amtsblatt Nr. L 375 vom 31/12/1991

- EU-VO 1782/2003: Verordnung des Rates vom 29. September 2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 2019/93, (EG) Nr. 1452/2001, (EG) Nr. 1453/2001, (EG) Nr. 1454/2001, (EG) Nr. 1868/94, (EG) Nr. 1251/1999, (EG) Nr. 1254/1999, (EG) Nr. 1673/2000, (EWG) Nr. 2358/71 und (EG) Nr. 2529/2001; Celex Nr.: 32003R1782
- EU-VO 796/2004: Verordnung der Kommission vom 21. April 2004 mit Durchführungsbestimmungen zur Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen, zur Modulation und zum Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem nach der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe. Celex Nr.: 02004R0796
- EU-VO 1698/2005: Verordnung des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER), Amtsblatt der Europäischen Union, L277/1-40
- HÖLZL, F.X. (2008): Nährstoffversorgung der oberösterreichischen Acker- und Grünlandflächen. Umweltökologisches Symposium „Sachgerechte Düngung im Blickfeld von Untersuchungsergebnissen“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 55-57
- KRAUTZER, B., C. LEONHARD, K. BUCHGRABER und H. LUF-TENSTEINER (2007): Handbuch für ÖAG-Empfehlungen von ÖAG-kontrollierten Qualitätssaatgutmischungen für das Dauergrünland und den Feldfutterbau. ÖAG-Fachgruppe Saatgutproduktion und Züchtung von Futterpflanzen, 26 S
- PÖTSCH, E.M. (2000): Auswirkung der biologischen Wirtschaftsweise auf pflanzenbauliche Kennwerte im Dauergrünland. Bericht zur 27. Viehwirtschaftlichen Fachtagung „Management von Hochleistungskühen, Grünlandwirtschaft und Milchproduktion, Biologische Wirtschaftsweise“. BAL Gumpenstein, 147-153
- PÖTSCH, E.M. (2008a): Zur Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Grünland. Umweltökologisches Symposium, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 73-80
- PÖTSCH, E.M. (2008b): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt BAL 2311 „Vergleich von Dauergrünland-, Wechselwiesen- und Feldfutteranlagen hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Energieertrag mit besonderer Berücksichtigung unterschiedlicher Düngung“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 61 S
- PÖTSCH, E.M. (2008c): Grünlandumbruch und Grünlanderneuerung im nationalen und internationalen Kontext. Bericht zum 14. Alpenländischen Expertenforum „Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 1-3
- PÖTSCH, E.M. und A. BLASCHKA (2003): Abschlussbericht über die Auswertung von MAB-Daten zur Evaluierung des ÖPUL hinsichtlich Kapitel VI.2.A „Artenvielfalt“. Gumpenstein, Dezember 2003, 37 S
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH (2005): Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. Bericht 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchviehfütterung, Melkroboter, Züchtung, Ökonomik, Haltung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 13.-14.04.2005, 1-14
- PÖTSCH, E.M., A. GRASCHI, W. GRAISS und B. KRAUTZER (2008): Alternative Grünlanderneuerung mittels Selbstversamung. In Bericht zum 14. Alpenländischen Expertenforum „Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 17-21
- RESCH, R., GUGGENBERGER, T., WIEDNER, G., KASAL, A., WURM, K., GRUBER, L., RINGDORFER, F. und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt, (24) 2006, Sonderbeilage 8/2006, 20 S
- RESCH, R. (2008): Abschlussbericht zur wissenschaftlichen Tätigkeit LFZ 073523 „Praxisorientierte Strategien zur Verbesserung der Qualität von Grassilagen in Österreich“. Sonderdruck, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 51 S
- WASSERRECHTSGESETZ – WRG (1959): idF BGBl. I Nr. 123/2006
- ZECHMEISTER, H. G., N. SAUBERER, D. MOSER und G. GRABHER (2002): Welche Faktoren bestimmen das Vorkommen von Pflanzen in der österreichischen Kulturlandschaft? Bericht zum 10. Österreichischen Botanikertreffen, BAL Gumpenstein, 35-37

# Einsatz von in-vitro Methoden in der Futterqualitätsanalyse - Bedeutung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe für die Bestimmung der Proteinqualität

Martin Gierus<sup>1\*</sup>

## Einleitung

Die Futterproduktion steht in Europa vor neuen Herausforderungen. Grenzen zum landwirtschaftbedingten Einfluss auf die Eutrophierung von Gewässern werden von der EU in der NITRATRICHTLINIE (91/676/EEC, 1991) und WASSERRAHMENRICHTLINIE (98/83/EC, 1998) vorgegeben. Die Richtlinien werden in den Mitgliedsstaaten in Abhängigkeit von der landwirtschaftlichen Nutzung der Flächen in nationale Gesetzgebung umgesetzt. In Deutschland sind die Richtlinien in der neuen Auflage der Düngeverordnung von 2007 geregelt (DüVO, 2007). Die DüVO sieht nach guter fachlicher Praxis einen N-Saldo von jährlich maximal 60 kg N/ha, der bis 2011 erreicht werden soll, vor. Es dürfen höchstens 170 kg N/ha aus wirtschaftseigenen Düngern tierischer Herkunft ausgebracht werden.

Durch die Ausdehnung der Biogasproduktion auf der Basis von Silomais und der damit induzierten Verknappung der Ackerflächen in den Futterbauregionen Norddeutschlands, steigt die relative Vorzüglichkeit des Grünlands für die Milchproduktion. Der Anteil an Ackerfutterbau, der für die Futterproduktion in Anspruch genommen wird, nimmt stetig zu. Der Ackerfutterbau erlaubt die Nutzung von Ackerflächen für 1 bis 3 Jahre. Diese Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen ist für einige Regionen von großer Bedeutung um angemessene Erträge der Folgefrüchte zu erwirtschaften (SØEGAARD et al., 2007). In Bezug auf spezialisierte Milchviehfutterbaubetriebe ist daher eine Steigerung der effizienten N-Nutzung unabdingbar. Die Nutzung hochqualitativen Saatguts im Ackerfutterbau ermöglicht die Herstellung von hervorragendem Futter für die Hochleistungskuh. Zudem erlaubt der Wechsel zwischen Ackergras und Marktfrüchten im Ackerfutterbau einen Nährstoffaustausch zwischen Flächen, was eine effizientere Nährstoffverwertung in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform zur Folge hat (KELM et al., 2004). Durch den verringerten Einsatz von mineralischem N in intensiven Grünlandregionen ist ein höherer Anteil an Futterleguminosen zu erwarten. Daraus lässt sich folgern, dass der Beitrag des Grundfutters an der Proteinversorgung von Milchkuhen zunehmen wird. Dabei ist eine effiziente N-Verwertung der Milchkuhe erstrebenswert, die aber eine auf die Leistung abgestimmte Fütterung voraussetzt. Besonders eine geringe N-Verwertungseffizienz, die durch hohe Proteinabbauraten im Pansen hervorgerufen wird, ist im Hinblick auf die N-Bilanzen der Betriebe im Rahmen

der Düngeverordnung als problematisch zu betrachten. Die Ermittlung der Futterqualität durch zuverlässige Qualitätsanalysen und –schätzungen ist daher eine grundlegende Voraussetzung für die leistungsgerechte Fütterung von Milchkühen und die Steigerung der N-Verwertungseffizienz im Milchvieh-Futterbaubetrieb.

Im Folgenden wird daher besonders die Erzeugung der sogenannten „home grown proteins“ in Europa mit hochqualitativer Proteinqualität, u.a. erzielt durch die Wechselwirkung mit sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, betrachtet.

## Bestimmung der Proteinqualität von Grundfutter – Einsatz von in vitro-Methoden

Futterpflanzen, wie Gras und Leguminosen sind wichtige Proteinträger in der Fütterung der Milchkuhe. Ihre Proteinqualität unterliegt ständigen Veränderungen, verursacht durch die Artenzusammensetzung, das Entwicklungsstadium zum Erntezeitpunkt, die Witterung und die Nutzungsdichte. Hier stoßen Angaben zur Proteinqualität und ihren Abbaueigenschaften in den Vormägen der Wiederkäuer an Grenzen. Unterschiedliche Arbeiten belegen einen positiven Einfluss auf die im Duodenum anflutende Menge an Nicht-Ammoniak-Stickstoff (NAN), wenn der UDP-Anteil als Prozent des Rohproteins in der Futterration ansteigt (SANTOS et al., 1998; VOLDEN, 1999). So konnte VOLDEN (1999) eine höhere Anflutung an Aminosäuren im Duodenum und geringere Ammoniakgehalte im Pansen beobachten, nachdem er hochleistenden Milchkuhen eine Ration mit hohem UDP-Anteil gefüttert hatte. In den meisten Arbeiten wird der für die Leistung notwendige UDP-Anteil in der Futterration durch den Einsatz von Kraftfutter realisiert. Im Kraftfutter (z.B. Sojaextraktionsschrot, Rapskuchen) lässt sich der UDP-Anteil durch physikalische (Hitze) oder chemische (Formaldehyd) Behandlungen teilweise steuern. Verfahren der Futterkonservierung (Silierung, Trocknung) können den UDP-Anteil im Grundfutter beeinflussen. Im Vergleich zur Futterkonservierung, gestaltet sich bei Beweidung die gezielte Steigerung des UDP-Anteils bei vergleichbarer Energiedichte als äußerst schwierig. Hier können z.B. tanninhaltige Futterpflanzen wie Hornklee oder Pflanzen mit einer hohen Aktivität des Enzyms Polyphenoloxidase, wie z.B. Rotklee, an einer effizienten N-Verwertung mitwirken.

<sup>1</sup> Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hermann-Rodewald-Str.9, D-24118 Kiel

\* Ansprechpartner: PD Dr. Martin Gierus, email: [mgierus@email.uni-kiel.de](mailto:mgierus@email.uni-kiel.de)

Weltweit hat sich zur Schätzung des UDP-Anteils am Rohprotein die Nylonsäckchenmethode (in situ-Methode) durchgesetzt. Trotz erheblicher Variationen zwischen Laboratorien (MADSEN und HVELPLUND, 1994; WILKERSON et al., 1995), wird diese Methode in den unterschiedlichen Proteinbewertungssystemen verwendet (ALDERMANN, 1995), zumal die meisten Systeme die Einschätzung der Futtermittel aufgrund seiner Anteile an abbaubarem und unabbaubarem Rohprotein als unabdingbar erkannt haben. Alternativ zur in situ-Methode stehen in vitro-Methoden zur Schätzung der Proteinabbaubarkeit zur Verfügung (CALSAMIGLIA et al., 2000; STEINGASS und LEBERL, 2008). In vitro-Methoden haben den Vorteil, dass gleichzeitig viele Proben analysiert werden können. Eine dieser Methoden ist die in vitro-Inhibitoren Methode (IIV), die bereits Ende der achtziger Jahre entwickelt wurde (BRODERICK et al., 1987). Die Methode beruht auf dem Prinzip, dass ein stickstoffarmes Inkubationsmedium mit Pansenflüssigkeit und Pufferlösung durch einen Vorgärungsprozess mit Kohlenhydratüberschuss erzeugt wird. Nach der Zugabe der Futtermittelprobe ist der Proteinstickstoff in Abhängigkeit der Abbaubarkeit des Futtermittels eine nun wichtige Quelle für die enzymatische Aktivität der Pansenmikroben. Die Bildung von Ammoniak bzw. der Abbau der Proteine zu Aminosäuren oder kleineren Peptiden im Verlauf der Inkubationszeit geben Auskunft über die Abbaubarkeit des Proteins und ermöglichen somit eine Charakterisierung unterschiedlicher Futtermittel und die Berechnung des UDP-Anteils.

In *Tabelle 1* sind Ergebnisse einer Studie mit unterschiedlichen Futterpflanzen mit der genannten IIV Methode dargestellt (GIERUS et al., 2007). Trotz des höheren N-Gehaltes der Futterleguminosen, weisen sie keine höheren Abbauraten (in %/h) auf. Die bei den Futterleguminosen ermittelten Abbauraten stimmen mit Literaturangaben überein. Die in vitro-Methode erlaubt zudem die Schätzung von nXP-Gehalten bei unterschiedlicher Passagerate (4 und 8%/h) und bei neuartigen Futterleguminosen (Kaukasischer Klee und

Hornklee). Eine geringe Proteinabbaubarkeit bei Hornklee war nachweisbar, was vermutlich auf die Wirkung kondensierter Tannine zurückzuführen ist.

### *Einfluss sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe auf die Proteinqualität*

Ein hoher Anteil an NPN-Verbindungen am Gesamtprotein-gehalt bzw. ein rascher Abbau des Proteins bei zeitgleicher unzureichender Menge an fermentierbarer organischer Masse im Pansen führt zu hohen N-Verlusten (BERG et al., 2000). Der Gehalt an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen einiger Futterleguminosen wie Hornklee und Rotklee wird mit geringeren Proteinabbauraten in Zusammenhang gebracht (JONES et al., 1995a, b; *Tabelle 1*). Daher ist für eine effizientere N-Verwertung beim Tier neben der Bestimmung der Proteinqualität von Futterpflanzen, die Bestimmung des Einflusses sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe auf den Proteinabbau im Pansen und/oder im Silo erforderlich. Die klassische Futterqualitätsbestimmung (Weende-Analyse, erweiterte Zellwandbestimmung nach Van SOEST) erfasst weder die Gehalte an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, mit Ausnahme von Lignin, noch das Ausmaß ihrer Wirkung. Über den Einfluss kondensierter Tannine und der Polyphenoloxidase-Aktivität, sowie über die Wirkung von pflanzeneigenen Proteasen ist bisher wenig bekannt. Im Folgenden wird auf diese sekundären Pflanzeninhaltsstoffen und ihre Wirkung näher eingegangen.

### *Kondensierte Tannine*

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wie kondensierte Tannine bilden Komplexe mit Proteinen. Dadurch können sie den raschen Proteinabbau, die Aktivität von Mikroorganismen und Enzymen in den Vormägen von Wiederkäuern hemmen, und so zu einer verbesserten N-Verwertung des Tieres beitragen. Auch pflanzeneigene Proteasen, die einen raschen Abbau des Proteins induzieren und nach Beschädigung des Pflanzengewebes durch Verbiss oder Schnitt von Pflanzenzellen freigesetzt werden, können

**Tabelle 1: Stickstoffgehalt, Proteinabbauraten, UDP-Gehalte und nXP-Schätzungen von verschiedenen Futterleguminosenarten, Deutschem Weidelgras und Silomais (Auszug aus Gierus et al., 2007)**

	N, % TS	Abbau, %/h	UDP-4 <sup>1)</sup> , %	UDP-8, %	nXP <sup>2)</sup> , g/kg TS		nXP <sup>3)</sup> , g/kg TS	nXP <sup>4)</sup> , g/kg TS
					4%	8%		
WK <sup>5)</sup>	3,86 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	31,5 <sup>b</sup>	44,8 <sup>bc</sup>	194	217	191	172
RK	3,50 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	30,7 <sup>bc</sup>	44,0 <sup>bc</sup>	181	201	178	164
KU	3,56 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	33,2 <sup>b</sup>	46,5 <sup>b</sup>	193	213	186	-
LU	3,66 <sup>a</sup>	7,2 <sup>a</sup>	27,0 <sup>bc</sup>	38,8 <sup>cd</sup>	175	194	180	154
HO	3,72 <sup>a</sup>	2,6 <sup>b</sup>	53,2 <sup>a</sup>	64,8 <sup>a</sup>	223	242	185	-
DW	1,55 <sup>bc</sup>	8,1 <sup>a</sup>	27,7 <sup>bc</sup>	41,3 <sup>bcd</sup>	141	144	133	156
RK-G	1,91 <sup>b</sup>	8,0 <sup>a</sup>	29,1 <sup>bc</sup>	43,4 <sup>bc</sup>	138	146	133	156
Oldham	1,23 <sup>cd</sup>	6,2 <sup>a</sup>	28,7 <sup>bc</sup>	39,3 <sup>cd</sup>	122	122	114	128
Fuego	1,08 <sup>d</sup>	8,2 <sup>a</sup>	24,8 <sup>c</sup>	36,0 <sup>d</sup>	126	128	120	128
SE	0,2	0,7	1,6	1,5				

<sup>1)</sup> UDP-4, UDP-8: berechnetes unabgebautes Rohprotein mit einer Passagerate von 4 bzw. 8%/h. Der Anteil an nicht-verfügbares Stickstoff wurde nicht abgezogen.

<sup>2)</sup> berechnet mit der Formel:  $nXP = [11,93 - (6,82 * (UDP/XP))] * ME + 1,03 * UDP$

<sup>3)</sup> berechnet mit der Formel:  $nXP = 8,76 * ME + 0,36 * XP$

<sup>4)</sup> DLG-Futterwerttabellen

<sup>5)</sup> WK: Weißklee, RK: Rotklee, KU: Kaukasischer Klee, LU: Luzerne, HO: Hornklee, DW: Deutsches Weidelgras, RK-G: Deutsches Weidelgras als Begleitgras von Rotklee, Oldham, Fuego: Silomaisorten

durch Tannine gehemmt werden (BRODERICK, 1995). Die Wirkung kondensierter Tannine lässt sich u.a. anhand geringerer N-Ausscheidung im Harn als prozentualer Anteil der N-Aufnahme und mittels höherer N-Retention bei Hornklee- im Vergleich zu Luzernesilage nachweisen (FRASER et al., 2000).

Der rasche Abbau von Proteinen im Pansen kann bei einem Tanningehalt von ca. 20-50 g/kg TS reduziert und die Verfügbarkeit von Aminosäuren im Dünndarm erhöht werden (WAGHORN und SHELTON, 1997). Dieser Wert ist in der Literatur sehr umstritten. Dabei beschränkt sich die Diskussion nicht nur auf den Gehalt selbst, sondern es werden vor allem die Eigenschaften der Tannine, wie das Potential zur Komplexbildung mit Proteinen, das molekulare Gewicht und die Zusammensetzung der Tannine angesprochen (McMAHON et al., 2000). Diese Eigenschaften und ihre biologische Bedeutung sind zurzeit eine analytische Herausforderung.

Kondensierte Tannine kommen häufig in Leguminosen vor,

die Gehalte weisen erhebliche Variationen auf. Hohe Gehalte werden für Hornklee, Serradela und Esparsette berichtet. Aufgrund ihrer relativen geringen Ertragsbildung ist ihre Verbreitung gering und damit eine agronomische Relevanz bisher kaum gegeben. Neben der Leguminosenart selbst, haben auch Pflanzenorgan, Alter, Nährstoffversorgung der Pflanze sowie die Witterung einen modifizierend Einfluss auf den Tanningehalt (McMAHON et al., 2000). Die Identifizierung von Faktoren, die die Wirkung von Tanninen auf die N-Verwertung sowie die Veränderung des Tanningehaltes im Verlauf der Vegetationsperiode von Weiden steuern, ist von großer Bedeutung. Ein moderater Tanningehalt könnte sich unter Beweidungsbedingungen langfristig vorteilhaft hinsichtlich des N-Verlustpotentials von Leguminosen/Grasgemengen auswirken. Eine erhöhte N-Nutzungseffizienz durch die Wirkung tanninhaltiger Futterpflanzen in der Wiederkäuerernährung ist, wie oben dargestellt, bekannt, der Einfluss auf den Nährstoffkreislauf des Betriebes wurde bisher allerdings nur punktuell betrachtet.

**Tabelle 2: PPO Aktivität (IU per protein (µg/g DM)) in Blättern von Rotklee**

PPO Aktivität [IU per Protein (µg/g DM)]						
Erntezeit	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt
SC, Jahre 2005 und 2006; n = 18; SE = 0,22						
	Aufw. 1			Aufw. 2		Aufw. 3
2005	1,33 <sup>b,A</sup>			1,18 <sup>b</sup>		2,59 <sup>a,A</sup>
2006	0,42 <sup>ab,B</sup>			0,90 <sup>a</sup>		0,19 <sup>b,B</sup>
<i>Mittel</i>	0,77			1,04		1,39
SG, Jahre 2005 und 2006; n = 30; SE = 0,27						
	Aufw. 1	Aufw. 2	Aufw. 3	Aufw. 4	Aufw. 5	<i>Mittel</i>
2005	1,62 <sup>b</sup>	1,50 <sup>b</sup>	1,89 <sup>ab</sup>	1,19 <sup>b,B</sup>	2,85 <sup>a,A</sup>	1,81
2006	1,04 <sup>bc</sup>	1,29 <sup>bc</sup>	1,90 <sup>b</sup>	3,11 <sup>a,A</sup>	0,40 <sup>c,B</sup>	1,55
<i>Mittel</i>	1,33	1,40	1,89	2,15	1,62	
RG verglichen mit SG, Jahr 2005; n = 30; SE = 0,34						
	Aufw. 1	Aufw. 2	Aufw. 3	Aufw. 4	Aufw. 5	<i>Mittel</i>
RG	1,57 <sup>b</sup>	3,29 <sup>a,A</sup>	3,06 <sup>a,A</sup>	3,03 <sup>a,A</sup>	4,11 <sup>a,A</sup>	3,01
SG	1,62 <sup>b</sup>	1,50 <sup>b,B</sup>	1,89 <sup>ab,B</sup>	1,19 <sup>b,B</sup>	2,85 <sup>a,B</sup>	1,81
<i>Mittel</i>	1,60	2,39	2,47	2,11	3,48	
SC±MS, Jahr 2006; n = 18; SE = 0,08						
	Aufw. 1		Aufw. 2		Aufw. 3	<i>Mittel</i>
SC	0,42		0,90		0,19	0,50 <sup>B</sup>
SC+MS	(0,42)*		1,33		0,17	0,64 <sup>A</sup>
<i>Mittel</i>	0,42 <sup>b</sup>		1,12 <sup>a</sup>		0,18 <sup>c</sup>	
SG±MS, Jahr 2006; n = 24; SE = 0,19						
	Aufw. 1	Aufw. 2	Aufw. 3	Aufw. 4	Aufw. 5	<i>Mittel</i>
SG	1,04	1,29	1,90	3,11	0,40	1,55
SG+MS		(1,29)*	2,80	3,13	0,43	1,91
<i>Mittel</i>		1,29 <sup>c</sup>	2,35 <sup>b</sup>	3,12 <sup>a</sup>	0,41 <sup>d</sup>	

<sup>a,b,c,d</sup> Mittelwerte unterscheiden sich signifikant zwischen Aufwüchse innerhalb Jahre bei P<0.05

<sup>A,B</sup> Mittelwerte unterscheiden sich signifikant zwischen Jahre/Systeme innerhalb Aufwüchse bei P<0.05

\* Ernte erfolgte vor der Durchführung des mechanischen Stresses. Werte in Klammern sind vergleichbar mit SC oder SG.

SC Siloschnitt

SG Simulierte Weide

RG Umtriebsweide

+MS mit mechanischem Stress (Cambridge-Walze)

## Polyphenoloxidase

Die Polyphenoloxidase (PPO) oder Tyrosinase ist ein weit verbreitetes Enzym und ist in Mikroorganismen, Tieren und Pflanzen zu finden. Für Wirbeltiere ist es in der Pigmentierung unerlässlich und bei Pflanzen ist es in den Thylakoiden der Chloroplasten enthalten. Die PPO katalysiert die *o*-Hydroxylierung der Monophenole (Monophenolase Aktivität) und die Oxidation von *o*-Diphenolen zu *o*-Chinonen (Diphenolase Aktivität) unter Verbrauch von molekularem Sauerstoff. Die Chinone polymerisieren und bilden dadurch bräunliche Pigmente. Diese Reaktion ist u.a. häufig bei Obst und Gemüse beschrieben (ESCRIBANO et al., 1997). Die gebildeten Chinone sind allerdings sehr instabil, was von der Natur der ursprünglichen *o*-Diphenole abhängig ist. Die instabilen Chinone können relativ schnell polymerisieren und mit anderen Molekülen wie Proteinen und Kohlenhydraten Verbindungen eingehen.

In der Wiederkäuerernährung sind die Verbindungen von Chinonen und Proteinen von großem Interesse. Analog zu kondensierten Tanninen besteht die Möglichkeit, dass durch die PPO-Aktivität die rasche Proteinabbaubarkeit in den Vormägen gehemmt wird. Verschiedene Leguminosen und Gräser wurden auf die Aktivität der PPO hin untersucht (JONES et al., 1995a; MARITA et al., 2005). Rotklee wies eine hohe PPO-Aktivität auf. Versuche mit Milchkühen zeigten eine höhere Stickstoffausscheidung in Milch und Harn, wenn Luzernesilage (kein Tannin oder PPO-Aktivität) im Vergleich zu Rotkleesilage (kein Tannin, aber hohe PPO-Aktivität) verfüttert wurde (BRODERICK et al., 2000; BRODERICK et al., 2001). Zu vermuten ist, dass die *o*-Chinonen nach ihrer Bildung über Wasserstoffbrücken Verbindungen mit Kohlenhydraten und Proteinen eingehen. Diese Komplexbildung ist, analog zu kondensierten Tanninen, unmittelbar vom pH-Wert abhängig, und kann so im Hinblick auf die Proteinabbaubarkeit im Pansen zur Reduzierung des raschen Proteinabbaus beitragen. Chinon-Protein Komplexe entstehen mit den Proteinen im Grüngut, aber auch mit den Glycoproteinen der Zellmembran der Mikroorganismen und den Enzymen, die sowohl Proteine als auch andere organische Moleküle im Pansen im Rahmen der Mikroorganismenaktivität zersetzen, wie z.B. Lipasen, aber auch pflanzeneigene Proteasen. Es wird vermutet, dass die Wirkung der *o*-Chinonen von mit Rotklee gefütterten Rindern zu einem verbesserten, für die Humanernährung günstigen Fettsäuremuster in Milch und Fleisch führen kann (DEWHURST et al., 2006; LEE et al., 2007).

Neueste Studien zeigen einen Einfluss der Bewirtschaftungsform auf die PPO-Aktivität (Tabelle 2). Eine Steigerung der PPO-Aktivität unter Beweidung konnte nachgewiesen werden, was die Induzierung der PPO-Aktivität als Reaktion zu mechanischem Stress nahe legt. Gesteigerte PPO-Aktivität durch den Einfluss mechanischen Stresses konnte im folgenden Jahr auch unter kontrollierten Bedingungen (Walzen) wiederholt nachgewiesen werden. In Bezug auf die Futterqualität, insbesondere die Proteinqualität, zeigte sich bei erhöhter PPO-Aktivität eine Verringerung der NPN-Fraktion des Rotklees (EICKLER et al., 2008).

## Pflanzeneigene Proteasen

Durch die Aktivität der Proteasen können bei günstigen Temperaturen, ausreichender Feuchtigkeit und Veränderung des pH Wertes, über 50-60% des ursprünglichen Pflanzenproteins zu NPN-Verbindungen abgebaut werden (MESSMAN et al., 1994). Der Proteinabbau ist im Silo sehr ausgeprägt und ist unmittelbar vom Zusammenspiel der Siliertechnik und der Aufbereitung (Anwelkungsgrad, Einsatz von Zusatzstoffe, pH-Absenkung im Silo, u. a.) abhängig.

Studien unter Weidebedingungen zeigen, dass in den frühen Stadien nach Futteraufnahme die pflanzeneigenen Proteasen einen deutlichen Einfluss auf die Proteolyse im Pansen nehmen (BEHA et al., 2002; KINGSTON-SMITH et al., 2003). Es wird aber aus den unterschiedlichen Studien nicht klar, was die Auslösung der proteolytischen Aktivität bei noch intaktem pflanzlichem Gewebe hervorruft. In der Annahme, dass intakte Zellen in den Pansen gelangen, werden diese mit einer großen Anzahl an Stressfaktoren konfrontiert wie z.B. Dunkelheit, Sauerstoffmangel, einer erhöhten Temperatur von 39°C, einem pH-Wert von 6,5 bis 6,8 und letztlich mit einer aktiven Pansenmikrobenpopulation. Unter solchen Bedingungen schlagen KINGSTON-SMITH und THEODOROU (2000) vor, dass die Pflanzenzellen eine vorzeitige Seneszenz einleiten. BEHA et al., (2002) belegen, dass ein pflanzlicher Stoffwechsel im Pansen durchaus bestehen kann und somit die pflanzeneigene Proteolyse in den ersten Stunden nach Futteraufnahme auf der Weide, bei der Bestimmung der Proteinqualität von Grünlandaufwüchsen zu berücksichtigen ist.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse einer Untersuchung bei der der Abbau von Blattprotein nach Inkubation in Pufferlösung unter pansenähnlichen Bedingungen (39°C, anaerob) untersucht wurde (LÖSCHE et al., 2008). Zum Inkubationszeitpunkt 0 h war der Proteingehalt zu allen Schnitterminen am höchsten, während im Verlauf der Inkubation die Gehalte an Protein sanken. Der Verlust an Protein in 24 h Inkubation entsprach 89% und 88% im Jahr 2006, und 88% und 93% im Jahr 2007 für den 1. und 2. Aufwuchs. Die Ergebnisse sind mit BEHA et al., (2002) vergleichbar. Diese Autoren fanden eine Reduktion im Proteingehalt von 82,3% nach 24 h bei vergleichbaren Inkubationsbedingungen für Deutsches Weidelgras. Die Verringerung im Proteingehalt weist auf eine Einwirkung von pflanzeneigenen Proteasen hin.

**Tabelle 3: Veränderung im Blattprotein bei Dt. Weidelgras durch pflanzeneigene Proteasen im Mittel von 10 Deutsch' Weidelgras Genotypen**

Inkubationsstufe	Schnittzeitpunkt			
	2006		2007	
	1. Aufw.	2. Aufw.	1. Aufw.	2. Aufw.
0 h	72,1 <sup>a</sup>	126,7 <sup>a</sup>	115,7 <sup>a</sup>	67,6 <sup>a</sup>
6 h	24,8 <sup>b</sup>	35,7 <sup>b</sup>	37,6 <sup>b</sup>	18,0 <sup>b</sup>
24 h	7,9 <sup>c</sup>	14,7 <sup>c</sup>	14,2 <sup>c</sup>	4,5 <sup>c</sup>
	SE = 3,3		SE = 2,5	
Abbauraten <sup>1)</sup> , %/h	9,8	8,2	8,2	10,7

<sup>1)</sup> Abbauraten wurden anhand der Schätzformel  $Kd (\%/h) = (\ln B_0 - \ln B_{24})/24$ ;  $B_0$  und  $B_{24}$  sind die Proteingehalte nach 0 und 24 h Inkubation

## Schlussfolgerung

- Eine Grundvoraussetzung für die bedarfsgerechte Fütterung von Milchkühen ist eine genaue, an die Verdauungsprozesse des Tieres angepasste, Futterwertbestimmung. In vitro-Methoden nähern sich den Verdauungsprozessen des Tieres an, stellen aber einen Kompromiss zum realen Verdauungsvorgang dar. Letztlich bleibt die in vivo-Bestimmung die genaueste Art der Futterwertbestimmung, allerdings sind Aufwand an Zeit und Arbeit enorm, so dass die Fülle an verschiedenen Futtermitteln auf diese Weise nicht bewertet werden könnte. Als weiteres Argument für die breite Nutzung von in vivo-Methoden sollte der Tierschutzaspekt nicht unberücksichtigt bleiben.
- Ein deutlicher Einfluss auf die Veränderung der Proteinqualität ist aus den aufgeführten sekundären Pflanzeninhaltsstoffen und deren Wirkung in den Vormägen der Wiederkäuer zu erkennen. Eine erhöhte N-Nutzungseffizienz durch die Wirkung tanninhaltiger Futterpflanzen ist in der Wiederkäuerernährung bekannt, allerdings im Nährstoffkreislauf von Betrieben nur punktuell nachgewiesen. Ist eine Steigerung der Grundfutterqualität beabsichtigt, muss das pflanzliche Gewebe berücksichtigt werden, es ist kein passives Opfer des Verdauungsprozesses.
- Während bei der Optimierung der Protein- und Energieversorgung von Milchkühen die Verfügbarkeit von Nährstoffen und Energie aus unterschiedlichen Futtermitteln für die Pansenmikroben betrachtet wurden, blieben bislang potentielle Veränderungen in der Futterpflanze auf züchterischem Wege für weidende Tiere weitgehend unberücksichtigt.

## Literatur

- ALDERMANN, G., 1995: A review of current protein requirement systems for ruminants. In: International Symposium on the nutrient requirements of ruminants. Oct. 24-26th. Viçosa, Brazil.
- BEHA E.M., THEODOROU M.K., THOMAS B.J., KINGSTON-SMITH, A.H., 2002: Grass cells ingested by ruminants undergo autolysis which differs from senescence: implications for grass breeding targets and livestock production. *Plant Cell Environment* 25, 1299-1312
- BERG, B.P., MAJK, W., McALLISTER, T.A., HALL, J.W., MCCARTNEY, D., COULMAN, B.E., GOPLIN, B.P., ACHARYA, S.N., TAIT, R.M., CHENG, K.-J., 2000: Bloat in cattle grazing alfalfa cultivars selected for a low initial rate of digestion: a review. *Can. J. Plant. Sci.* 80, 493-502.
- BRODERICK, G.A., 1987: Determination of protein determination rates using a rumen in vitro system containing inhibitors of microbial nitrogen metabolism. *Br. J. Nutr.* 58, 463-475.
- BRODERICK, G.A., 1995: Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 73, 2760-2773.
- BRODERICK, G.A., WALGENBACH, R.P., Maignan, S., 2001: Production of lactating dairy cows fed alfalfa or red clover silage at equal dry matter or crude protein contents in the diets. *J. Dairy Sci.* 84, 1728-1737.
- BRODERICK, G.A., WALGENBACH, R.P., STERRENBURG, E., 2000: Performance of lactating dairy cows fed alfalfa or red clover silage as the sole forage. *J. Dairy Sci.* 83, 1543-1551.
- CALSAMIGLIA, S., STERN, M.D., BACH, A., 2000: Enzymatic and microbial-cell preparation techniques for predicting rumen degradation and post-ruminal availability of protein. In: *Forage Evaluation in Ruminants*. GIVENS, D.I., OWENS, E., AXFORD, R.F.E., OMED, H.M. (eds.) CAB International, Wellingford, UK, pp. 259-279.
- DEWHURST, R.J., SHINGFIELD, K.J., LEE, M.R.F., SCOLLAN, N.D., 2006: Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 168-206.
- DÜNGEVERORDNUNG (2007): Düngeverordnung. Bundesgesetzblatt, Teil I, Nr. 7, Seiten 221-240. Ausgegeben zu Bonn am 5. März 2007.
- EICKLER, B., GIERUS, M. and TAUBE, F., 2008: PPO-Aktivität in Rotklee unter Berücksichtigung von Genotyp, Umweltfaktoren und Nutzungsintensität - Einfluss auf die Proteinqualität. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, 9, 168 – 171.
- ESCRIBANO, J., CABANES, J., CHAZARRA, S., GARCÍA-CARMONA, F., 1997: Characterization of monophenolase activity of table beet polyphenol oxidase. Determination of kinetic parameters on the tyramine/dopamine pair. *J. Agric. Food Chem.* 45, 4209-4214.
- FRASER, M.D., FYCHAN, R., JONES, R., 2000: Voluntary intake, digestibility and nitrogen utilization by sheep fed ensiled forage legumes. *Grass and Forage Sci.* 55, 271-279.
- GIERUS, M., HERRMANN, A., TAUBE, F., 2007: Untersuchungen zum Rohproteinabbau von Futterleguminosen, Deutschem Weidelgras und Silomais. *Züchtungskunde* 79, 466-475.
- JONES, B.A., HATFIELD, R.D., MUCK, R.E., 1995a: Screening legume forages for soluble phenols, polyphenol oxidase and extract browning. *J. Sci Food Agric.* 67, 109-112.
- JONES, B.A., MUCK, R.E., HATFIELD, R.D., 1995b: Red clover extracts inhibit legume proteolysis. *J. Sci Food Agric.* 67, 329-333.
- KELM, M., WACHENDORF, M., TROTT, H., VOLKERS, K., and TAUBE, F., 2004: Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. III. Energy efficiency in forage production from grassland and maize for silage. *Grass and Forage Science* 59, 69-79.
- KINGSTON-SMITH, A.H., BOLLARD, A.L., ARMSTEAD, I.P., THOMAS, B.J., THEODOROU, M.K., 2003: Proteolysis and cell death in clover leaves is induced by grazing. *Protoplasma*, 220, 119-129.
- KINGSTON-SMITH, A.H., THEODOROU, M.K., 2000: Post-ingestion metabolism of fresh forage. *New Phytol.*, 148, 37-55.
- LEE, M.R.F., PARFITT, L.J., SCOLLAN, N.D., MINCHIN, F.R., 2007: Lipolysis in red clover with different polyphenol oxidase activities in the presence and absence of rumen fluid. *J. Sci. Food Agric.* 87, 1308-1314.
- LÖSCHE M., SALAMA H., GIERUS M., HERRMANN A., VOSS P., TAUBE F., 2008: Variation in plant-mediated proteolysis among 10 diploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 154.
- MADSEN, J., HVELPLUND, T., 1994: Prediction of in situ protein degradability in the rumen: results of a European ringtest. *Liv. Prod. Sci.* 39, 201-212.
- MARITA, J.M., HATFIELD, R.D., BRINK, G.E., 2005: Polyphenol oxidase activity and in vitro proteolytic inhibition in grasses. In: *XX International Grassland Congress*. Eds.: O'Mara, F.P. et al., Wage-

- ningen Academic Publishers, p. 220.
- McMAHON, L.R., McALLISTER, T.A., BERG, B.P., MAJAK, W., ACHARYA, S.N., POPP, J.D., COULMAN, B.E., WANG, Y., CHENG, K.-J., 2000: A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Can. J. Plant Sci.* 80, 469-485.
- MESSMAN, M.A., WEISS, W.P., KOCH, M.E., 1994: Changes in total and individual proteins during drying, ensiling, and ruminal fermentation of forages. *J. Dairy Sci.* 77, 492-500.
- SANTOS, F.A.P., SANTOS, J.E.P., THEURER, C.B., HUBER, J.T., 1998: Effect of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12 year literature review. *J. Dairy Sci.* 81, 3182-3213.
- SØEGAARD K., GIERUS M., HOPKINS A., HALLING M., 2007: Temporary grassland – challenges in the future. *Grassland Science in Europe* 12, 27-38.
- STEINGASS, H., LEBERL, P., 2008: In vitro Verfahren: eine notwendige Ergänzung zur Nährstoffanalytik bei Futtermitteln. *Übers. Tierernährg.* 36, 31-46.
- VOLDEN, H., 1999: Effects of level of feeding and ruminally undegraded protein on ruminal bacterial protein synthesis, escape of dietary protein, intestinal amino acid profile, and performance of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 77, 1905-1918.
- WAGHORN, G.C., SHELTON, I.D., 1997: Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. *J. Agric. Sci.* 128, 365-372.
- WILKERSON, V.A., KLOPFENSTEIN, T.J., STROUP, W.W., 1995: A collaborative study of in situ forage protein degradation. *J. Anim. Sci.* 73, 583-588.



# Hygienestatus des Grundfutters - Erfahrungen eines Praxislabor

Günther Wiedner<sup>1\*</sup>

## 1. Futterhygiene – Begriffsdefinition und Anforderungen aus rechtlicher Sicht

### 1.1. Begriffsdefinition

Die Futterqualität wird durch eine Vielzahl an Faktoren bestimmt. Neben dem Nähr- und Mineralstoffgehalt, der Gärqualität von Silagen und dem Wirkstoffgehalt, können die weiteren qualitätsbestimmenden Kriterien unter dem Begriff „Futterhygiene“ zusammengefasst werden.

Die Futterhygiene umfasst im Wesentlichen biotische Faktoren, wie zB den Gehalt an Pilzen, Bakterien und tierischen Lagerschädlingen und abiotische bzw. nicht belebte Faktoren, wie zB die Futtermittelverschmutzung bzw. auch die Kontamination mit Schwermetallen und Toxinen.

Nachfolgend wird vorrangig die Pilzproblematik behandelt, die auch in der Fütterung von Wiederkäuern nicht zu unterschätzen ist.

### 1.2. Anforderungen aus rechtlicher Sicht

Hinweise zu Anforderungen an die Futtermittelhygiene sind im Futtermittelgesetz 1999 und in der Futtermittelhygieneverordnung (EG) Nr. 183/2005, die mit 1.1.2006 in Kraft getreten ist, zu finden.

Gemäß FMG 1999, Allgemeine Bestimmungen, § 3, ist es verboten, Futtermittel, Vormischungen oder Zusatzstoffe herzustellen, in Verkehr zu bringen oder an Nutztiere zu verfüttern, die dazu geeignet sind, die Qualität der von Nutztieren gewonnenen Erzeugnisse – insbesondere im Hinblick auf ihre Unbedenklichkeit für die menschliche Gesundheit – nachteilig zu beeinflussen oder die Gesundheit von Tieren zu schädigen.

Ein weiterer Punkt dieser Allgemeinen Bestimmungen definiert ein Fütterungsverbot für Futtermittel, die verdorben oder in ihrem Wert bzw. ihrer Brauchbarkeit erheblich gemindert sind. Gemäß Futtermittelhygieneverordnung sind Maßnahmen und Vorkehrungen zu treffen um die Futtermittelsicherheit zu gewährleisten. Hierzu zählt unter anderem auch die Vermeidung von Kontaminationen mikrobiologischen Ursprungs mit Bakterien und Pilzen.

Mit Deutlichkeit ist darauf hinzuweisen, dass von diesen futtermittelrechtlichen Bestimmungen auch hofeigene Grundfuttermittel, wie zB Heu und Silagen, sowie die Verfütterung am Hof betroffen sind.

## 2. Futtermittellabor Rosenau – Untersuchungsprofil und Untersuchungsergebnisse

Das Futtermittellabor Rosenau wurde 1978 als Servicestelle für viehhaltende Landwirte gegründet. Jährlich werden ca. 8.500 Futterproben auf chemische und teilweise auch auf mikrobiologische Parameter untersucht. Von der genannten Probenanzahl entfallen rd. 80 % auf Wiederkäuerfutter. Die nachfolgende Übersicht zeigt die Analysenstruktur 2008.

### Übersicht 1: Aufgliederung des Probenumfangs nach Analysenarten:

7.685	Nährstoffanalysen
681	Gerüstsubstanzenanalysen
4.119	Mengenelementanalysen
1.182	Spurenelementanalysen
2.021	Gärqualitätsbestimmungen
245	Gasanalysen (Hohenheimer Futterwerttest)
630	Mikrobiologische Untersuchungen

### 2.1. Mikrobiologische Futteruntersuchungen

Aufgrund von zahlreichen Beratungsfällen mit Problemetrieben wurde die Bedeutung mikrobiologischer Futteruntersuchungen frühzeitig erkannt und dieses Service bereits 1984 in das Analysenprogramm des FML Rosenau aufgenommen.

#### 2.1.1. Probenherkunft und Probenmaterial

Die Futterproben stammen hauptsächlich von Rinder- und Schweinehaltern, die das Untersuchungsservice bundesweit in Anspruch nehmen. Überwiegend werden hofeigene Grund- und Kraftfuttermittel untersucht. Fallweise wird aber auch Zukauffutter einer mikrobiologischen Kontrolluntersuchung unterzogen.

Futterproben aus der Praxis sind in der Regel nur knapp, mit Angabe der Futterart, der Tierart an die das Futter gefüttert wird und der gewünschten Untersuchung deklariert, so dass von den Untersuchungsergebnissen keine gesicherten Rückschlüsse auf die Ursachen für futterhygienische Mängel (Pflanzenbau, Ernte, Silotechnik, etc.) gezogen werden können.

<sup>1</sup> Futtermittellabor Rosenau der Niederösterreichischen Landes-Landwirtschaftskammer, A-3252 Petzenkirchen

\* Ansprechpartner: DI Günther Wiedner, email: [guenther.wiedner@lk-noe.at](mailto:guenther.wiedner@lk-noe.at)

### 2.1.2. Erfahrungen mit der Ziehung und Verpackung von Grundfutterproben

Die Erkenntnis, dass ein Untersuchungsergebnis letztendlich nur so gut ist, wie dies die Genauigkeit der Probenziehung zulässt, trifft insbesondere auch auf die mikrobiologische Untersuchung zu.

Futterproben, die nur von Oberflächenschichten entnommen wurden, lassen keinen Rückschluss auf den Hygienestatus zu, weil derartige Schichten häufig Keimzahlen aufweisen, die um das 10-fache über den Keimzahlen einer repräsentativen Futterprobe liegen, die als Sammelprobe (Mischprobe mehrerer Einzelproben) von unterschiedlichen Stellen und Schichten entnommen wurde. In diesem Zusammenhang ist positiv anzumerken, dass insbesondere für mikrobiologische Untersuchungen die Probenziehung häufig von Fachleuten der Beratung (Tierärzte, Officialberater, etc.) durchgeführt und daher der Probennahmefehler vermutlich geringer ist, als bei Futterproben für die Nährstoffuntersuchung.

Fallweise werden Proben falsch verpackt (zB Heu in Plastiksäcke bzw. Silagen in Papiersäcken bzw. nicht reißfesten Plastiksäcken), so dass sie am Probentransportweg verderben. Es ist natürlich sinnlos solche Proben einer mikrobiologischen Analyse zuzuführen. Auch tiefgefrorene Proben sind zwar mykotoxikologisch aber nicht mikrobiologisch auswertbar.

### 2.1.3. Untersuchungsparameter und Untersuchungsmethodik

#### Untersuchungsparameter

Die mikrobiologische Futteruntersuchung beinhaltet die Keimzahlbestimmung von Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen in Form „Kolonienbildender Einheiten“ (KBE je g Futtermittel), eine umfangreiche Pilzartendiagnostik bei Schimmelpilzen, sowie eine sensorische und mikroskopische Untersuchung der Futterprobe.

Über die Gehalte an produkttypischen (Feldpilzflora) und verderbanzeigenden Pilzarten (Lagerpilzflora) kann auf die Futterhygiene und die Einsatztauglichkeit des Futtermittels rückgeschlossen werden.

#### Untersuchungsmethodik

Die Ermittlung der Keimgehalte erfolgt nach mehrtägiger Bebrütung von Nährbodenplatten, die im Ausstrichverfahren mit einer in Suspensionslösung aufbereiteten Probe beimpft wurden. Über verschiedene Verdünnungsstufen kann in der Folge auf die Keimbelastung je g Futtermittel hochgerechnet werden.

Als Nährböden werden für die Ermittlung der aeroben mesophilen Bakterienkeimzahl der Bakteriennährboden nach Schmidt mit TTC-Zusatz und der DEV-Nähragar für Bakterien verwendet.

Für die Ermittlung der Schimmelpilzkeimgehalte wird der Schimmelpilznährboden nach Schmidt und der Sabouraud-Dextrose-Agar verwendet.

Die Differenzierung und Quantifizierung der Schimmelpilzarten erfolgt durch Mikroskopie angefertigter Dünnschichtpräparate und Auszählen der Pilzartenkolonien auf den Platten.

### 2.1.4. Untersuchungsergebnisse wichtiger Grundfuttermittel

In die Auswertung wurden Heu-, Grassilage- und Maissilageproben des Jahres 2008 miteinbezogen. Die Proben stammen mit Ausnahme des Burgenlandes aus allen Bundesländern Österreichs.

Entsprechend den durchschnittlichen Witterungsverhältnissen des Vorjahres kann eine überdurchschnittliche Beeinflussung der Ergebnisse durch die jahresspezifische Witterung eher ausgeschlossen werden.

Wie in *Tabelle 1* ersichtlich, wurden 2008 im FML Rosenau insgesamt 372 Grundfutterproben mikrobiologisch untersucht. Davon entfallen 46 Proben auf Grassilagen, 72 Proben auf Heu und 19 Proben auf Maissilagen. Mit 235 Proben entfällt der größte Anteil auf Maiskornsilagen, die jedoch entsprechend der gestellten Thematik in die nachfolgenden Auswertungen nicht miteinbezogen werden.

Die *Tabelle 2* zeigt Richtwerte für Pilzkeimgehalte der wichtigsten Grundfuttermittel, die auch als Grundlage für die Auswertung der mikrobiologischen Untersuchungsergebnisse (*Tabelle 3*) herangezogen wurden.

Entsprechend diesen Richtwerten, die auch als Befundungsgrundlage des FML Rosenau dienen, sollte zB Heu guter Qualität max. 100.000 KBE/g Futter an Schimmelpilzen und max. 10.000 KBE/g Futter an Hefen aufweisen. Die Schimmelpilzflora guter Heuqualitäten sollte ausschließlich bzw. vorwiegend (über 75 %) aus produkttypischen Feldpilzen bestehen und nur einen geringen Anteil an Lagerpilzen, wie zB Aspergillus- und Penicilliumarten aufweisen.

**Tabelle 1: Mikrobiologische Untersuchungen von Grundfuttermitteln im Jahr 2008 (FML Rosenau der NÖ LLK)**

Futterart	Probenanzahl	%
Grassilage (alle Schnitte)	46	12,4
Heu (alle Schnitte)	72	19,3
Maissilagen	19	5,1
Maiskornsilagen u. CCM	235	63,2
<b>Gesamt</b>	<b>372</b>	<b>100,0</b>

**Tabelle 2: Richtwerte für Pilzkeimgehalte in Grundfuttermitteln (FML Rosenau der NÖ LLK)**

Futterart u. Qualität	Keimzahlen in KBE je g Futter	
	Schimmelpilze	Hefen
Heu gute Qualität mit ausschl. bzw. überwiegender Feldpilzflora (> 75 %)	< 1 x 10 <sup>5</sup>	< 1 x 10 <sup>4</sup>
Heu schlechte Qualität mit ausschl. bzw. überwiegender Lagerpilzflora (> 75 %)	> 2 x 10 <sup>5</sup>	> 1,5 x 10 <sup>5</sup>
Grassilage gute Qualität	< 1 x 10 <sup>4</sup>	< 1 x 10 <sup>4</sup>
Grassilage schlechte Qualität	> 1 x 10 <sup>5</sup>	> 3 x 10 <sup>5</sup>
Maissilage gute Qualität	< 1 x 10 <sup>4</sup>	< 1 x 10 <sup>5</sup>
Maissilage schlechte Qualität	> 1 x 10 <sup>5</sup>	> 1 x 10 <sup>6</sup>

**Tabelle 3: Mikrobiologische Untersuchungsergebnisse von Grundfuttermitteln im Jahr 2008** (FML Rosenau der NÖ LLK)

Untersuchte Heuproben	n =	72	100,0 %
→ mit guter Qualität		43	59,7 %
→ mit schlechter Qualität		23	31,9 %
Untersuchte Grassilageproben	n =	46	100,0 %
→ mit guter Qualität		38	82,6 %
→ mit schlechter Qualität		8	17,4 %
Untersuchte Maissilageproben	n =	19	100,0 %
→ mit guter Qualität		7	36,8 %
→ mit schlechter Qualität		5	26,3 %

Heuqualitäten mit 500.000 KBE/g Futter bzw. mehr und überwiegender Lagerpilzflora sind verdorben und nicht fütterungstauglich. Diese Qualitätsmängel werden in der Regel auch durch das mikroskopische Erscheinungsbild der Futterprobe bestätigt, das einen hohen Anteil an geschädigten Pflanzengewebe mit deutlich sichtbarem Schimmelpilzbefall zeigt.

Gärfutter guter Qualität sollte entsprechend den anaeroben Verhältnissen grundsätzlich weniger als 10.000 KBE/g Futter an Schimmelpilzen aufweisen. Schimmelpilzkeimgehalte von 100.000 KBE/g Futter und mehr kennzeichnen schlechte Silagequalitäten.

Wie die Ergebnisse der *Tabelle 3* zeigen, weisen Heuproben mit rd. 32 % den höchsten Anteil an schlechten Qualitäten auf, wobei die Qualitätsmängel ausschließlich auf überhöhte Schimmelpilzkeimgehalte mit Lagerpilzen zurückzuführen sind und Lagerschäden charakterisieren.

Grassilageproben weisen mit einem Anteil von knapp 83 % an guten Qualitäten ein überraschend zufriedenstellendes Ergebnis auf.

Von den Maissilageproben sind rd. 26 % von schlechter Qualität, wobei die Qualitätsmängel fast ausschließlich auf stark überhöhte Hefekeimgehalte zurückzuführen sind.

*Tabelle 4* zeigt die Anzahl bzw. Anteile an Heu-, Grassilage- und Maissilageproben mit Schimmelpilz- und Hefekeimgehalten von weniger als 1.000 KBE/g Futter, die als Spitzenqualitäten zu bewerten sind. Auch diese Ergebnisse bestätigen im Vergleich zu den Heu- und Maissilageproben die relativ gute Futterhygiene der Grassilageproben.

### Zweitkolben bei Silomais, ein Risiko für die Futterhygiene?

Von der Pflanzenbauabteilung der LK Niederösterreich (SCHALLY, 2009) wurden Untersuchungen angestellt, inwieweit Zweitkolben bei Silomais auf die Futterhygiene einen Einfluss haben.

**Tabelle 4: Untersuchungsergebnisse von Grundfuttermitteln, Spitzenqualitäten des Jahres 2008** (FML Rosenau der NÖ LLK)

Futterart	Futterproben mit weniger als $1 \times 10^3$ KBE/g Futter an Schimmelpilzen und Hefen	
	absolut	relativ in %
Heu	8	11,1
Grassilagen	28	60,9
Maissilagen	3	15,8

Zu diesem Zweck wurden im FML Rosenau mehrere Proben von Haupt- und Zweitkolben, die auf dem Versuchstandort Aichau von zwei Sorten entnommen wurden, auf futterhygienische Parameter untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können wie folgt zusammengefasst werden:

**Tabelle 5: Futterhygiene von Haupt- und Zweitkolben bei Silomais** (SCHALLY, 2009)

	Hauptkolben	Zweitkolben
Deoxynivalenol bzw. Vomitoxin ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	nicht nachweisbar	1.442
Zearalenon ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	7	162
Schimmelpilze (KBE/gFM)	160.000	400.000
Hefen (KBE/gFM)	300.000	1.000.000
Trockensubstanz %	45,7	25,8
Rohprotein (g/kg TM)	65	63
Verdaulichkeit %	81	72
NEL/kg TM	7,5	5,8

Während bei Hauptkolben das fusarienspezifische Mykotoxin Deoxynivalenol nicht nachgewiesen werden konnte, wiesen Zweitkolben eine Mykotoxinkonzentration von 1.442  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FM auf (EU-Richtwert für Schweine: 900  $\mu$  DON/kg Alleinfutter mit 88 % TM).

Auch die mikrobiologischen Untersuchungsergebnisse zeigten bei den Zweitkolben wesentlich höhere Keimzahlbelastungen an Schimmelpilzen und Hefen als bei den Hauptkolben.

SCHALLY (2009) führt dies auf die günstige Wasser- und Stickstoffversorgung des vorjährigen Sommers zurück, wo einzelne Maissorten verstärkt Zweitkolben (Nebenkolben) ausbildeten, die gegenüber Hauptkolben stressanfälliger sind und als Folge stärker verpilzten.

### 3. Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die Erhebung des Hygienestatus wurden die Untersuchungsergebnisse von insgesamt 137 Grundfutterproben (72 Heu-, 46 Grassilage- und 19 Maissilageproben) des Jahres 2008 erfasst.

Für die Bewertung des Hygienestatus wurden Richtwerte des FML Rosenau unterstellt, die auch als Befundungsgrundlage zur Anwendung kommen.

Die Ergebnisse zeigen ein differenziertes Bild. Grassilagen weisen bezüglich der untersuchten Parameter eine deutlich bessere Futterhygiene auf als Heu und Maissilagen.

Dies kommt unter anderem auch dadurch zum Ausdruck, dass rund 61 % der untersuchten Grassilageproben weniger als 1000 KBE Pilzkeime je g Futter aufweisen und mit diesem Ergebnis als Spitzensilagen einzustufen sind.

Bei den Heuproben liegen hingegen nur 11 % im Spitzensegment. Rund 32 % der untersuchten Heuproben müssen aus futterhygienischer Sicht schlecht beurteilt werden. Die schlechte Futterhygiene wird auch durch die Mikroskopie dieser Heuproben bestätigt.

Die Ergebnisse zeigen bei den futterhygienisch schlecht eingestuften Heuproben mit überhöhten Schimmelpilzkeimgehalten auch deutlich die vorherrschende Lagerpilzflora

mit *Aspergillus glaucus* und Arten von *Penicillium*, die eindeutig auf Lagerschäden rückschließen lässt.

In Grassilagen, die futterhygienisch schlecht eingestuft wurden, dominiert der Schimmelpilz „*Penicillium roqueforti*“, der bei überhöhten Gehalten auf Lufteinschlüsse bzw. Verdichtungsprobleme rückschließen lässt.

Der mit rötlichen Knollen in Erscheinung tretende Schimmelpilz „*Monascus ruber*“, der auch in gut verdichteten Silagen vorkommt und offensichtlich auch mit wenig Sauerstoffentwicklungsfähig ist, konnte in Grassilagen nur mit geringen Anteilen nachgewiesen werden. Dieser Pilz wird vorwiegend in Maiskorn- und CCM-Silagen beobachtet. Beide silagespezifischen Pilzarten sind lt. Literatur zur Bildung von Mykotoxinen befähigt. Silageteile mit sichtbarem Schimmelpilzbefall sollten daher vorsorglich ausgesondert werden.

Die schlechte Futterhygiene einiger Maissilageproben ist ausschließlich auf deutlich überhöhte Hefekeimgehalte zurückzuführen, die fallweise auch Extremwerte ( $10 \times 10^6$  KBE/gFM) annehmen. In diesem Zusammenhang sollte der rechtzeitig durchgeführten Silomaisernte und möglichst raschen Silierung mehr Beachtung geschenkt werden.

Wie vorläufige Ergebnisse zeigen, können bei Silomais auch Zweitkolben ein futterhygienisches Problem bewirken. Für endgültige Aussagen (zB bezüglich des Sorteneinflusses) müssen jedoch noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

## Literatur

- GROSS, F. und RIEBE, K., 1974: Gärfutter. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 113 – 115, 127 – 129, 169 – 171
- LENGERKEN, J., 2004: Qualität und Qualitätskontrolle bei Futtermitteln. Deutscher Fachverlag, 135 – 146
- GEDEK, B., 1980: Kompendium der medizinischen Mykologie. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg, 44 – 49, 51, 61 – 63, 95 – 98, 99 – 108
- ULBRICH, M., HOFFMANN, M. u. DROCHNER, W., 2004: Fütterung und Tiergesundheit. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 151 – 152, 259 – 263
- ALVA (Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen) – FG Mikrobiologie u. Molekularbiologie, 2006: Mykotoxine entlang der Nahrungskette. Tagungsbroschüre, 23, 85 - 88
- SCHALLY, H., 2009: Die Landwirtschaft. Monatl. Zeitschrift der NÖ Landes-Landwirtschaftskammer, Nr. 1, 8-9
- WIEDNER, G., 1996: Ursachen, Auswirkungen und Maßnahmen zur Verminderung von Futtermittelpilzungen. ÖAG INFO 4/96
- WIEDNER, G., 2008: Futterhygiene bei Grund- und Kraftfuttermitteln, Erfahrungen aus der Praxis. Fortbildung für Tierärzte, LFZ Raumberg-Gumpenstein Juni 2008, Tagungsbroschüre, 39 - 43
- FUTTERMITTELGESETZ 1999 konsolidierte Fassung: 1. Teil: Allgemeine Bestimmungen, § 3 u. 4 Allgemeine Anforderungen
- FUTTERMITTELVERORDNUNG 2000 konsolidierte Fassung: 1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen, § 2 Allgemeine Anforderungen
- VERORDNUNG (EG) Nr. 1831/2003: Futtermittelhygieneverordnung

## Grundfutteranalysen - USA versus Österreich

Michael Pichler<sup>1\*</sup>

Grundfutteranalysen werden weltweit nicht nach dem selben Schema durchgeführt. Es fließen regionale Standortunterschiede und Produktionsweisen in jedes Analysesystem ein. Besonders bei der Energiebewertung und den Gerüstsubstanzen ist eine Kalibrierung erforderlich, die eine Kenntnis der Standortbedingungen des Produktionsgebietes voraussetzt.

In einem Projekt vergleicht das österreichische Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein die Weenderanalyse im Labor der niederösterreichischen Landwirtschaftskammer in Rosenau und die in den USA übliche Analyse „WetChemistry“ im Labor DairyOne. Ebenso wurden die Gerüstsubstanzen nach Van Soest (NDF, ADF, ADL), die Verdaulichkeit der organischen Substanz und Mineralstoffe verglichen.

### Ergebnisse weisen große Unterschiede auf

Die Unterschiede zwischen den US-Analysen und den österreichischen Werten ergeben sich meist aufgrund unterschiedlicher Analysemethoden und Schätzgleichungen (RESCH, 2008). Manche Analysen erscheinen sogar als sehr fragwürdig. Beispielsweise liegen die Werte für Rohfett der US-Analysen unnatürlich höher. Ebenso gibt es deutliche Unterschiede in der Rohasche, was nicht möglich sein dürfte, da die Proben bei genormten Bedingungen verascht werden. Unterschiede können sich dabei ergeben, wenn die Veraschungstemperatur und die Gewichtserfassung nicht exakt sind. Besonders die Unterschiede bei Energie und Eiweiß lassen falsche Schlüsse für die Rationsplanung zu.



**Die Schätzung der Grundfutteraufnahme ist für die Rationsplanung ein wichtiger Aspekt**



**Eine exakte und repräsentative Probenziehung ist entscheidend für die Analyse und Aussagekraft von Grundfutterproben**



**Grundfutterproben müssen ordnungsgemäß verpackt und gekennzeichnet werden**

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Salzburg, Fachabteilungen Tierproduktion, Milchwirtschaft, Schwarzstraße 19, A-5024 Salzburg

\* Ansprechpartner: DI Michael Pichler, email: [michael.pichler@lk-salzburg.at](mailto:michael.pichler@lk-salzburg.at)



### Die Ausgangsbedingungen zur Futtermittelanalytik in den USA lassen sich nicht exakt mit österreichischen Verhältnissen vergleichen

Die Unterschiede bei der Energie können so groß sein, dass sie einer Schwankung in der Grundfutter-Aufnahme von 3 kg Heu entsprechen. Damit wird eine Rationsberechnung so ungenau, dass sie dem „Kaffeesudlesen“ schon sehr nahe kommt. Bei einer Herde mit 10 Kü-

hen und einem durchschnittlichem Tagesgemelk von 25 kg Milch (entspricht einem Herdendurchschnitt von 7.625 kg) würde man eine Ration für 20 kg Milch kalkulieren und damit den Kraftfuttereinsatz um 2,5 kg zu gering halten. Damit entgehen dem Bauern bei einem Milchpreis

	Vergleichbarkeit	Unterschiede	Relevanz
Trockenmasse T (g/kg FM)	relativ gut	US-Werte liegen z.T. 20-40 g tiefer	geschätzte Trockenmassenaufnahme stimmt weniger mit der Realität überein
Rohprotein XP (g/kg T)	mäßig	US-Werte liegen generell 20 g höher	Eiweißunterversorgung in der Rationsplanung möglich
nutzbares Rohprotein nXP (g/kg T)	nicht vergleichbar	US-Werte im niedrigen Bereich gleich, im mittleren und höheren Bereich höher	
ADF (g/kg T)	mäßig	US-Werte überschätzen deutlich im niedrigen und unterschätzen im oberen Bereich	Optimierung der Ration ist schlecht möglich, da die Gerüstsubstanzen ADF, NDF, ADL sich auf Basis der Luzerne ermittelt werden und nicht auf österreichische Verhältnisse kalibriert werden.
NDF (g/kg T)	mäßig	gering	
ADL (g/kg T)	gering	US-Werte überschätzen mäßig im niedrigen und unterschätzen deutlich im oberen Bereich	
Rohfett XL (g/kg T)	gering	US-Werte deutlich höher	fragwürdige US-Analysemethode
Rohasche XA (g/kg T)	gering	US-Werte überschätzen im niedrigen und unterschätzen im oberen Bereich	fragwürdige US-Analysemethode (Differenzen dürfen nicht vorkommen!!!)
Verdaulichkeit der organischen Substanz dOM (g/kg T)	gering	US-Werte geringer	Luzerne ist meist schlechter verdaulich als österreichisches Grünlandfutter
Energie NEL (MJ/kg T)	gering	US-Werte im unteren Bereich gleich, im mittleren Bereich +0,2 MJ im oberen Bereich +0,4 MJ	Energieunterversorgung in der Rationsplanung möglich
Kalzium Ca (g/kg T)	gut	US-Werte im oberen Bereich etwas höher	keine
Phosphor P (g/kg T)	gut	US-Werte im oberen Bereich etwas höher	keine
Magnesium Mg (g/kg T)	gut	US-Werte im unteren Bereich etwas höher, im oberen Bereich etwas tiefer	keine
Kalium K (g/kg T)	gut	US-Werte im unteren Bereich etwas höher, im oberen Bereich etwas tiefer	keine
Natrium Na (g/kg T)	gut	US-Werte minimal geringer	keine

von 0,39 € und einem Kraftfutterpreis von 0,3 € pro Jahr insgesamt 3.660 € und bei einem Kraftfutterpreis von 0,5 € insgesamt 2.135 €.

Aufgrund der Überschätzung von Energie und Eiweiß durch die US-Analysen, wird eine wesentlich bessere Grundfutterqualität ausgewiesen, als tatsächlich vorhanden. Der Landwirt glaubt keinen Handlungsbedarf bei der Grundfutterwerbung zu haben. In Wirklichkeit sinkt die Grundfutterleistung und die Milchleistung insgesamt ist geringer. Es wird durch die überschätzten Analysewerte mehr Kraftfutter eingesetzt, um die gleiche Milchleistung auch tatsächlich zu erreichen und übersieht, dass die Grundfutterqualität gesteigert werden muss. Damit könnten im oben genannten Beispiel 7.625 kg Kraftfutter eingespart werden. Wenn der Bauer durch eine verbesserte Grundfutterqualität den Herdendurchschnitt von 6.100 auf 7.625 kg steigern würde, steigt der Mehrerlös um 5.948 €.

### Manche Tierärzte und Privatberater bevorzugen US-Analysen

Viele Tierärzte, welche Futteranalysen durchführen lassen, schicken sie in die USA. Jedoch ist bekannt, dass dort die Analysen nicht nass-chemisch sondern nur mittels NIRS durchgeführt werden, welche wesentlich rascher aber dafür auch deutlich ungenauer und daher bei den Gerüstsubstan-

zen weniger zuverlässig sind. Ebenso werden Kalibrierungen vornehmlich auf Basis der Luzerne durchgeführt. Heu und Grassilagen von Dauergrünland mit wesentlich höherer Artenvielfalt, wie sie in Österreich vorhanden sind, sind weder in den USA noch in den nord- und westeuropäischen Graslandschaften üblich.

### Landwirtschaftskammer empfiehlt Rosenau

Das Futtermittellabor in Rosenau arbeitet nach der wesentlich zuverlässigeren nass-chemischen Methode und ist für hohe Genauigkeit bekannt. Ebenso kann dieses Labor die Kalibrierungen auf ein in Österreich übliches, artenreicheres Dauergrünland wesentlich exakter durchführen. Mittlerweile können die Analysen durchschnittlich in etwa 10 Tagen durchgeführt werden. Aufgrund kürzerer Transportwege ist das Labor zeitmäßig konkurrenzfähig und weist auch eine bessere Ökobilanz auf.

Trotzdem gilt: Das beste Labor kann nicht eine schlechte Probenziehung wettmachen!

### Literatur

RESCH, R. (2008): Auswertung Silageanalysen Rosenau-USA. Vervielfältigte Unterlage für die Fütterungsreferenten der österreichischen Landwirtschaftskammern, LFZ Raumberg-Gumpenstein.

## Harz- und Hopfensäuren als alternative, biologische Konservierungsstoffe

Florian Emerstorfer<sup>1\*</sup>, Walter Hein<sup>1</sup>, Reinhard Resch<sup>2</sup>, Wolfgang Kneifel<sup>3</sup> und Erich M. Pötsch<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

Die in der Zuckerindustrie seit Jahren erfolgreich eingesetzten natürlichen Wirkstoffe Hopfen- $\beta$ -Säuren und Harzsäuren wurden in Laborsilagen mit Gras und Rübenpressschnitzeln getestet. Dabei wurde die Frage untersucht inwieweit die Möglichkeit besteht, eine Vermehrung von Clostridien unter Laborbedingungen zu unterdrücken. Die Kontamination des Ausgangsmaterials in den Stresstests erfolgte dabei über den Zusatz von Erde. Das Ausmaß des Clostridienwachstums wurde über die Parameter pH-Wert und Gärsäuren über den Silierverlauf von 90 Tagen beurteilt, wobei das Abschneiden der Wirkstoffe mit Ameisensäure und einem biologischen Silagestarter (Bonsilage forte) verglichen wurde.

In den Grassilagen zeigte sich dabei, dass eine Unterdrückung im getesteten Konzentrationsbereich im Vergleich zum Silagestarter und Ameisensäure weniger gut gelingt und die optimalen Einsatzkonzentrationen noch nicht gefunden werden konnten. In den Rübenpressschnitzelsilagen andererseits konnte ein eindeutiger Verbesserungseffekt über den Zusatz der Wirkstoffe gegenüber der Anwendung des Silagestarters erzielt werden. Die gemeinsame Anwendung der Wirkstoffe mit der Silagestarterkultur führte zu einer deutlichen Reduktion von Buttersäure in den Stresstests und zu einer Verbesserung des Gärsäurenmusters nach 90 Tagen Silierdauer. Schließlich wurde die Idee zur Kombination hopfenresistenter Milchsäurebakterien und Hopfen- $\beta$ -Säuren getestet und als erfolgreichste Variante identifiziert.

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen das Potential für natürliche Biostabilisatoren wie Hopfen- $\beta$ -Säuren die Entwicklung von Clostridien zu unterdrücken und zeigen darüber hinaus Möglichkeiten zur Kombination der Wirkstoffe mit Milchsäurebakterien auf. Für die erfolgreiche Unterdrückung von Clostridienfehlgärungen in Silagen könnte somit mit Hopfen- $\beta$ -Säuren ein neuer natürlicher und gesundheitlich unbedenklicher Wirkstoff gefunden worden sein.

### Abstract

Natural antibacterials based on hop beta acids and rosin acids have been successfully applied in the sugar industry to combat microorganisms for years. In this study the substances were tested in silages with grass and pressed sugar beet pulp to reveal their potential in suppressing clostridia growth. The clostridia contamination in the challenge tests was done by admixing soil to fresh material. The impact on clostridia growth during silage fermentation in laboratory silos was assessed by determination of pH - value and organic acids composition over 90 days. For comparison, silage additives such as formic acid and a biological silage starter (Bonsilage forte), were included in the trials.

In grass silages results indicate that natural antibacterials were less effective than formic acid and the silage starter. In pressed sugar beet pulp natural antibacterials showed significantly better results than the silage starter culture. A combined application of natural antibacterials and the silage starter lead to further improvements with respect to organic acids composition and butyric acid content. Eventually, the idea to use a combination of hop-resistant lactic acid bacteria and hop beta acids was tested and revealed best results.

The outcome of this study indicates that natural antibacterials, such as hop beta, acids can suppress clostridia growth in silages and demonstrates some possibilities for the combined use of natural antibacterials and lactic acid bacteria. Consequently, these naturally derived plant ingredients may provide a new silage additive for successful suppression of clostridia in silage fermentation.

<sup>1</sup> Zuckerforschung Tulln GmbH, Josef-Reither-Strasse 21-23, A-3430 Tulln

<sup>2</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Referat für Futterkonservierung und Futterbewertung; Abteilung für Grünlandmanagement und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning

<sup>3</sup> Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und Lebensmitteltechnologie, Muthgasse 18, A-1190 Wien

\* Ansprechpartner: DI Florian Emerstorfer, email: [florian.emerstorfer@zuckerforschung.at](mailto:florian.emerstorfer@zuckerforschung.at)



## 1. Einleitung

Seit Beginn der 1990er Jahre werden in Österreich alternative Produkte zur Bekämpfung von Mikroorganismen in der Zuckerproduktion eingesetzt. Davor verzichtete man aus Imagegründen freiwillig auf den im Extraktionsbereich üblichen Einsatz von Formalin. In den Zuckerfabriken musste man nun allerdings mit einer verstärkt auftretenden Aktivität von Mikroorganismen, und damit verbunden, höheren Konzentrationen an mikrobiologischen Stoffwechselprodukten (in erster Linie Milchsäure) in den verarbeiteten Säften fertig werden. Dies führte interessanterweise zu einer Verbesserung der Abpressbarkeit der extrahierten Schnitzel sowie letztendlich zu einer Energieeinsparung bei der Trocknung der Extraktionsrückstände, brachte aber im Prozess neben Zuckerverlusten verschiedene Probleme mit sich (HOLLAUS und POLLACH, 1986; POLLACH und HOLLAUS, 1988). Fortgesetzte Studien zur Verbesserung der Schnitzelabpressbarkeit bildeten nun die Grundlage für entscheidende Beobachtungen: Man erkannte, dass die bakterizide Wirkung von Inhaltsstoffen des Hopfens auch zur Bekämpfung mikrobiologischer Aktivität bei der Zuckergewinnung genutzt werden kann (POLLACH et al., 1996; HEIN und POLLACH, 1997). In der Brauereiindustrie seit Jahrhunderten eingesetzt, boten diese antimikrobiellen Substanzen entscheidende Vorteile gegenüber Formalin, da sie als ungefährlich für Mensch und Tier angesehen werden. In weiterer Folge wurden auch Harzsäuren und Fettsäuren (Myristinsäure) erfolgreich eingesetzt. Erstere spielen bei der Herstellung von Retsina, dem typischen geharzten griechischen Wein, eine ähnliche Rolle wie Hopfensäuren bei der Herstellung von Bier. Fettsäuren wiederum sind natürliche Bestandteile von pflanzlichen Ölen und Milchprodukten. Die vorteilhaften Eigenschaften der Wirkstoffe wurden für verschiedene Anwendungsbereichen genauer untersucht. (NARZIß, 1986; BROCKMANN et al., 1987; JOHNSON et al., 1973; HORNSEY, 2007; BEUCHAT und GOLDEN, 1989; SÖDERBERG, 1990).

Ein entscheidender Schritt zur Vermarktung dieser alternativen Produkte lag dann vor allem in der Zusammenarbeit mit einer auf dem Hopfensektor tätigen Partnerfirma. Gemeinsam mit diesem Partnerunternehmen wurden die Anwendungsmöglichkeiten der Wirkstoffe verfeinert und das „Konzept der natürlichen Biostabilisatoren für die Zuckerindustrie“ entwickelt (POLLACH, 1995; POLLACH und HEIN, 2001; POLLACH et al., 2002, 2004; HEIN et al., 2006).

Über die Jahre des erfolgreichen Einsatzes der Wirkstoffe blieben die Anwendungsgebiete allerdings nicht alleine auf die Bekämpfung von thermophilen Mikroorganismen im Extraktionsbereich beschränkt. Vielmehr konnten auch in verschiedenen anderen Abschnitten der Zuckerherstellung, wie z.B. in Enthärtungsanlagen, bei der Dicksaftlagerung sowie Rübenlagerung erfolgreich Mikroorganismen bekämpft werden. Zudem gelang es wiederholt Clostridieninfektionen mit Hilfe von Hopfen- $\beta$ -Säuren wirkungsvoll zurückzudrängen und in eine erwünschte Milchsäuregärung umzuwandeln (EMERSTORFER, 2005; HEIN et al., 2002; HEIN et al., 2006).

In Verbleibstudien mit den bitter schmeckenden Hopfensäuren wurde wiederum nachgewiesen, dass kaum Reste

im Weißzucker feststellbar sind, ein großer Anteil der in der Extraktion eingesetzten Produkte aber während der Extraktion in die Pressschnitzel gelangt (HEIN et al., 2006). Man gab sich hier einstweilen damit zufrieden, dass negative Rückmeldungen vonseiten der Bauern, die die Pressschnitzel entweder frisch oder nach Silierung als Tierfutter verwenden, ausblieben. Allerdings wurden bereits im Jahr 1999 von Pollach Vermutungen über mögliche positive Effekte in den Extraktionsrückständen durch Unterdrückung bestimmter unerwünschter Mikroorganismengruppen angestellt (POLLACH et al. 1999; POLLACH, 2002; GUDMUNDSON, 1998).

Im Bestreben die Einsatzgebiete für die Wirkstoffe auf Bereiche auch außerhalb der Zuckerindustrie zu erweitern wurden diese Überlegungen nun wieder aufgegriffen. Aus der intensiven wissenschaftlichen Beschäftigung mit den „natürlichen Biostabilisatoren“ war bekannt, dass grampositive Bakterien – aufgrund ihrer Zellwandstruktur – bereits mit geringen Einsatzkonzentrationen der Wirkstoffe bekämpft werden können, wohingegen gramnegative Bakterien, Hefen und Schimmelpilze eher unempfindlich sind. Insbesondere die mehrfach beobachtete Effektivität von Hopfen- $\beta$ -Säuren gegen Clostridien erschien viel versprechend. Aus diesem Grund wurde das Hauptaugenmerk auf Bereiche gerichtet in denen gram-positive Schadkeime wie Clostridien eine übergeordnete Rolle spielen und deren wirtschaftliche Bedeutung als beträchtlich angesehen werden kann. Dabei konnte mit der Herstellung von Silagen zur Tierfütterung ein interessanter Bereich identifiziert werden (WILKINSON und TOIVONEN, 2003; DLG, 2006;)

In einem ersten Schritt wurden nun im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Daten zur minimalen Hemmkonzentration von Leitkeimen aus dem Silagebereich in 3 mikrobiologischen Testverfahren gegen natürliche Biostabilisatoren (Hopfen- $\beta$ -Säuren, Harzsäuren und Myristinsäure) gesammelt (SZALAY, 2007). Die erzielten Testergebnisse bestätigten erneut die hervorragende Wirksamkeit von Hopfen- $\beta$ -Säuren und Harzsäuren gegen Clostridien. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden nun Untersuchungen gestartet um die Hemmwirkung natürlicher Biostabilisatoren gegen Clostridien in Silagen zu testen um das Potential der Wirkstoffe für diesen Bereich ausloten zu können.

In Vorarbeiten 2007 und 2008 wurden Rübenpressschnitzel aus der Zuckerfabrik Tulln im Labormaßstab siliert und nach 0, 7, 14, 30, 60 und 90 Tagen Silierdauer untersucht. Zur Charakterisierung der Silagen wurden Trockensubstanzwerte, pH-Werte und Gärsäurespektren ermittelt.

Das Hauptaugenmerk wurde in diesen Vorversuchen auf Möglichkeiten zur Clostridienkontamination (Erde, Clostridien sporenzusatz) und die Erzielung von Fehlgärungen in unterschiedlichen Belastungsstufen (Erd- bzw. Sporenzusatz, Pufferung mittels Natriumcarbonat, Erhöhung des Feuchtigkeitsgehalts, usw.) gelegt. In den Vorversuchen wurden auch erste Erkenntnisse zur Stoffeintrbringung und zu wirksamen Konzentrationen von Hopfen- $\beta$ -Säuren und Harzsäuren gesammelt und der Hemmeffekt der Wirkstoffe im Vergleich zu clostridienhemmenden Silierhilfsmitteln (Ameisensäure, biologische Starterkulturen, Nitrit/Hexamethylentetramin) untersucht.

Darüber hinaus wurden Kombinationsmöglichkeiten von Biostabilisatoren mit biologischen Starterkulturen (MSB) getestet sowie erste Tests zur Kombination hopfenresistenter Milchsäurebakterien mit Hopfen- $\beta$ -Säuren durchgeführt.

In den Ergebnissen zeigten sich in erdkontaminierten Pressschnitzelsilagen regelmäßig hohe Buttersäurewerte, wohingegen der Zusatz von Clostridien sporen nicht die erhoffte Fehlgärung hervorzurufen vermochte. In den erdkontaminierten Silagen konnten über den Zusatz von Hopfen- $\beta$ -Säuren sowie Mischungen von Hopfen- $\beta$ -Säuren mit Harzsäuren in der Größenordnung von 50 bis 100 ppm Buttersäurewerte gering gehalten werden. Die Wirkstoffe schnitten dabei ähnlich gut ab wie clostridienhemmende biologische Silagestarter. Auch Kombinationen von Hopfen- $\beta$ -Säuren mit biologischen Silagestartern zeigten im Vergleich zu Varianten mit alleiniger Anwendung von Starterkulturen niedrigere Buttersäurewerte und somit offenbar bessere Hemmeffekte auf Clostridien, insbesondere traf dies auf Kombinationen von Hopfen- $\beta$ -Säuren mit hopfenresistenten Milchsäurebakterien zu.

Ebenso wurde im Sommer 2007 ein erster Vorversuch mit Gras in Zusammenarbeit mit dem LFZ Raumberg-Gumpenstein analog zu den Pressschnitzelvorversuchen durchgeführt. Hier wurde die Kontamination des Materials allerdings nicht über Erdzusatz, sondern über eine Clostridien sporensuspension, angereichert aus buttersäurehaltigen Pressschnitzelsilagen, vorgenommen. In der Auswertung der Gär säuren konnte aber trotz Zusatz von Clostridien sporen in keiner der untersuchten Varianten eine Buttersäurefehlgärung gefunden werden.

Die Erkenntnisse aus den oben beschriebenen Vorversuchen mit Pressschnitzel- und Grassilagen bildeten die Grundlage für die Planung der Hauptversuche.

## 2. Material und Methoden

### *Silierhilfsmittel und Biostabilisatorlösungen*

- BetaStab 10A: Hopfen- $\beta$ -Säuren in wässriger alkalischer Lösung, Wirkstoffkonzentration 10 % (w/w), BetaTec GmbH, Nürnberg;
- PileStab 20A: Harzsäuren in wässriger alkalischer Lösung, Wirkstoffkonzentration 16 % (w/w), Zuckerforschung Tulln GmbH, Tulln;
- Bonsilage forte: Mischung homo- und heterofermentativer Milchsäurebakterien, H. Wilhelm Schauman GmbH & Co KG, Brunn am Gebirge.
- Ameisensäure 85 %
- Hopfenresistente Milchsäurebakterien:  
Stamm 1464: *Lactobacillus brevis* TMW 1.316 (Heterofermenter);  
Stamm 1466: *Pediococcus damnosus* TMW 2.61 (Homofermenter)  
zur Verfügung gestellt von Prof. Rudi Vogel, Universität zu Weihenstephan, München; Vorzucht in MRS-Medium, Verwendung von 24-h alten Kulturen, Einbringung von rund  $10^5$  KBE (*Lactobacillen* + *Pediococcen*) pro g FM;

### *Stresstests in Grassilagen mit Clostridien*

Im Frühjahr und Sommer 2008 wurden in Zusammenarbeit mit dem LFZ Raumberg-Gumpenstein Versuche mit Gras durchgeführt. Für die die Kontamination des Materials mit Clostridien wurde auf den Zusatz von Erde (6,25 g pro kg Frischmasse) zurückgegriffen. Zielsetzung im Ablauf war jeweils eine relativ kurze Anwelkzeit nach dem Grasschnitt, um die Chancen für eine Clostridienfehlgärung zu erhöhen, darüber hinaus wurde die Füllmenge pro Glas auf 500 g beschränkt um keine zu starke Verdichtung zu erhalten. Die Versuchsdurchführung selbst erfolgte in einer Mischmaschine. Die benötigte Menge an vorzerkleinertem Gras wurde eingewogen und in die Mischmaschine gefüllt. Anschließend erfolgte unter ständigem Mischen das Einbringen von Erde (6,25 g pro kg Frischmasse) und der jeweiligen Zusätze. Die Silierhilfsmittel wurden nach Herstellerangabe vorbereitet und mit Hilfe von Sprühfläschchen eingesprüht, wobei pro kg Frischmasse 15 g der jeweiligen Lösung (Silierhilfsmittel, Biostabilisatoren) eingebracht wurden. Nach einer Gesamtmischdauer von 15 min wurde das Material ausgekippt und anschließend in die Gläser gestopft. Nach luftdichtem Verschließen der Gläser (Dichtung, Spanning) erfolgte der Transport nach Tulln und die Lagerung in einem Klimaschrank bei 25°C.

Zur Beobachtung des Silierverlaufs wurden je 3 Gläser pro Zusatzvariante nach 2, 7, 14, 30, 60 und 90 Tagen geöffnet. Das Material der Gläser einer jeden Kontrolle bzw. Variante wurde zum jeweiligen Auslagerungszeitpunkt zu einem Mischmuster vereint und für die Untersuchungen verwendet. Für die untersuchten Parameter Trockensubstanz, Gär säurenspektrum (HPLC) und pH-Werte erfolgten Doppelbestimmungen aus den jeweiligen Mischmustern. Das frische Ausgangsmaterial wurde in analoger Weise auf die genannten Parameter hin untersucht. Darüber hinaus erfolgte eine mikrobiologische Charakterisierung an der Zuckerforschung Tulln, Abteilung Mikrobiologie; und der Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie sowie Nährstoffuntersuchungen am Futtermittellabor Rosenau. Die letztgenannten Parameter werden hier aus Platzgründen nicht genauer abgehandelt. Eine Beurteilung der eingesetzten Wirkstoffe und Silierhilfsmittel erfolgt über die erzielten pH-Werte und Gär säurespektren.

### *Stresstests in Rübenpressschnitzelsilagen mit Clostridien*

Für systematische Versuche wurden im November 2008 konventionelle Rübenpressschnitzel aus der Zuckerfabrik Tulln bezogen. Diese Pressschnitzel wurden in der Zuckerforschung Tulln unmittelbar nach Transport verwendet. Ausreichend Erdmaterial zur Kontamination der Pressschnitzel wurde vom Gelände der Zuckerfabrik Tulln gesammelt, im Trockenschrank bei 70°C getrocknet und anschließend gesiebt um feines, rieselfähiges und damit besser einmischbares Material zu erhalten.

Die Versuchsdurchführung selbst erfolgte in einer Mischmaschine. Die benötigte Menge an Pressschnitzeln wurde eingewogen und in die Mischmaschine gefüllt. Anschlie-

ßend erfolgte unter ständigem Mischen das Einbringen von Erde (6,25 g pro kg Frischmasse) und der jeweiligen Zusätze. Die Silierhilfsmittel wurden nach Herstellerangabe vorbereitet und mit Hilfe von Sprühfläschchen eingesprüht, wobei pro kg Frischmasse 15 g der jeweiligen Lösung (Silierhilfsmittel, Biostabilisatoren) eingebracht wurden. Nach einer Gesamtmischdauer von 15 min wurde das Material ausgekippt und anschließend in die Gläser gestopft, wobei 850 g Material pro Glas verwendet wurden. Nach luftdichtem Verschließen der Gläser (Dichtung, Spannring) erfolgte die Verbringung in den Klimaschrank und Bebrütung bei 25°C.

Zur Beobachtung des Silierverlaufs in den Versuchen mit Pressschnitzeln, erfolgten Öffnungen von je 3 Gläsern pro Variante nach 2, 7, 14, 30, 60 und 90 Tagen, wobei zu allen Zeitpunkten Trockensubstanz, Gär säurenspektrum (HPLC) und pH-Werte bestimmt wurden. Darüber hinaus zu Versuchsbeginn und -ende die eben genannten Parameter sowie der Zuckergehalt (Saccharose, Glucose, Fructose) mittels HPLC. Schließlich wurde die verwendete Erde auf ihren Clostridiensporengehalt hin untersucht. Die Ergebnisse der Zuckerbestimmungen und Clostridiensporengehalte werden in dieser Arbeit jedoch nicht genauer abgehandelt. Eine Beurteilung der eingesetzten Wirkstoffe und Silierhilfsmittel erfolgt über die ermittelten pH-Werte und Gär säurespektren.

### *Probenvorbereitung und Analysemethoden:*

Trockenmasse: 24 Stunden bei 105°C im Trockenschrank, zum Abkühlen Verbringung in Exsiccator, anschließend Auswaage.

pH und Gär säurespektrum: Die analytischen Untersuchungen zur Bestimmung des pH-Werts und der Gär säuren wurden in wässrigen Digeraten vorgenommen. Einwaage von 20 g Probenmaterial in einem Mixbecher und Auffüllen mit Deionat auf 200 g. Anschließend Zerkleinerung (3 min) in einem Mixer (Modell AB der Ingenieursfirma Weibull) und abfiltrieren über Faltenfilter. Im Falle von Gras erfolgte, wenn notwendig, eine Vorzerkleinerung mit einer Schere. Ein Teil des Digerats wurde direkt für die pH-Messung herangezogen, der Rest zentrifugiert und zur Analyse mittels HPLC in Vials abgefüllt.

HPLC-Analytik: Die Bestimmung von Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure, Propionsäure, Ameisensäure und Ethanol erfolgte mittels HPLC direkt aus dem zuvor durch Zentrifugation gereinigten Digerat. Bedingungen für die HPLC: Laufmittel 5 mMol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Säule Biorad Aminex® H, Flussrate 0,6 mL/min, Laufzeit 30 min, Temperatur 65 °C, Detektion RI/UV bei 210 nm;

### *Statistische Auswertung der Stresstests in Rübepressschnitzelsilagen mit Clostridien*

Laut Versuchsplan wurden in den Stresstests mit in Rübepressschnitzeln mit Clostridien für jede der Kontrollen sowie für jede der Varianten 3 Gläser pro Öffnungszeitpunkt vorgesehen. Für die beiden Kontrollen „unbehandelte Pressschnitzel“ und „erdkontaminierte Pressschnitzel“

wurden folgend pro Glas 3 Proben gezogen und Digerate hergestellt. Aus den resultierenden 3 Digeraten erfolgte die Bestimmung der pH-Werte, zudem wurden pro Digerat 3 Vials für die HPLC-Analytik abgefüllt. Für die Kontrollen wurden somit pro Glas 3 Trockensubstanzwerte, 3 pH-Werte und 9 HPLC-Werte erhalten.

Für die einzelnen Varianten (Zusätze von Silierhilfsmitteln, Biostabilisatoren, Kombinationen) wurden pro Glas 2 Proben gezogen und Digerate hergestellt. Aus den einzelnen Digeraten erfolgte die Bestimmung der pH-Werte, zudem wurden pro Digerat 2 Vials für die HPLC-Analytik abgefüllt. Für die einzelnen Varianten wurden somit pro Glas 1 Trockensubstanzwert, 2 pH-Werte und 4 HPLC-Werte erhalten.

Die statistische Auswertung der Daten aus den beiden Pressschnitzelversuchen wurde mittels General Linear Model (GLM), Statgraphics 5.0 vorgenommen. Zur Gegenüberstellung der Ergebnisse zum Ende der Silierdauer nach 90 Tagen wurde ein multipler Mittelwertvergleich herangezogen. Als Testverfahren wurde Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $P < 0,01$  gewählt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden soll exemplarisch auf je einen Versuch mit Rübepressschnitzeln und je einen Versuch mit Gras näher eingegangen werden. Aufgrund ihrer Bedeutung in der Qualitätsbeurteilung von Silagen nach DLG (DLG, 2006) werden die Ergebnisse aus der Bestimmung der Gär säuren genauer betrachtet, um Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten darzustellen. Auf eine detaillierte Auswertung von mikrobiologischen Untersuchungen sowie Nährstoffanalysen wird aus Platzgründen und zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet.

### *Ergebnisse aus Stresstests in Grassilagen mit Clostridien*

Der Pflanzenbestand in diesem Versuch setzte sich zusammen aus 56 % Gräsern, 27 % Leguminosen und 23 % Kräutern (Angaben in Gewichtsprozent). Es handelte sich um Material vom 1. Aufwuchs im Ähren-/Rispenstadium. Das Material wurde bei feuchtem Wetter am 14. Mai 2008 um 11:00 geerntet und für den Versuch um 13:30 verwendet. Die erzielte Trockensubstanz im Versuch lag bei etwa 23 % und damit relativ tief. Eine Buttersäurefehlgärung war damit sehr wahrscheinlich.

*Abbildung 1* bietet einen ersten optischen Eindruck für ausgewählte Varianten des Grassilageversuchs über den Silierverlauf.

In *Tabelle 1* sind pH-Werte, Trockensubstanzen und die Gär säurezusammensetzung der Varianten des Grassilageversuchs nach 90 Tagen Silierdauer zusammengefasst. Die Trockensubstanzen zu Versuchsende sind relativ homogen bei etwa 21 bis 22 %. Die Variante mit Ameisensäurezusatz weist den höchsten Trockensubstanzwert auf, was wohl auf die rasche pH-Absenkung durch die organische Säure und damit verringerte Stoffwechselaktivität von im Siliergut enthaltenen Mikroorganismen zurückzuführen ist.

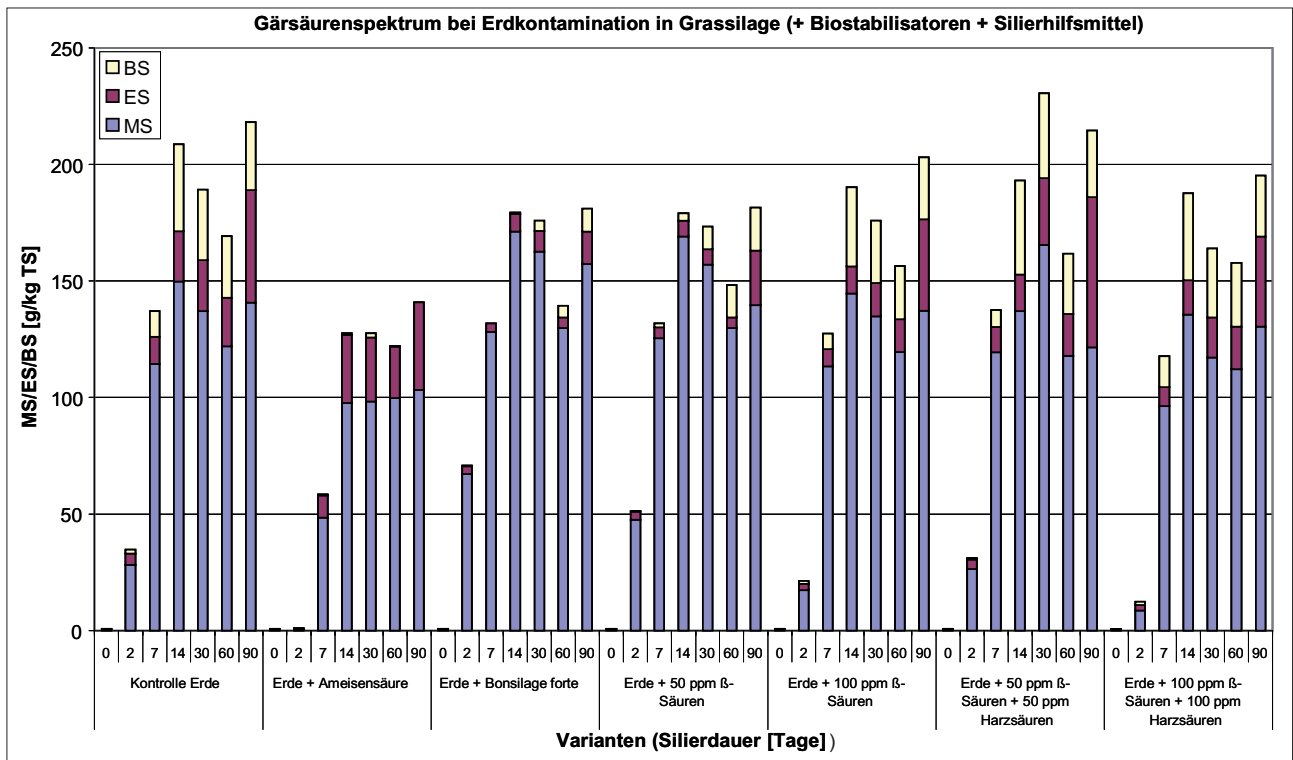


Abbildung 1: Gärsäurenmuster von ausgewählten Varianten im Grassilageversuch; BS = Buttersäure, ES = Essigsäure, MS = Milchsäure

Bei den pH-Werten liegen die Varianten Ameisensäure (Var. 3) und Bonsilage forte (Var. 4) nach 90 Tagen jeweils unter pH 4, allerdings ist nur die Variante mit Ameisenzusatz buttersäurefrei. Die Varianten mit Zusatz an Hopfen-β-Säuren (Var. 5, 6) zeigen in der niedrigeren der beiden Konzentrationen (50 ppm Hopfen-β-Säuren) eine Verbesserung zum erdkontaminierten Gras. Die höhere Konzentration sowie die beiden Varianten in der Kombination aus Hopfen-β-Säuren und Harzsäuren zeigen im Buttersäuregehalt keine entscheidende Verbesserung.

Tabelle 1: Ergebnisse in den Varianten des Grassilageversuchs nach 90 Tagen Silierdauer, Angaben der Gärsäuren in mg/kg TS; MS = Milchsäure, ES = Essigsäure, BS = Buttersäure, EtOH = Ethanol;

Var.	TS	pH	MS	ES	BS	EtOH
1	21,87	4,06	130,38	48,71	27,28	9,41
2	21,22	4,07	140,61	48,37	29,04	9,41
3	23,24	3,99	103,26	37,52	0,00	8,13
4	22,38	3,93	157,21	13,87	9,92	3,45
5	21,19	4,08	139,68	23,28	18,49	7,02
6	20,93	4,05	137,23	39,27	26,52	7,67
7	20,57	4,18	121,44	64,51	28,59	8,03
8	22,01	4,09	130,40	38,71	26,14	7,80

1...Gras unbehandelt; 2...Gras erdkontaminiert; 3...erdkontaminiert + Ameisensäure; 4...erdkontaminiert + Bonsilage forte; 5...erdkontaminiert + 50 ppm Hopfen-β-Säuren; 6...erdkontaminiert + 100 ppm Hopfen-β-Säuren; 7...erdkontaminiert + 50 ppm Hopfen-β-Säuren + 50 ppm Harzsäuren; 8... erdkontaminiert + 100 ppm Hopfen-β-Säuren + 100 ppm Harzsäuren;

### Ergebnisse aus Stresstests in Rübenpressschnitzelsilagen mit Clostridien

Abbildung 2 bietet einen ersten optischen Eindruck für ausgewählte Varianten des Pressschnitzelversuchs über den gesamten Silierverlauf. In dieser Darstellung kann vor allem die zumeist nach 15 Tagen Silierdauer beginnende Dynamik des Milchsäureabbaus zu Buttersäure beobachtet werden. Im Vergleich zum Grassilageversuch wurde im Pressschnitzelversuch weniger Gesamtsäure gebildet.

In Tabelle 2 sind pH-Werte, Trockensubstanzen und die Gärsäurezusammensetzung der Varianten des Pressschnitzelversuchs nach 90 Tagen Silierdauer zusammengefasst. In diesem Versuch sind die ermittelten Trockensubstanzen sehr homogen, ein signifikanter Unterschied ist aber bei der Variante mit Ameisensäurezusatz erkennbar. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die rasche pH-Absenkung eine verringerte Stoffwechselaktivität von im Siliergut enthaltenen Mikroorganismen und damit geringere Trockensubstanzverluste bewirkt.

Im Gegensatz dazu können bei den pH-Werten nach 90 Tagen deutliche Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Diese Unterschiede spiegeln sich auch in der Gärsäurezusammensetzung wider. Im Folgenden soll auf die Buttersäuregehalte als dem wichtigsten Parameter in den Untersuchungen näher eingegangen werden.

Während in unbehandelten Pressschnitzeln (Var. 1) kaum Buttersäure gefunden werden konnte, zeigten sich in erdkontaminierten Pressschnitzeln (Var. 2) nach 90 Tagen Silierdauer sehr hohe Werte. Demnach erfolgte über den

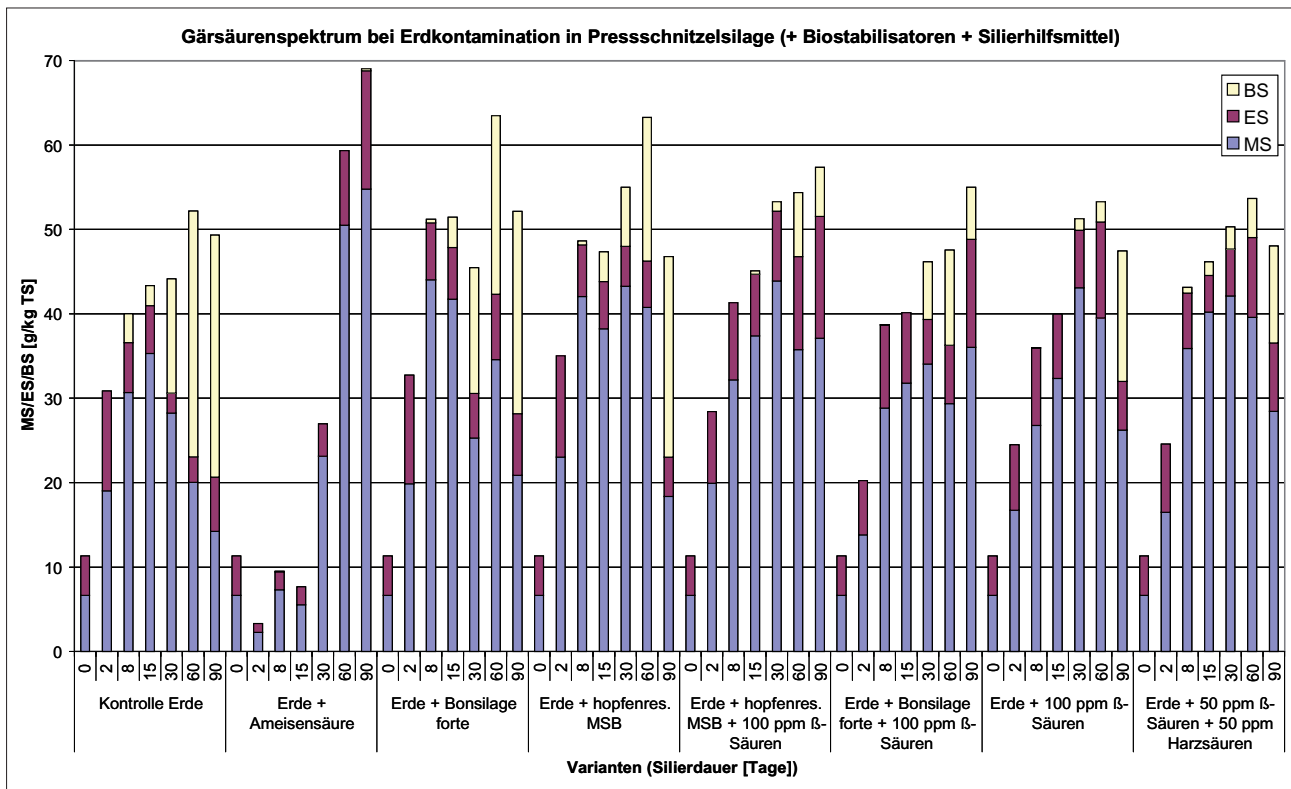


Abbildung 2: Gärsäurenmuster von ausgewählten Varianten im Pressschnitzelversuch; BS = Buttersäure, ES = Essigsäure, MS = Milchsäure

Tabelle 2: Multipler Mittelwertvergleich der Varianten des Pressschnitzelversuchs nach 90 Tagen Silierdauer, Angaben der Gärsäuren in mg/kg TS; Testverfahren: Tukey's HSD Test mit Irrtumswahrscheinlichkeit  $P < 0,01$ ; Var. = Variante, MS = Milchsäure, ES = Essigsäure, BS = Buttersäure, EtOH = Ethanol;

Var.	TS	pH	MS	ES	BS	EtOH
1	27,79 <sup>a</sup>	3,73 <sup>a</sup>	54,82 <sup>f</sup>	16,15 <sup>g</sup>	1,71 <sup>a</sup>	14,81 <sup>d</sup>
2	27,80 <sup>a</sup>	4,28 <sup>ef</sup>	14,22 <sup>a</sup>	6,45 <sup>ab</sup>	28,64 <sup>f</sup>	12,85 <sup>b</sup>
3	28,80 <sup>b</sup>	3,68 <sup>a</sup>	54,76 <sup>f</sup>	14,02 <sup>fg</sup>	0,26 <sup>a</sup>	1,52 <sup>a</sup>
4	27,13 <sup>a</sup>	4,19 <sup>cde</sup>	20,88 <sup>bc</sup>	7,27 <sup>ab</sup>	23,98 <sup>e</sup>	14,90 <sup>d</sup>
5	27,40 <sup>a</sup>	4,23 <sup>def</sup>	18,37 <sup>ab</sup>	4,63 <sup>a</sup>	23,76 <sup>e</sup>	13,80 <sup>c</sup>
6	27,25 <sup>a</sup>	4,01 <sup>b</sup>	36,33 <sup>e</sup>	13,35 <sup>ef</sup>	8,11 <sup>bc</sup>	21,51 <sup>fg</sup>
7	27,38 <sup>a</sup>	4,00 <sup>b</sup>	37,12 <sup>e</sup>	14,42 <sup>fg</sup>	5,82 <sup>b</sup>	25,41 <sup>i</sup>
8	27,28 <sup>a</sup>	4,03 <sup>b</sup>	32,00 <sup>de</sup>	11,27 <sup>de</sup>	9,33 <sup>bc</sup>	22,08 <sup>g</sup>
9	27,10 <sup>a</sup>	4,03 <sup>b</sup>	36,05 <sup>e</sup>	12,79 <sup>def</sup>	6,13 <sup>b</sup>	23,64 <sup>h</sup>
10	27,34 <sup>a</sup>	4,10 <sup>bcd</sup>	31,72 <sup>de</sup>	10,69 <sup>cd</sup>	9,66 <sup>bc</sup>	21,46 <sup>fg</sup>
11	27,58 <sup>a</sup>	4,30 <sup>ef</sup>	26,24 <sup>cd</sup>	5,77 <sup>ab</sup>	15,43 <sup>d</sup>	20,78 <sup>f</sup>
12	27,40 <sup>a</sup>	4,37 <sup>f</sup>	15,48 <sup>ab</sup>	6,13 <sup>ab</sup>	26,32 <sup>ef</sup>	16,86 <sup>e</sup>
13	27,05 <sup>a</sup>	4,15 <sup>bcd</sup>	28,45 <sup>d</sup>	8,11 <sup>bc</sup>	11,46 <sup>cd</sup>	21,62 <sup>fg</sup>

1...unbehandelte Pressschnitzel; 2...erdkontaminierte Pressschnitzel; 3...erdkontaminiert + Ameisensäure; 4...erdkontaminiert + Bonsilage forte; 5...erdkontaminiert + hopfenresistente MSB; 6... erdkontaminiert + hopfenresistente MSB + 50 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren; 7... erdkontaminiert + hopfenresistente MSB + 100 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren; 8...erdkontaminiert + Bonsilage forte + 50 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren; 9...erdkontaminiert + Bonsilage forte + 100 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren; 10...erdkontaminiert + 50 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren; 11...erdkontaminiert + 100 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren; 12...erdkontaminiert + 25 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren + 25 ppm Harzsäuren; 13...erdkontaminiert + 50 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren + 50 ppm Harzsäuren;

Erdzusatz ein massiver Eintrag von Clostridien und eine dementsprechende Buttersäurefehlgärung.

Ameisensäure (Var. 3) andererseits unterdrückt Buttersäurebildung beinahe vollständig. Demgegenüber konnte mit einem biologischer Silagestarter bei empfohlener Einsatzkonzentration (Var. 4, Bonsilage forte) bzw. hopfenresistenten Milchsäurebakterien bei  $10^5$  KBE (Var. 5) kaum ein Effekt erzielt werden. Mit Biostabilisatoren behandelte erdkontaminierte Pressschnitzel, mit Ausnahme von Variante 12 „erdkontaminiert + 25 ppm Hopfen- $\beta$ -Säuren“, zeigen im Gegensatz dazu signifikant geringere Buttersäurewerte.

Die gemeinsame Anwendung von Milchsäurebakterien (Bonsilage forte, hopfenresistente MSB) mit Hopfen- $\beta$ -Säuren (Var. 6, 7, 8, 9) führt zu einer weiteren Verbesserung, insbesondere in der jeweils höheren der beiden getesteten Hopfen- $\beta$ -Säuren Konzentrationen. Die Tatsache, dass hopfenresistente MSB mit Hopfen- $\beta$ -Säuren etwas besser abschneiden als die Kombination aus Bonsilage forte und Hopfen- $\beta$ -Säuren mag neben der an ihnen bestimmten Hopfenresistenz an der Verwendung von stoffwechselaktiven 24-h-Kulturen der hopfenresistenten Keime liegen. Andererseits sind diese aus dem Braubereich stammenden Mikroorganismen kaum an die Bedingungen in Silagen adaptiert. Interessanterweise können auch die in Bonsilage forte enthaltenen Milchsäurebakterien bei höheren Konzentrationen an Hopfen- $\beta$ -Säuren im Siliergut wachsen und auf diese Weise den Abbau von Milchsäure zu Buttersäure verhindern. Ein Ergebnis das aufgrund von eigenen Beobachtungen in Vorversuchen nicht ganz unerwartet ist. Dies

sogar obwohl bewusst darauf geachtet wurde, die Milchsäurebakterien gleichzeitig mit den Wirkstoffen zu applizieren. Insgesamt werden Clostridien in Pressschnitzelsilagen, behandelt mit Kombinationen aus Milchsäurebakterien und Hopfen- $\beta$ -Säuren, wesentlich besser unterdrückt als bei alleiniger Anwendung eines der beiden Präparate.

Vergleicht man nun die Trends aus den Tests mit Gras- und Pressschnitzelsilagen, so treten bei den Pressschnitzelsilagen erwartungsgemäß mit zunehmender Konzentration an Hopfen- $\beta$ -Säuren auch geringere Buttersäuregehalte auf (dies trifft auch auf die kombinierte Anwendung mit Milchsäurebakterien zu). In der Planung der Grassilageversuche wurde auf Erfahrungen zum Einsatz der Wirkstoffe in Vorversuchen in Pressschnitzeln zurückgegriffen. Im Grassilageversuch lieferte dann jedoch überraschenderweise die niedrigste Hopfen- $\beta$ -Säuren Konzentration bessere Ergebnisse. Dies deutet auf eine Überdosierung der Wirkstoffe und eine Beeinträchtigung der Milchsäuregärung hin und zeigt, dass es für die beiden Materialien (Pressschnitzel und Gras) unterschiedliche optimale Wirkstoffkonzentration gibt.

#### 4. Literatur

- BEUCHAT, L.R. and D.A. GOLDEN (1989): Antimicrobials Occurring Naturally in Foods. *Food Technology* 43 (1), 134-142
- BROCKMANN, R., DEMMERING, G., KREUTZER, U., LINDEMANN, M., PLACHENKA, J. and U. STEINBERNER (1987): Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Edition, VCH-Verlag Weinheim, Vol. A10, pp. 245-276
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) (2006): Praxishandbuch Futtermittelkonservierung. 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt (Main), 353 pp.
- EMERSTORFER, F. (2005): Wirksamkeit von natürlichen Biostabilisatoren gegen mesophile schleimbildende Bakterien. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Vienna, 116 pp.
- GUDMUNDSON, C. (1998): Danisco Sugar's experience with hops extracts as alternative for formaldehyde. VDZ Hauptversammlung. Dresden. Bericht Zuckerindustrie 123, 456
- HEIN, W. and G. POLLACH (1997): Neue Erkenntnisse beim Einsatz von Hopfenprodukten in der Zuckerindustrie. *Zuckerindustrie* 122, 940-949
- HEIN, W., POLLACH, G. and G. RÖSNER (2002): Studien zu mikrobiologischen Aktivitäten bei der Dicksaftlagerung. *Zuckerindustrie* 127, 243-257
- HEIN, W., POLLACH, G. and F. EMERSTORFER (2006): 10 years' experience with natural antibacterials within Agrana. *Sugar Industry* 131, 477-491
- HOLLAUS, F. and G. POLLACH (1986): Verbesserung der Schnitzelabpressung durch gesteuerte Infektion. *Zuckerindustrie* 111, 1025-1030
- HORNSEY, I. (2007): The chemistry and biology of winemaking. 1st Edition. RSC-Publishing. Cambridge, 457 pp.
- JOHNSON, H. and A. KRÜGER (1973): Das große Buch vom Wein. Erweiterte Neuauflage. Gräfe und Unzer Verlag, München 403 pp.
- NARZIB, L. (1986): Abriss der Bierbrauerei. 5. ergänzte Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 404 pp.
- POLLACH, G. and F. HOLLAUS (1988): Nutzung Monosaccharidabbauender Infektionen in der Extraktion zwecks Verbesserung der Schnitzelabpressung. *Zuckerindustrie* 113, 132-136
- POLLACH, G. (1995): Verfahren zur Hemmung thermophiler Mikroorganismen in Gegenwart zuckerhaltiger, wässriger Medien. EP 0 681 029 A2, Zuckerforschung Tulln GmbH
- POLLACH, G., HEIN, W. and F. HOLLAUS (1996): Use of hop products as bacteriostaticum in the sugar industry. *Sugar Industry* 121, 919-926
- POLLACH, G., HEIN, W. and G. RÖSNER (1999): Neue Erkenntnisse zur Lösung mikrobieller Probleme in Zuckerfabriken. *Zuckerindustrie* 124, 622-637
- POLLACH, G. and W. HEIN (2001): Verfahren zur Herstellung von Zucker oder zuckerhaltigen Produkten aus zuckerhaltigen pflanzlichen Rohstoffen. PCT Patent Application WO 01/88205 A1, Zuckerforschung Tulln GmbH
- POLLACH, G., HEIN, W. and D. BEDDIE (2002): Application of hop beta acids and rosin acids in the sugar industry. *Sugar Industry* 127, 921-930
- POLLACH, G. (2002): Personal communication, lecture documents as presented at the SPRI-conference in Atlanta (US) in 2002;
- POLLACH, G., HEIN, W. and D. BEDDIE (2004): The concept of different natural antibacterials for the sugar industry. *Sugar Industry* 129, 555-564
- SÖDERBERG, T.A., GREIF, R., HOLM, S., ELMROS and G. HALLMANS (1990): Antibacterial activity of rosin and resin acids in vitro. *Scand. J. Plast. Reconstr. Hand. Surg.* 24, 199-205
- SZALAY, E.-V. (2007): Zur antimikrobiellen Wirkung von Biostabilisatoren pflanzlichen Ursprungs im Hinblick auf Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Lebensmittelkette. Diplomarbeit, Universität Wien, Vienna, 109 pp.
- WILKINSON, J.M. and M.I. TOIVONEN (2003): World silage – a survey of forage conservation around the world. Chalcombe Publications; Lincoln, United Kingdom, 205 pp.

# Grundfutterqualität von unterschiedlichen Grünlandmischungen

Christian Partl<sup>1\*</sup>

## 1. Einleitung

Grundfutterqualität – das unbekannte Wesen? Sicher nicht, wenn es nach den vielen wissenschaftlichen Arbeiten, den verschiedenen Bewertungssystemen von Heu und Silagen, den Schulungen, Fortbildungen und den unzähligen Untersuchungen mit Bestimmung der wertbestimmenden Parameter geht. Bei Betrachtung mancher Heu- oder Silageproben kommen aber Zweifel, ob unter dem Begriff „Futterqualität“ landläufig zumindest Ähnliches verstanden wird. Dem entsprechend sind neben Ertragsverbesserungen gerade im Qualitätsbereich noch Möglichkeiten zur Optimierung der Grundfutterproduktion vorhanden.

Dabei bieten die natürlichen Faktoren wie Boden und Klima den Rahmen, und sehr große Einflussmöglichkeiten liegen in der Bewirtschaftung: Pflege, Düngung, Nutzung und Nutzungszeitpunkt, Schnitthöhe und anderes.

Welche Rolle spielen die unterschiedlichen Grünlandmischungen? Wie groß sind die Auswirkungen verschiedener Rezepturen, Arten und Sorten in Samenmischungen mit ähnlicher Zielsetzung?

Die Besonderheiten der alpin geprägten Grünlandwirtschaft in Österreich mit den unterschiedlichsten Standorten erschweren allgemeingültige Aussagen. Deshalb wurden in einem Forschungsprojekt des BMLFUW unter Federführung des LFZ Raumberg-Gumpenstein und der Mitarbeit verschiedener Bundes- und Landesdienststellen insgesamt 16 verschiedene Dauergrünlandmischungen aus Österreich und anderen europäischen Ländern auf ihre Tauglichkeit im österreichischen Grünland geprüft. Auf acht Versuchstandorten im Alpenraum und im Alpenvorland konnten die Mischungen in drei Hauptertragsjahren und zwei Intensitätsstufen ihre Leistungsfähigkeit zeigen.

Die Feststellung der Futterqualitäten und ihre Entwicklung in den Beobachtungsjahren war neben den Ertragshebungen ein weiterer Hauptbereich des Forschungsprojekts. Der Futterqualität wird wie erwähnt oft immer noch zu wenig Beachtung geschenkt, obwohl das auf den eigenen Flächen produzierte Grundfutter die Basis der tierischen Veredelung über die Wiederkäuer ist. Je höher die Grundfutterqualität, desto geringere Kraftfuttergaben sind für gute Leistungen notwendig. Das Grundfutter darf nicht nur Rohfaserlieferant zum Ausgleich hoher Kraftfuttergaben sein.

Einige Ergebnisse aus den Bereichen Ausdauer, Ertrag, Ertragsverläufe und Futterqualität wurden schon beim letztjährigen Expertenforum vorgestellt. Nach Abschluss

der Arbeiten können nun weitere Auswertungen der Futterqualität unterschiedlicher Grünlandmischungen präsentiert werden.

„Die Qualität von Grünlandfutter ist das Ergebnis verschiedenster Teilparameter und wird von genetischen, physiologischen und umweltbedingten Faktoren einschließlich aller möglichen Wechselwirkungen beeinflusst.“ (OPITZ v. BOBERFELD, 1994).

Grasreiche Grünlandbestände erreichen bei rechtzeitiger Nutzung hohe Energiegehalte und –erträge, sind aber je nach Nutzungszeitpunkt oft rohfasereicher als Bestände mit höheren Anteilen dikotyler Futterpflanzen. Auf Grund der raschen Verholzung der Obergräser ist die Nutzungselastizität besonders beim ersten Aufwuchs gering, die Futterqualität sinkt ziemlich schnell. Die Rohfaserzunahmen können Werte über 5 g/kg TM und Tag erreichen. Leguminosen als Proteinlieferanten erhöhen nicht nur die XP-Gehalte und -erträge im Grundfutter, sie weisen auch eine deutlich höhere Nutzungselastizität auf. Krautreiche Bestände bringen etwas mehr Rohfett und N-freie Extraktstoffe, aber auch höhere Werte bei der Rohasche (BOHNER und SOBOTIK 1999; nach KLAPP, 1971 und ZÜRN, 1951).

Blattreiche Bestände allgemein und die ersten Aufwüchse im Besonderen sind energiereicher (OPITZ v. BOBERFELD 1994), während stängelreiches Futter und die Folgeaufwüchse tendenziell geringere Energiegehalte erbringen.

Nutzung, Standort und Witterung beeinflussen die Qualitätsparameter in unterschiedlicher Ausprägung, und die Streuungen zwischen den Jahren sind z.B. beim Zuckergehalt bei ähnlichen Reifestadien oft überdeutlich (JEANGROS et al. 2001).

## 2. Material und Methoden

Die acht Standorte liegen verteilt über beinahe ganz Österreich in Gebieten mit vorwiegender Grünlandnutzung. Freistadt im Norden, Litzlhof im Süden, Rotholz im Westen und Hafendorf im Osten begrenzen die Ausdehnung des Untersuchungsgebiets, Grabenegg, Gumpenstein, Piber und Winklhof verdichten das Raster.

Vier Standorte mit eher rauen Verhältnissen wurden dreischnittig mit extensiver Düngung (Mist von 1,5 GVE) genutzt, die Versuche in besseren Lagen wurden bei angepasster Düngungsintensität (Mist und Gülle/Jauche von 2,0 GVE) viermal gemäht.

Die untersuchten 16 Grünlandmischungen stammten der Bundesrepublik Deutschland (4), Dänemark (1), Italien

<sup>1</sup> Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung LWSJF Landwirtschaftliches Versuchswesen, Boden- und Pflanzenschutz, Heiliggeiststraße 7-9, A-6020 Innsbruck

\* Ansprechpartner: Dr. Christian Partl, email: [christian.partl@tirol.gv.at](mailto:christian.partl@tirol.gv.at)

(2), den Niederlanden (1), der Schweiz (2), Tschechien (2) und Österreich (4). Das österreichische Dauerwiesensaatgut umfasste zwei ÖAG-Qualitätsmischungen und zwei Mischungen nach den gültigen Rahmenbestimmungen. Vom Saatgut aus der Bundesrepublik Deutschland kamen zwei Mischungen aus Bayern, beide anderen Prüfobjekte waren Standardmischungen. Die Saatstärken richteten sich nach den Empfehlungen der Mischungshersteller und lagen zwischen 24 und 40 kg/ha.

Nach den Ernten wurden von den einzelnen Mischungen repräsentative Stichproben gezogen, die anschließenden Untersuchungen wurden im Futtermittellabor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Analysiert wurden die Erträge des ersten und dritten Hauptnutzungsjahres, im zweiten Jahr wurde aus Kosten- und Kapazitätsgründen auf die umfangreichen Untersuchungen verzichtet.

Die Mineralstoffgehalte von Phosphor, Kalium, Kalzium und Magnesium wurden nasschemisch bestimmt, für die Parameter Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, Rohfett und stickstofffreie Extraktstoffe diente die große Weender-Analyse als Standardmethode.

**Rohprotein (XP):** Der Rohproteingehalt eines Futtermittels wird indirekt über den Stickstoffgehalt festgestellt, indem der analysierte Gesamtstickstoff mit 6,25 multipliziert wird. Dabei wird allerdings auch der Nicht-Protein-Stickstoff (Harnstoff, Nitrat o.ä.) zum Rohprotein gerechnet. Der Rohproteingehalt von Grundfutter schwankt stark, liegt durchschnittlich zwischen 10 und 16 % und erreicht bei besten Qualitäten kleereicher Bestände Werte bis etwa 20 % (ÖAG 2006).

**Rohfaser (XF):** Dazu gehören alle Gerüstsubstanzen der Pflanzen (Zellulose, Hemizellulose, Lignine etc.), die in verdünnter Säure und Lauge nicht löslich sind. Die Rohfaser kann über den mikrobiellen Abbau im Pansen nur von Wiederkäuern genutzt werden. Dadurch entsteht Essigsäure, die

von der Milchkuh für den Aufbau des Milchfettes benötigt wird. Der Rohfasergehalt steigt mit zunehmendem Alter des Futters umso stärker, je mehr raschwüchsige Obergräser im Bestand vorhanden sind. Qualitativ hochwertiges und jung genutztes Grundfutter weist Werte ab 22 % Rohfaser auf, die durchschnittlichen Gehalte können mit 26 bis 32 % angenommen werden (ÖAG 2006).

**Rohasche (XA)** bleibt als mineralischer Rest nach der trockenen Veraschung des Futters bei 550°C. Der Gehalt an Rohasche sollte beim ersten Schnitt für gute Qualitäten auf jeden Fall unter 10% liegen, darüber liegende Werte weisen auf eine Verschmutzung hin (ÖAG 2006).

**Rohfette (XL)** spielen im Grünlandfutter nur eine untergeordnete Rolle, die Gehalte bewegen sich meist im Bereich zwischen 20 und 30 g/kg (ÖAG 2006).

Die Verdaulichkeit der organischen Masse (DOM) wurde bei einem Drittel der Futterproben in vitro nach TILLEY und TERRY (1963) untersucht, und zwar nach der von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein modifizierten Methode (Methodenvorschrift für die BAL Gumpenstein, RESCH, 1991). Die Ergebnisse dieser Analysen lieferten die Kalibrierungsdaten für die near-infrared-spectroscopy (NIRS), mit welcher anschließend die Futterproben analysiert wurden. Die höchsten Verdaulichkeitswerte von jungem Grundfutter liegen bei etwa 76 % und können mit zunehmendem Alter und hohen Rohfaseranteilen auf deutlich unter 60 % abfallen (ÖAG 2006, BUCHGRABER und GINDL, 2004).

Die Netto-Energie Laktation (NEL) als standardisiertes Energiebewertungssystem für Milchkühe drückt den Energiegehalt des Futters in MJ/kg Trockenmasse aus. Es ist ein Maßstab für den Energiebedarf der Tiere und für den Energiegehalt von Futtermitteln und wird mit Hilfe von Regressionsgleichungen entweder von der DLG-Futterwerttabelle 1997 oder von den in-vivo-Verdaulichkeitsuntersuchungen

Tabelle 1: Saatgutmischungen und Saatstärken

Eing.-Nr.	1	2	5	12	14	16
Arten in Flächen-%	DW B, mittl. Lagen, ÖAG	DW D, raue Lagen, ÖAG	DW D1, raue Lagen	DW Nr. 7, feuchte Lagen	Gräser-Kleemischung Revital 301	DW B Nr. 624
Rotklee	-	-	2	-	-	-
Weißklee	10	10	4	-	12	25
Schwedenklee	-	5	-	15	-	-
Hornklee	5	5	3	-	-	-
Gelbklee	-	-	-	-	-	-
Engl. Raygras	10	5	-	-	51	40
Bastardraygras	-	-	-	-	-	-
Festulolium	-	-	-	15	-	-
Knautgras	15	10	11	-	-	-
Timothe	10	15	22	34	29	15
Wiesenfuchsschwanz	-	-	-	16	-	-
Wiesenschwingel	10	10	27	15	-	10
Goldhafer	5	5	2	-	-	-
Glatthafer	10	-	11	-	-	-
Rotschwingel	5	10	8	-	-	-
Straußgras	-	5	-	-	-	-
Wieserrippe	20	20	10	5	8	10
Summe	100	100	100	100	100	100
Saatstärke (kg/ha)	27	25	36	35	40	24



der Labors abgeleitet. Energiereiches Grundfutter erreicht in Silagen Werte bis 6,4 MJ NEL/kg TM, während überständiges Heu deutlich unter 5,0 MJ NEL/kg TM liegt (ÖAG 2006). Anhand von sechs ausgewählten Mischungen sollen Unterschiede und Streubreiten der wichtigsten Parameter für die Futterqualität besprochen und in Verbindung mit Erträgen, Pflanzenbeständen und ihrer Entwicklung gebracht werden.

Als Demonstrationsobjekte dienen die Mischungen der *Tabelle 1*.

### 3. Ergebnisse

In *Tabelle 2* sind die wichtigsten Ergebnisse der Futteranalysen zusammengefasst. Die Werte von Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, der Verdaulichkeit und des Energiegehaltes geben nicht nur einen Überblick über die Qualität einzelner Mischungen, sondern zeigen auch die Spannbreite zwischen den beiden Versuchsjahren. Zusätzlich sind in Form von Standorts-Maxima und -Minima auch die großen Schwankungen der einzelnen Standortmittelwerte erkennbar.

Die erste nun vorgestellte Mischung, die **Dauerwiese B für mittlere Lagen in ÖAG-Qualität**, könnte auf Grund ihrer allgemein sehr guten Vorstellung auf den Versuchsstandorten als Maßstab und Messlatte für alle anderen Mischungen genommen werden. Sie lag sowohl bei den Erträgen als auch bei der Ertragsentwicklung weit über dem Durchschnitt und entsprach damit den hohen Erwartungen.

Beim Rohproteingehalt erreichte sie mit 151,4 g XP/kg TM allerdings nicht ganz den Gesamtdurchschnitt von 155,9 g XP/kg TM, wobei sich das Minus mit weniger als 0,5 % in Grenzen hielt. Korrespondierend dazu lag der Rohfaserwert mit 286,6 g/kg TM insgesamt etwas über dem Mittelwert von 279,4 g XF/kg TM. Beim Rohaschegehalt erreichte die Dauerwiese B mit 105,7 g/kg TM beinahe den Mittelwert von 107,5 g XA/kg TM. Diese Abweichungen vom Gesamtmittelwert bestätigten sich in beiden Untersuchungsjahren.

Die durchschnittliche Verdaulichkeit der organischen Masse lag mit 66,6 % knapp unter dem Versuchsdurchschnitt von 67,4 %, wobei einem Plus von 0,5 % im ersten Hauptnutzungsjahr ein Minus von 2,2 % im dritten HNJ gegenüberstand.

Wie anhand dieser Ergebnisse nicht anders zu erwarten war, ergaben sich auch leicht unterdurchschnittliche Energie-

dichten im Futter. Der Energiegehalt von 5,20 MJ NEL/kg TM erreichte das Gesamtmittel von 5,32 MJ NEL/kg TM nicht, wobei im ersten Jahr noch knapp überdurchschnittlich abgeschnitten wurde. Im dritten HNJ war allerdings ein Minus von 0,3 MJ NEL/kg TM zu verzeichnen.

Eine Interpretation der Ergebnisse wird durch Einbeziehung von Pflanzenbestand, Ertrag, ihrer Entwicklung sowie dem Nutzungszeitpunkt und den klimatischen Bedingungen der Untersuchungsjahre möglich.

Auf Grund des hohen Anteils an eher frühreifen und konkurrenzstarken Gräsern und einem entsprechend raschen Wachstum dieser Mischung wurden vor allem an den dreischnittig genutzten Standorten die ersten Schnitte meist deutlich zu spät geerntet, was in niedrigen XP- und höheren XF-Gehalten, dadurch unterdurchschnittlicher Verdaulichkeit und entsprechend niedrigeren Energiegehalten resultiert. Auch die starke Zunahme der Gräser von 62 auf 80 Ertrags-%, die Abnahme der Leguminosen und nur geringe Kräuteranteile trugen zur deutlichen Abnahme der Nutzungselastizität im dritten HNJ bei, das außerdem sehr warm und trocken ausfiel. Eine direkte Folge davon war die rasche Verholzung des Futters und die physiologisch deutlich zu späte Nutzung der Schnitte 2, 3 und 4 mit allen negativen Folgen für die Futterqualität.

Mischung Nummer 2, die **Dauerwiese D für raue Lagen in ÖAG-Qualität**, startete mit dem Handicap, eben auch in Gunstlagen geprüft zu werden. Trotzdem erreichte sie zumindest durchschnittliche Gesamterträge bei deutlich besserer Ausdauer der eingesäten Arten. Knapp am Gesamtmittel lagen die XP-Werte mit 154,5 g/kg TM, die XF-Gehalte waren mit 285,3 g/kg TM leicht erhöht und damit vergleichbar mit der Dauerwiese B. Die XA-Werte bewegten sich mit 109,5 g/kg TM knapp über dem Versuchsdurchschnitt.

Wie bei der DW B lag die DOM mit 66,2 % etwas unterhalb des Versuchsmittels, noch deutlicher die Energiedichte des Futters mit 5,15 MJ NEL/kg TM.

Die geringeren Ertragsanteile und schwächeren Zunahmen bei den Gräsern sowie die höheren Leguminosen- und Kräuteranteile dürften die etwas frühere physiologische Reife der eingesäten Mischungspartner kompensieren. Dadurch lassen sich möglicherweise die etwas höheren XP-Gehalte, die sehr ähnlichen XF-Werte und die niedrige Energiedichte erklären.

**Tabelle 2: Durchschnittswerte verschiedener Qualitätsparameter der ausgewählten Mischungen über alle Versuchsstandorte in den Jahren 2001 und 2003**

Mischung	XP (g/kg TM)			XF (g/kg TM)			XA (g/kg TM)			DOM (%)			NEL (MJ/kg TM)		
	2001	2003	MW	2001	2003	MW	2001	2003	MW	2001	2003	MW	2001	2003	MW
DW B (ÖAG)	168	135	<b>151</b>	277	297	<b>287</b>	110	101	<b>106</b>	69,0	64,2	<b>66,6</b>	5,50	4,90	<b>5,20</b>
DW D (ÖAG)	172	138	<b>155</b>	273	298	<b>285</b>	115	104	<b>110</b>	68,0	64,4	<b>66,2</b>	5,37	4,94	<b>5,15</b>
DW D1	160	140	<b>150</b>	282	292	<b>287</b>	109	105	<b>107</b>	68,2	64,8	<b>66,5</b>	5,44	4,93	<b>5,18</b>
WM Nr. 7	160	134	<b>147</b>	282	288	<b>285</b>	103	101	<b>102</b>	67,8	62,7	<b>65,2</b>	5,43	4,90	<b>5,16</b>
Revital 301	186	144	<b>165</b>	248	278	<b>263</b>	120	106	<b>113</b>	70,4	70,3	<b>70,4</b>	5,60	5,67	<b>5,64</b>
DW Nr.624	193	154	<b>174</b>	251	272	<b>262</b>	113	102	<b>108</b>	70,3	70,6	<b>70,4</b>	5,65	5,74	<b>5,69</b>
MW (n = 16)	170	142	<b>156</b>	271	288	<b>279</b>	111	104	<b>108</b>	68,5	66,4	<b>67,4</b>	5,45	5,20	<b>5,32</b>
Max. (Ort)	198	188	-	310	360	-	123	134	-	73,2	72,9	-	5,96	5,98	-
Min. (Ort)	123	75	-	241	246	-	90	76	-	61,5	59,6	-	4,70	4,45	-

Als dritte Mischung wird die bayerische **Dauerwiese D1 für raue Lagen** betrachtet, wobei anzumerken ist, dass es in der Definition von rauen Lagen zwischen Österreich und Bayern doch deutliche Unterschiede geben muss. (Die Verwendung von Glatthafer und Rotklee spricht für günstigere Bedingungen in den rauen Lagen Bayerns ...)

Festzuhalten ist, dass diese Mischung insgesamt die höchsten Erträge aller 16 geprüften Samenmischungen erreichte und auch im dritten HNJ deutlich an der Spitze lag. Ebenso war die Ausdauer der eingesäten Arten hervorragend, was eine sehr geringe Verunkrautung zur Folge hatte. Der zu Beginn hohe Leguminosenanteil sank vom ersten zum dritten HNJ von 40 auf 18 Ertrags-% stark ab, während die Gräser von 58 auf 75 Ertrags-% zunahmen. Diese Entwicklung, vor allem der hohe Anteil konkurrenzkräftiger und rasch verholzender Obergräser, die geringen Anteile an Untergräsern und die allgemein zu späte Nutzung ließen keine besonderen Qualitäten erwarten. Mit einem XP-Gehalt von 149,8 g/kg TM und einer XF von 287,3 g/kg TM konnten aber doch noch halbwegs akzeptable Ergebnisse erreicht werden. Die XA-Anteile lagen mit 106,6 g/kg TM im Durchschnitt, die DOM mit 66,5 % etwa gleich wie die beiden ÖAG-Mischungen, ebenso der Energiegehalt mit 5,18 MJ NEL/kg TM.

Die nächste beschriebene Mischung, eine **Wiesenmischung für feuchte Lagen Nr. 7**, stammt aus Tschechien. Sie hatte genauso wie die Dauerwiese D für raue Lagen den Nachteil, dass die Versuchsstandorte eigentlich nicht ihrer Konzeption entsprachen. Trotzdem lag sie in allen HNJ nur etwa 400 kg TM/ha/a unter den durchschnittlichen Gesamterträgen. Die Ausdauer der eingesäten Arten war allerdings schwach, eine stärkere Verunkrautung die Folge.

Bei den Qualitätsparametern fiel besonders der geringe XP-Gehalt auf. 146,8 g XP/kg TM bedeuteten das schwächste Ergebnis aller Mischungen im Versuch, obwohl der Leguminosenanteil nur knapp unter dem Gesamtmittelwert lag. Die Rohfaser erreichte mit 285,2 g/kg TM ähnliche Werte wie die vorher beschriebenen Mischungen. Der geringe XA-Gehalt von 102,2 g/kg TM war als einziges Positivum zu verzeichnen. Eine niedrige Verdaulichkeit von 65,2 % und eine Energiedichte von 5,16 MJ NEL/kg TM vervollständigten das Bild einer insgesamt nicht entsprechenden Mischung. Eine schwache Ausdauer, unterdurchschnittliche TM-, Eiweiß- und Energieerträge bestätigten die Untauglichkeit dieser Mischung auf den untersuchten Standorten. Dazu konnte die Homogenität der Mischung nicht überzeugen: Während Wiesenfuchsschwanz und z.T. das Festulolium physiologisch reif waren, hätte das Timothe noch Zeit zum Wachsen und Reifen gebraucht.

Die **Gräser-Kleemischung Revital 301** aus Deutschland war im Gegensatz zur vorhergehenden WM Nr. 7 völlig anders konzipiert und mit nur vier Mischungspartnern die artenärmste Mischung im Versuch. Die hohen Anteile von 51 % an spätem Englisch-Raygras und 29 % Timothe ließen gute Erträge und ausgezeichnete Qualitäten erwarten. Die Kernfrage war aber: Wie ausdauernd sind die verwendeten Raygräser, wie kommen sie mit den klimatischen Verhältnissen zu Rande? Und genau dies sollte sich auch als Knackpunkt erweisen. Im ersten HNJ noch mit 186,1 g/kg TM ein Spitzenwert beim XP, im dritten HNJ

guter Durchschnitt mit 143,9 g/kg TM ergab einen Mittelwert von 165,0 g/kg TM. Auch die Rohfasergehalte mit 263,1 g/kg TM, die Verdaulichkeit mit 70,4 % und die Energiedichte mit 5,64 MJ NEL/kg TM entsprachen sehr gut den hohen Erwartungen an die Futterqualität. Viel Leguminosen, ein unterdurchschnittlicher Gräseranteil und ein nur durchschnittlicher Kräuterbesatz trugen zu diesen guten Ergebnissen bei. Einzig die erhöhten XA-Werte passten nicht so recht in dieses schöne Bild. Also insgesamt eine Spitzenmischung? Die Ertragsdaten sprachen dagegen: In allen HNJ nur zwischen 85 und 90 % der jeweiligen Standortmittelwerte sind sicher zu wenig, um den Ansprüchen an standortgerechte Mischungen zu entsprechen. Dazu kam die unbefriedigende Ausdauer mit einem kräftigen Rückgang der eingesäten Arten von 93 auf 74 Flächen-% in nur zwei Jahren. Dieser Ausfall eingesäeter Pflanzen, vor allem vom Englisch-Raygras, ließ natürlich Platz für Gemeine und Jährige Rispe, kann aber nicht als Begründung für die etwas stärkere Verschmutzung des Futters herhalten. Der erhöhte durchschnittliche XA-Gehalt stammt nämlich aus dem ersten HNJ, und da waren noch keine relevanten Ausfälle zu verzeichnen.

Als letztes Beispiel in der Reihe der vorgestellten Mischungen wird noch die dänische **Dauerwiesenmischung Nr. 624** beschrieben. Eine Ähnlichkeit mit der vorigen Mischung Revital 301 war gegeben, allerdings lag der Weißkleeanteil doppelt so hoch, der Timothe-Anteil wurde halbiert und 10 % der Englisch-Raygrasanteile durch Wiesenschwingel ersetzt. Auch diese Mischungsrezeptur ließ gute Erträge und Topqualitäten erwarten.

Und schon der erste Blick auf das Rohprotein bestätigte diese Annahme: Durchschnittliche 173,6 g XP/kg TM waren der absolute Bestwert aller Mischungen, in beiden untersuchten HNJ lagen die Werte im Spitzenfeld. Auch die XF-Gehalte der Futterproben beider Jahre waren so niedrig, dass die insgesamt 261,5 g XF/kg TM der DWM Nr. 624 den Bestwert aller Mischungen ergaben, immerhin 18 g XF/kg TM weniger als der Versuchsdurchschnitt. Die XA-Gehalte lagen mit 107,7 g/kg TM fast genau am Mittelwert, während die Verdaulichkeit mit 70,4 % gemeinsam mit der Gräser-Klee-Mischung Revital 301 Höchstwerte erreichte. Und die Energiedichte war mit 5,69 MJ NEL/kg TM so hoch wie bei keiner anderen Mischung. Hauptgründe für diese ausgezeichneten Ergebnisse waren auch hier die Pflanzenbestände und die physiologisch rechtzeitige Nutzung. Die höchsten Leguminosenanteile brachten bei guter Nutzungselastizität viel Rohprotein, sehr geringe Grasanteile mit eher spätreifen Sorten ließen niedrige Rohfaserwerte zu. All dies mündete in der sehr guten Verdaulichkeit der organischen Masse und der höchsten durchschnittlichen Energiedichte im Versuch.

War damit die dänische Dauerwiese Nr. 624 der Sieger? Ja, wenn die Futterqualität allein bewertet werden sollte. Nein, wenn auch hier wieder Ertrag, Ertragsverlauf und Ausdauer einzubeziehen sind. Ein Ertragsminus von 960 kg TM/ha/a gegenüber dem Mittelwert aller Jahre, Orte und Nutzungen erlaubte also auch hier keine positive Gesamtbewertung. Und der durchschnittliche Rückgang der eingesäten Arten von 92 auf 74 Flächen-% in zwei Jahren war ebenso nicht akzeptabel.

#### 4. Zusammenfassung

Auf Grund der hier präsentierten Ergebnisse könnte man zum Schluss kommen, dass die Anforderungen hoher Futtererträge bei gleichzeitig besten Futterqualitäten kaum erfüllbar sind. Die Betrachtung der enormen Jahres- und Standortunterschiede bei den untersuchten Qualitätsparametern macht eine Interpretation des Einflusses unterschiedlicher Saatgutmischungen schwierig.

Im Zusammenspiel aller Einflussgrößen auf die Qualität von Grünlandfutter können standortgerechte hochwertige Mischungen aber sehr wohl einen Beitrag leisten. Dauerwiesen mit guter Ausdauer und Konkurrenzkraft, nachhaltig hohen Erträgen, gutem Narbenschluss und Homogenität innerhalb der Mischung schaffen die Voraussetzung zur Produktion von gutem Grundfutter in ausreichender Menge.

Die Anpassung an Standort, Düngung und Nutzung, die richtige Geräteeinstellung, Pflegemaßnahmen von Striegeln bis zur Nachsaat, Pflanzenbestandsregulierung und sinnvolle Unkrautbekämpfung, schonende Bewirtschaftung und dauernde Beobachtung der Bestände sind die Kernpunkte einer erfolgreichen Grünlandwirtschaft. Darin liegen viele Möglichkeiten zur Optimierung und Ausnutzung der Reserven. Die Unterschiede zwischen gutem und verbesserungsfähigem Umgang mit den Produktionsflächen sind groß.

Der Einfluss unterschiedlicher Mischungen auf die Futterqualität ist gegenüber Bewirtschaftung, Standort und Jahreseinfluss deutlich geringer, sollte aber bei der Mischungsauswahl neben der Ertragsfähigkeit und der Ausdauer beachtet werden.

#### 5. Literatur

BUCHGRABER, K. und S. GERL (2000): Grünlandmischungen mit den richtigen Sorten. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, INFO 6/2000, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

BUCHGRABER, K. und G. GINDL (2004): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung, 2. Auflage. Graz-Stuttgart: Leopold-Stocker-Verlag

BÜHL, A. und P. ZÖFEL (2002): SPSS 11, Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, 8. Auflage. München: Pearson Studium

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2007): 48. Grüner Bericht gemäß Landwirtschaftsgesetz über die Lage der Land- und Forstwirtschaft in Österreich. BMLFUW; Abt. II/5. Wien

GERL, S. (2000): Entwicklung des Pflanzenbestandes, Ertrag und Futterwert von Qualitätssaatgutmischungen für Feldfutterbau und Dauergrünland. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur. Wien

HJETZ, M. (2009): Auswirkungen der Saatgutqualitäten sowie der Arten- und Sortenauswahl von Gräser- und Kleearten bei internationalen Dauergrünlandmischungen auf den Pflanzenbestand im österreichischen Alpenraum. Dissertation BOKU (unveröff.)

KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden, 4. Auflage. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey

KLAPP, E. (1967): Zusammensetzung und Auswirkung von Ansaatgemischen für Dauergrünland. Das wirtschaftseigene Futter, Sonderheft Nr. 3.

KRAUTZER, B. (2001): Saatgutqualität als Grundlage für ampferfreie Nach- und Neuansaat im Grünland. 7. Alpenländisches Expertenforum. Gumpenstein

KÜHBAUCH, W., P. HEISELMAYER und I. SZOLGA (1997): Einfluss des Vegetationsstadiums, des Schnittzeitpunktes und des Pflanzenbestandes in Höhenstufen zwischen 570 und 900 m über NN auf die Qualität des Grünlandfutters im Flachgau. Bericht alpenländisches Expertenforum „Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung“, BAL Gumpenstein

LETTNER, F., R. LEITGEB, L. GRUBER und H. WÜRZNER (1983): Netto-Energie Laktation (NEL) – das neue Energiebewertungssystem für Milchkühe. Der Förderungsdienst 31, 9-16.

PARTL, C. (2008): Ein Vergleich internationaler Dauerwiesenmischungen im Hinblick auf Ausdauer, Ertrag und Qualität im Alpenraum. Dissertation Universität für Bodenkultur

PÖTSCH, E.M. (2005): Wertprüfung für Pflanzenarten des Grünlandes und Futterbaus. 11. Alpenländisches Expertenforum. Gumpenstein

RESCH et al. (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum, ÖAG-INFO 8/2006, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

WIEDNER, G. (1998): Futteruntersuchungen – Leistung sichern und trotzdem Geld sparen! ÖAG-INFO 7/1998, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

# Gärheu als alternative Konservierungsform für Grünlandfutter

Alfred Pöllinger<sup>1\*</sup>

## Einleitung

Über 60 % der österreichischen landwirtschaftlich genutzten Fläche besteht aus Grünland, das nur über den Wiederkäuer verwertet werden kann. In der Geschichte der Landwirtschaft spielte dabei die Konservierung von Winterfutter seit jeher eine entscheidende Rolle. Die Form der Konservierungstechnik hat sich in den letzten 50 Jahren allerdings gravierend geändert. Über 10 Mio t Trockenmasse wächst jährlich in Österreich an verwertbarer organischer Grünlandmasse heran (BUCHGRABER, 2003). Über 70 % dieser Trockenmasse, also ca. 7 Mio t werden als Winterfutter konserviert und davon wiederum beinahe 60 %, also ca. 4 Mio t als Silage haltbar gemacht. 3 Mio t werden getrocknet und als Heu oder Grummet genutzt.

Der notwendige Trockenmassegehalt des Futters wird vom Konservierungsverfahren bestimmt. Grassilage sollte bei einem TM-Gehaltswert zwischen 30 und 35 % und Heu bei der Bodentrocknung mit ca. 14 % Restfeuchte geerntet werden. In der Praxis liegen Einzelwerte oftmals weit darüber (RESCH, 2008). Futter, das mit einem TM-Gehalt von 45 bis 70 % geerntet und luftdicht verschlossen wird, ist als Gärheu oder Heulage zu bezeichnen (THAYSEN, 2006). Heu kann bei einem leistungsstarken Nachrocknungsverfahren mit einem Restfeuchtegehalt von über 50 % eingefahren werden. Aus Kostengründen wird in der Praxis mit einem TM-Gehalt von über 60 (70) % eingefahren.

Insbesondere bei Heu ist die Einhaltung eines hohen Qualitätsniveaus aus Witterungsgründen oftmals schwierig. Aktuelle Untersuchungen aus dem Futtermittellabor Rosenau zeigen einen relativ hohen Anteil an stark mit Schimmelpilzen befallenen Heuproben im Vergleich zu Grassilagen (WIEDNER, 2009). Rund 32 % der untersuchten Heuproben wurden aus mikrobiologischer Sicht mit „schlechter Qualität“ beurteilt, während „nur“ 17,4 % der Silagen diese Bewertung erhielten. Vor allem mit dem Rundballenernteverfahren lässt sich in den meisten Produktionsgebieten Österreichs kaum eine Bodenheuernte durchführen, bei der der Restfeuchtegehalt des Futters über alle Futterpartien gesichert unter 13 % liegt.

Andererseits kommt es bei guten Trocknungsbedingungen in der Praxis im Zusammenhang mit der Silagebereitung auch leicht zu stark erhöhten TM-Gehalten von über 45 %.

In der Pferdefütterung wird nunmehr bereits seit über 20 Jahren als Alternative zur Heufütterung auch Grassilage angeboten (FINKLER-SCHADE, 2008). Die Gründe dafür sind im Vergleich zur Heuwerbung u.a. im geringeren Witterungsrisiko, in der kostengünstigeren Lagerung (außen),

in den niedrigeren Feldverlusten (Bröckelverluste), in der besseren Nährstoffverwertung, dem höheren Energiegehalt und vor allem in der geringeren Staubbelastung zu suchen (MEYER, 2002 und BENDER, 2000, zitiert in HOLZER, 2009). Dennoch gibt es vor allem in Österreich Vorbehalte gegenüber dem Gärheu in der Pferdefütterung. Die Gründe dafür sieht HOLZER (2009) in der Akzeptanz der Pferde selbst und in den schlechten Erfahrungen mit der Qualität. Die Gefahr des Auftretens von Botulismus bei der Silage- oder Gärheubereitung ist ein Hauptargument gegen den Einsatz von Silage in der Pferdefütterung. Botulismus ist eine für Warmblüter lebensbedrohliche, meist durch verdorbenes Fleisch oder Kadaver (z.B. Mäuse) hervorgerufene Vergiftung (klassisch bekannt unter „Wurstvergiftung“), die von Botulinumtoxin, einem vom Bakterium *Clostridium botulinum* – kann sich in Silagen ausbreiten – produzierten Giftstoff, verursacht wird (WIKIPEDIA, 2009).

Sieht man von diesen möglichen Nachteilen ab, hat die Silagewirtschaft allerdings auch klar definierte Vorteile, die man sich bei der Gärheubereitung teilweise zu Nutze machen kann.

Generell ist bei der Silagewirtschaft mit deutlich geringeren Konservierungsverlusten (Bröckelverluste 2,5 %, PÖLLINGER, et.al. 2002) im Vergleich zur Heu- (10 bis 17 %) zu rechnen. Grassilagen sind nach der Weide und der Maissilage das kostengünstigste Grundfutter (GREIMEL, 2002) bezogen auf den Energiegehalt (MJ/NEL).

## Was ist Gärheu?

Gärheu wird im deutschsprachigen Raum oftmals auch als Heulage bezeichnet.

Die Abgrenzung zu Heu und zu Silage lässt sich am besten über den Trockenmassegehalt definieren. Für Grassilage gilt die Empfehlung das Futter bei einem TM-Gehalt von 30 bis 40 % einzufahren. Bodenheu wird mit einem maximalen Restfeuchtegehalt von 17 bis 18 % im Heustock oder mit 13 % im Rundballen eingelagert. Belüftungsheu (Warmbelüftung) sollte mit max. 35 % Restfeuchte auf die Belüftungsanlage eingefahren werden – abhängig von der Futterart und vor allem der Belüftungsanlage (Leistung).

Klassisches Gärheu (Heulage) wird mit einem TM-Gehalt zwischen 60 und 70 % geerntet (THAYSEN, 2006) (siehe *Abbildung 1*). Als „Pferdesilagen“ bezeichnet THAYSEN (2006) jene Silagen mit einem TM-Gehaltswert von 40 bis 60 %. Als Konservierungsverfahren bietet sich dafür in erster Linie das Rundballenverfahren an, da kleine Portionen mit hoher Dichte (größer 200 kg TM/m<sup>3</sup>) luftdicht

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Innenwirtschaft und Ökolometrie, A-8952 Irdning

\* Ansprechpartner: DI Alfred Pöllinger, email: [alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at](mailto:alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at)

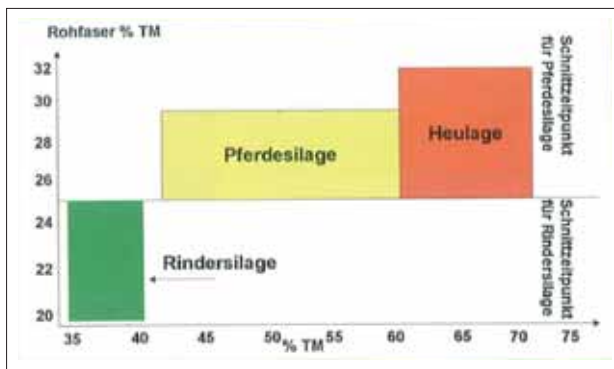


Abbildung 1: Silagebereitung für Pferde: Optimaler Schnitzeitpunkt und Anwelkgrad (THAYSEN, 2006)

abgeschlossen werden können. Bei entsprechender Zerkleinerungs- und Verdichtungstechnik, kann Gärheu auch in einem herkömmlichen Fahrsilo konserviert werden. Die Gefahr der Nacherwärmung ist allerdings bei trockensubstanzreichem Grundfutter wesentlich größer. THAYSEN (2006) gibt für ein erfolgreiches Gelingen von Heulagen oder Gärheu eine maximale Feldliegezeit von weniger als 3 Tagen an. Heulagen in Rundballen gepresst sollten 8-lagig gewickelt werden.

## Material und Methoden

Auf den Flächen des Bundesgestüts Piber wurden im Jahr 2008 zum 1. Schnitt auf einer Dauerwiese und zum 2. Schnitt auf einer Wechselwiese die Ernte mit einer Fixkammerpresse und einer variablen Kammerpresse bei unterschiedlichen Anwelkstufen (40/60/80 % TM) und Trocknungsstufen durchgeführt.

### Die Pflanzenbestände und Flächenerträge:

Der Pflanzenbestand der Dauerwiese am Lindenacker, 1. Aufwuchs, war in seiner Zusammensetzung von Obergräsern dominiert (>40 Gew.%). Der Gräseranteil war mit 82 Gew.% insgesamt sehr hoch, während die Kräuter mit 10 und die Leguminosen mit 8 Gew.% nur eine untergeordnete Rolle spielten. Die Gemeine Rispe erreichte mit 23 Gew.% den höchsten Einzelanteil. Die Ertragsentwicklung war aufgrund fehlender Frühjahrsniederschläge stark reduziert. Obwohl die mittlere Wuchshöhe mit 62 cm gemessen wurde, fehlte dem Bestand die notwendige Dichte für gute Erträge. Der Bruttoertrag wurde mittels Ballengewichtsmessungen und Ernteflächenberechnung ermittelt und lag im Mittel bei 2.129 kg TM/ha. Der Ernteertrag wurde mit 2.752 kg TM/ha gemessen. Im Vorjahr wurde auf derselben Fläche ein Ernteertrag – Ertrag vor Abzug der Ernteverluste - von über 3.500 kg TM/ha ermittelt.

Beim zweiten Aufwuchs am Zeltenacker, mit einer Wechselwiese konnte eine stärkere Rotkleeentwicklung festgestellt werden. Neben den Gräsern mit rund 80 Gew.% erreichte der Rotklee im Mittel einen Anteil von 20 Gew.%. Knaulgras war auch hier der Hauptbestandbildner mit entwickelten Rispen, während Gold- und Glatthafer noch im Rispenschieben waren.

Der Ernteertrag wurde mittels Quadratmeterfeldmessung bestimmt und lag bei 3.093 kg TM/ha.

## Wetterdaten

An der Versuchsaußenstelle des LFZ Raumberg-Gumpenstein befindet sich eine Wetterstation an der Lufttemperatur und Niederschläge aufgezeichnet wurden.

Tabelle 1: Wetterdaten der Station Piber zum 1. und 2. Schnitt, 2008

Schnitt / Datum	Tagesmitteltemperatur in °C	rel. Luftfeuchtigkeit in %
1. Schnitt / 26. Mai 2008	19,3	70
1. Schnitt / 27. Mai 2008	22,4	44
1. Schnitt / 28. Mai 2008	23,3	38
2. Schnitt / 25. August 2008	15,1	71
2. Schnitt / 26. August 2008	18,9	67
2. Schnitt / 27. August 2008	19,5	66

## Rundballenpressen

Für den Versuch standen zwei Rundballenpressen der Fa. Welger zur Verfügung (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Technische Daten der eingesetzten Rundballenpressen im Versuch 2008

Parameter/Presstyp	Variable Kammerpresse Typ 435 RP Master	Fixkammerpresse 235 RP Profi
Ballendurchmesser mm	900 - 1.600	1250
Ballenbreite mm	1.230	1.230
Ballenvolumen in m <sup>3</sup>	bis zu 2,5	1,5
Bindungsart	Netz	Netz
Pick-up Breite mm	2.250	2.000
Äußerer Zinkenabstand mm	1.860	1.600
Besonderheiten	Balecontroller Hydroflexcontrol	Balecontroller Hydroflexcontrol

Für den Versuch wurde der Ballendurchmesser mit 1,25 m festgelegt.

Die *Pressdichte* wurde auf der 8-teiligen Einstellskala am Bedienterminal der Presse bei den Gärheuvarianten auf 8 eingestellt. Jeweils eine Variante wurde mit der variablen Kammerpresse bei einer Einstellung von 2 gefahren (siehe auch Tabelle 11 *Pressdichte*) – Pressdichte niedrig. Für die Belüftungsheuballen wurde die Einstellung des Pressdruckes mit 2 und die Weichkerneinstellung mit „ein“ gewählt.

Die Fahrgeschwindigkeit hat auf die Pressdichte ebenfalls unmittelbaren Einfluss und wurde bei Gärheu mit 3,5 bis 5 km/h festgelegt. Mit der Festkammerpresse wurde zu Beginn des Pressvorganges systembedingt etwas schneller gefahren (6 - 7 km/h). Für die Belüftungsheuernte wurde eine Fahrgeschwindigkeit von 8 - 12 km/h und für die Bodenheuernte eine Fahrgeschwindigkeit von 8 - 10 km/h vorgegeben.

Eine zusätzliche Gärheuvariante wurde bei einem geplanten TM-Gehalt von 60 % mit Schneidwerk mit 25 Messern geerntet (siehe Tabellen 3 und 4).

**Tabelle 3: Variantenraster 1. Schnitt, Lindenacker, Gestüt Piber, 2008**

Variablen	Silage		Gärheu				Heutrocknung			
TM-Stufe in %	(40) / 60		(60) / 80				80	86		
Pressdichte	h		h	n	h		n	m		
Schneidmesser	ohne		ohne		mit	ohne	ohne	ohne		
Pressensystem	var.	fest	var.	var.	var.	fest	var.	fest	var.	fest
Ballenzahl	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4

**Tabelle 4: Variantenraster 2. Schnitt, Zeltenacker, Gestüt Piber, 2008**

Variablen	Silage		Gärheu				Heutrocknung			
TM-Stufe in %	40		(60) / 80				80	86		
Pressdichte	h		h	n	h		n	m		
Schneidmesser	ohne		ohne		mit	ohne	ohne	ohne		
Pressensystem	var.	fest	var.	var.	var.	fest	var.	fest	var.	fest
Ballenzahl	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4

**Anmerkungen:**

Zahlen in Klammer waren geplant / Zahlen daneben wurden tatsächlich erreicht  
 Pressdichte: hoch (= h) entspricht der Zielgröße 180-220, niedrig (= n) 110-140 und mittel (= m) 140 bis 160 kg TM/m<sup>3</sup>;  
 Schneidmesser: mit 25 Messer oder „ohne“  
 Pressensystem: Festkammerpresse = fest; variable Kammerpresse = var.

Die Rundballen zur Gärheubereitung wurden 1 - 3 Stunden nach dem Pressvorgang 8-lagig gewickelt, beschriftet und auf einer eigenen Unterlagsmatte (gegen Kleinnagetiere) gelagert.

Die Bröckelverluste wurden zu den einzelnen TM-Stufen zwischen den Schwaden und nach der Schwadaufnahme auch „auf den Schwaden“ (Aufnahmeverluste) mittels der Staubsaugermethode bestimmt. Dazu wurde mittels Rahmen alle 10 m ein Quadratmeter Bodenoberfläche mit einem Industriestaubsauger in 3 - 5 cm Höhe in sechsfacher Wiederholung abgesaugt. Die Einzelproben wurden gewichtsstabil auf Heugewicht getrocknet und der Erdenanteil mit einem Windsichter abgetrennt.

**Futterqualität**

Die Futterqualität wurde analytisch mittels Weenderanalyse und In-vitro-Verdaulichkeit die Silage- und Gärheuproben mittels Gärsäurenspektrum bestimmt. Das konservierte Grundfutter wurde zudem sensorisch nach dem ÖAG Beurteilungsschlüssel für Silagen (Silagen und Gärheu) und Heu (Gärheu und Heu) beurteilt.

Zur Bestimmung der Futterqualität wurde bereits vom stehenden Ausgangsbestand neben der Ernteertragsbestim-

mung eine Probe gezogen. Danach wurde die Erntefläche gemäht, das Futter 2 x gewendet und je nach Trockenmassegehalt geschwadet (siehe *Abbildung 2*).

**Bestimmung der Pressdichte**

Die Pressdichte ist ein wichtiger Beurteilungsparameter für die Presstechnik. Insbesondere bei steigendem TM-Gehalt des Halmfutters steigt auch die Notwendigkeit für hohe Pressdichten von über 200 kg TM/m<sup>3</sup> (THAYSEN, 2006).

Die Ermittlung der Pressdichte erfolgte durch Vermessung des Umfanges (3 Messpunkte pro Ballen), der Ermittlung der Ballenbreite, der Wiegung der Einzelballen und Bestimmung des TM-Gehaltswertes des Futters.

**Ergebnisse**

**Futterqualität**

Aufgrund der Frühjahrstrockenheit und der in die geplante Erntephase hineinfallende Schlechtwetterperiode konnten aus der Sicht der Rinderfütterung keine hohen Energiedichten erreicht werden (siehe *Tabelle 5*). Der Rohfasergehalt lag bereits beim frischen Futter über 30 % und wurde durch das Abbröckeln von Feinteilen um rund 2 % Punkte auf 32,5 % erhöht. Gegengleich dazu verhält sich der Rohproteingehalt des Ausgangsfutters im Vergleich zum Anwelkfutter. Mit knapp über 10 % liegt dieser Wert noch um 2 % Punkte unter dem für Grassilagen aus Wiesen und Mähweiden für „überständiges“ Futter angeführten Wert (RESCH et al., 2006). Rohprotein findet sich vermehrt in den Feinteilen (Blätter), deren Anteil über die verschiedenen Bearbeitungsvorgänge hinweg reduziert wird. Der Gehalt an Rohasche war mit knapp 10 % im Toleranzbereich und konnte vor der Konservierung auf 9 % gesenkt werden. Die späte Ernte kommt auch im Energiegehalt des Futters zum Ausdruck. Aufgrund der am Tag der Ernte optimalen Trocknungsbedingungen konnte das Futter bei der geplanten 40 % TM-Stufe nicht geerntet werden.

Beginn					Ende
Probenart	Ausgangsbestand		Anwelkfutter		Silage, Gärheu, Heu
Aktivität	Proben vom Bestand nehmen	Quadratmeter	Mähen, Zetten, Schwaden, Pressen	Probe aus dem Ballen stechen	Silierung Heutrocknung Lagerung
Analysen	Weender, In-vitro-Verdaulichkeit				zusätzl. Gärsäuren u. sensorische Beurteilg.
Anmerkung	Die Proben der 4 Wiederholungen wurden zusammengelegt	1. - 3. Tage Trocknung	für Heuballen wurde die Probe vom Schwad genommen	8 - 10 Wochen Lagerungsdauer	Gärsäuren nur bei Silagen und Gärheu

**Abbildung 2: Probenflussdiagramm**

**Tabelle 5: Nährstoffgehaltswerte des Ausgangsbestandes/-futters beim 1. Schnitt, Dauerwiese, Lindenacker, Piber, 2008 (Werte in g bzw. MJ/kg TM)**

	RP	RFA	RFE	RA	NEL
Ausgangsbestand	103	307	25,5	108	5,24
Anwelkfutter 60-80%TM	74	325	18,6	90	5,13

In der *Tabelle 6* werden die Nährstoffgehalte der fertigen Silagen, des Gärheues und Heues dargestellt. Es wurde keine Differenzierung zwischen den Pressensystemen durchgeführt, weil keine Unterschiede in den Ergebnissen bezogen auf die Inhaltsstoffe zu finden waren. Auch zwischen den einzelnen Konservierungsformen lässt sich keine Differenzierung durchführen.

**Tabelle 6: Nährstoffgehaltswerte der Silage, Gärheu und Heu, 1.Schnitt, Dauerwiese, Lindenacker, Piber, 2008 (Werte in g bzw. MJ/kg TM)**

	TM g/kg					
	FM	RP	RFA	RFE	RA	NEL
Gärheu 60% TM	590	83	317	22,1	86	5,35
Gärheu 80% TM	762	74	329	19,9	91	5,08
Bel.Heu	839	76	312	16,7	82	5,35
Bodenheu	818	74	324	18,9	85	5,20

In *Tabelle 7* sind die Ergebnisse der Gärqualitätsbeurteilung aufgelistet. Ein deutlicher Unterschied kann im Gehalt an Gärsäuren zwischen den beiden TM-Stufen 60 und 80 % festgestellt werden. Ein geringer Anteil mit 4,7 g Milchsäure konnte im Futter nachgewiesen werden, dass mit rund 60 % TM-Gehalt geerntet wurde. Während bei der sehr trockenen 80 % TM-Stufe bei fast allen Varianten nur mehr ein geringer Anteil an Essigsäure nachgewiesen wurde, konnte im mit 25 Messer geschnittenen Futter noch ein mit 0,5 g/kg FM sehr geringer Anteil an Milchsäure festgestellt werden. Der pH-Wert war bei allen Varianten erwartungsgemäß hoch.

**Tabelle 7: Gärqualität von Gärheu, 1. Schnitt (Werte in g/kg FM)**

	TM	MS	ES	BS	ph- Wert	NH <sub>3</sub> -N %	Punkte
	g/kg FM	g/kg FM	g/kg FM	g/kg FM			
Gärheu 60% TM	629	4,7	3,5	0,8	5,7	4,7	66
Gärheu 80% TM	806	n.n.	1,7	n.n.	5,7	1,9	66
Gärheu 80% TM locker gepresst	820	n.n.	2,8	n.n.	5,8	1,5	65
Gärheu 80% TM mit 25 Messer	818	0,5	2,7	n.n.	5,7	1,8	68

Zum 2. Aufwuchs stand eine Wechselwiese mit einem hohen Gräseranteil und einem hohen Rotkleeanteil (20 Gew.%) für den Versuch zur Verfügung. Die Witterungsbedingungen ließen eine gleichmäßigere Abtrocknung zu (siehe auch *Tabelle 1*). Somit konnte Silage mit einem TM-Gehalt von etwas mehr als 40 % am 26. August geerntet werden. Die geplante 60 % TM-Stufe konnte am darauffolgenden Tag aufgrund maschinentechnischer Probleme nicht zum von uns gewünschten Zeitpunkt geerntet werden (siehe *Tabelle 9* – TM-Gehalt von Gärheu). In *Tabelle 8* sind

die Inhaltsstoffe nach Weender und eine Energiebewertung aufgelistet. An den im Vergleich zum 1. Aufwuchs auf der Dauerwiese höheren Rohproteinwerten ist der höhere Rotkleeanteil gut abzulesen. Die Abnahme des Rohproteinwertes um mehr als 20 g/kg TM vom Ausgangsfutterbestand bis zum Anwelkfutter für Gär-, Belüftungs- und Bodenheu spiegelt die Ernteverluste wieder. Für Silage lag der Wert erwartungsgemäß mit 123 g/kg TM genau zwischen den Werten für den Ausgangsbestand und dem wesentlich stärker angetrocknetem Futter für Gär-, Belüftungs- und Bodenheu.

Die Bestandesentwicklung mit bei Knaulgras vollem Rispenstand und Rotklee Mitte Blüte kommt auch durch den Rohfasergehalt mit 28 bis 29 % zum Ausdruck. Die Energiebewertung mit knapp über oder um 5,0 MJ/NEL liegt in der unteren Hälfte laut der Futterwerttabellen (RESCH, 2006). Die hohen Rohaschegehaltswerte deuten auf eine stärkere Verschmutzung des Futters und hier besonders des Anwelkfutters für Silage hin. Die Ursache dafür dürfte in der geringen Bestandesdichte und den feuchten Bodenverhältnissen - stärkere Regenereignisse vor dem Erntebeginn - zu suchen sein. Auch das schon sehr trockene Anwelkfutter für Gärheu mit knapp 80 % TM-Gehalt wies mit 13,6 % noch einen sehr hohen Aschegehaltswert auf.

**Tabelle 8: Nährstoffgehalte des Ausgangsbestandes und Anwelkfutters, 2. Schnitt, Wechselwiese, Piber, 2008 (Werte in g bzw. MJ/kg TM)**

	RP	RFA	RFE	RA	NEL
Ausgangsbestand	135	294	29,3	111	5,3
Anwelkfutter 45%TM	123	278	24,4	158	5,0
Anwelkfutter 80%TM	114	276	24,1	136	5,2

In *Tabelle 9* sind die Nährstoffgehaltswerte nach Weender mit einer Energiebewertung vom fertigen Futter – Silage, Gärheu und Heu – angeführt. Zwischen den einzelnen Konservierungsformen lassen sich anhand dieser Zahlen interessante Unterschiede ablesen. Besonders negativ ist wie bereits im Ausgangsmaterial gemessen der hohe Ascheanteil im Futter zu sehen. Dieser Umstand führte bei der Beurteilung der Gärqualität zu einer nur „genügenden“ Bewertung von Einzelproben (siehe *Tabelle 10*). Die Punktesumme für Silage liegt mit 56 Punkte auch etwas unter der für Gärheu. Insgesamt wurde das Qualitätsniveau nur mit „befriedigend“ beurteilt.

**Tabelle 9: Nährstoffgehaltswerte von Silage, Gärheu und Heu, 2. Schnitt, Wechselwiese, Piber, 2008 (Werte in g bzw. MJ/kg TM)**

	TM g/kg					
	FM	RP	RFA	RFE	RA	NEL
Silage	422	124	293	31,5	150	5,1
Gärheu	759	117	288	26,2	128	5,3
Bel.Heu	839	116	292	23,8	125	5,3
Bodenheu	858	116	307	26,7	127	5,1

### Die Pressdichte

Die erreichte Pressdichte ist in der *Tabelle 11* für beide Schnitte abzulesen. Die Einzelwerte lagen alle zwischen 185 und 216 kg TM/m<sup>3</sup>. Damit lagen die Werte deutlich

**Tabelle 10: Gärqualität von Gärheu bei unterschiedlichem TM-Gehalt und Behandlung, 2. Schnitt (Werte in g/kg FM)**

	TM	MS	ES	BS	ph- Wert	NH <sub>3</sub> -N %	Punkte
	g/kg FM	g/kg FM	g/kg FM	g/kg FM			
Silage TM	447	12,6	3,6	8,4	5,4	7,9	56
Gärheu TM	828	n.n.	2,2	n.n.	6,1	1,8	58
Gärheu locker gepresst	802	n.n.	1,8	n.n.	6,0	1,9	60
Gärheu mit 25 Messer	775	n.n.	2,0	n.n.	6,1	2,0	58

über der im Mittel in der Praxis gemessenen Werte (RESCH, 2008).

Eine leichte Differenzierung zwischen den Presssystemen konnte festgestellt werden. Bei Silage lagen die Werte mit 211 zu 188 kg TM/m<sup>3</sup> sogar deutlich auseinander. Ebenso bei der 80 % TM Stufe. Nur beim 1. Schnitt bei der Anwelkstufe von 60 % konnten von der Festkammerpresse etwas dichtere Ballen gepresst werden. Die Werte für „geringe“ Pressdichte sind nicht als Vergleichswerte für die Technik zu verstehen sondern dienen lediglich als Vergleichswert für die Praxis. Die Einstellung und Fahrweise und hier vor allem die Fahrgeschwindigkeit bestimmen maßgeblich die Pressdichte. Die Zuschaltung des Schneidwerkes kann zwar grundsätzlich die Pressdichte steigern, kaum jedoch, wenn bereits insgesamt hohe Pressdichten erreicht wurden.

**Tabelle 11: Pressdichte bei unterschiedlichen TM-Stufen und Maschineneinstellungen (Werte in kg TM/m<sup>3</sup>)**

Parameter und Einstellungen	Variable Kammerpresse		Fix- kammerpresse	
	1.Schnitt	2.Schnitt	1.Schnitt	2.Schnitt
TM-Stufe	40%	...	211	...
	60%	216	...	220
	80%	195	212	183
mit Schneidwerk (80%TS)	206	206	...	...
geringe Pressdichte (80%TS)	112	155	...	...
Belüftungsheu	120	135	113	131
Bodenheu	...	138	...	118

### Zusammenfassung

Auf den Flächen des Bundesgestüts Piber wurden im Jahr 2008 beim 1. Schnitt auf einer Dauerwiese und beim 2. Schnitt auf einer Wechselwiese die Ernte mit einer Fixkammerpresse (Welger RP 235 Profi) und einer variablen Kammerpresse (Welger 435 Master) bei unterschiedlichen Anwelkstufen (40/60/80 % TM) durchgeführt. Vom Ausgangsbestand, von den fertig gepressten Rundballen und der fertigen Silage bzw. dem fertigen Gärheu wurden Proben zur Bestimmung der Futterqualität (Weender, Gärqualität und sensorische Beurteilung) gezogen.

Die Futterqualität hielt sich bei beiden Schnitten auf niedrigem bis mittlerem Niveau. Das war zum einen auf ungünstige Witterungsbedingungen sowie auf die grundsätzliche Betriebsausrichtung (Pferdewirtschaft) zurückzuführen. Die hohen Rohfasergehalte von über 30 % beim 1.Schnitt und die extrem niedrigen Rohproteinwerte um 8 % bestätigen

diese Aussage. Beim 2. Schnitt wurde bei der Silage mit 15 % Rohascheanteil eine starke Verschmutzung gemessen, die auf die vorhergehende nasse Witterung und den lückigen Bestand (Wechselwiese im 1. Hauptnutzungsjahr) zurückzuführen ist.

Unter diesen schwierigen Bedingungen – überständiges, grobes Grundfutter – zeigten sich leichte Vorteile für die Gärheuproduktion gegenüber der Silageproduktion.

Gegenüber der Heuproduktion lassen sich leichte Vorteile hinsichtlich der Staubentwicklung erkennen, wenngleich der intensive maschinentechnische Einsatz (Schneidwerk) diesen Vorteil wieder relativiert.

Hohe Pressdichten sind für die Lagerstabilität neben der konsequenten Mehrfachwicklung von Gärheusilagen unbedingt notwendig. Die in der Praxis „normalerweise“ erreichten Dichten von 150 bis 160 kg TM/m<sup>3</sup> sind deutlich zu wenig.

Für die erfolgreiche Gärheubereitung sind je nach den geplanten Nutzungsrichtungen (Milchviehfutter – Pferdefutter) Pflanzenbestände in jungen (Rispschieben) bis mittelspäten (Mitte Blüte) Entwicklungsstadien gut anzuwelken. Der Zettersatz sollte sich aufgrund der Bröckelverluste auf die maximal notwendigen Überfahrten reduzieren. Die Pressdichte sollte mindestens bei 180 kg TM/m<sup>3</sup> liegen. Die Fahrgeschwindigkeit ist dahingehend anzupassen. Gärheu für die Pferdefütterung sollte nicht oder nur mit wenigen Messern geschnitten werden.

Gärheu kann mit Silagen und Heu konkurrieren und stellt eine mögliche Alternative Konservierungsform unter Beachtung einiger Rahmenbedingungen dar.

### Literatur:

BENDER, I. (2000): Praxishandbuch Pferdefütterung. Kosmos (Franckh-Kosmos) Verlag, S. 7, 43, 44, 169-171, 182, 192.

BUCHGRABER, K., R. RESCH und A. BLASCHKA (2003): Entwicklung, Produktivität und Perspektiven der österreichischen Grünlandwirtschaft. 9. Alpenländisches Expertenforum, 27. - 28. März 2003. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irnding. Seite 9-17.

FINKLER-SCHADE, C. (2008): Zicke, zacke Heu, Heu, Heu. St. Georg Special Pferdefütterung, Info 10/2008 S, S. 52-66.

GREIMEL, M. (2002): Einsparungspotentiale in der Grundfutterkonservierung. 8. Alpenländisches Expertenforum, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irnding. S. 77.

HOLZER, S. (2009): Die Einflüsse der Bröckelverluste und der Stängel-/Blattverhältnisse bei der Produktion von Silage, Heulage und Heu auf die Pferdefütterung.

MEYER, H. (1992): Pferdefütterung. 2. verbesserte und erweiterte Auflage, Parey Verlag.

PÖLLINGER, A. (2002): Einfluss der Erntetechnik auf die Futterqualität. Vortrag im Rahmen der Wintertagung für Grünland- und Viehwirtschaftstage, S. 8.

RESCH, R., T., GUGGENBERGER, L., GRUBER, F., RINGDORFER, K., BUCHGRABER, G., WIEDNER, A., KASAL, K., WURM (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG Sonderbeilage. Der Fortschrittliche Landwirt. Heft 24 / 2006. A-8010 Graz

RESCH, R. (2008): Praxisorientierte Strategien zur Verbesserung der Qualität von Grassilagen in Österreich. Abschlussbericht am LFZ



Raumberg-Gumpenstein. Projektnummer: LFZ 073523, Dafne 100325. Altirdning 11, A-8952 Irdning.

THAYSEN, J. (2006): Grobfutter in der Pferdehaltung. Praxishandbuch Futterkonservierung. Silagebereitung, Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien. 7. Auflage 2006. DLG Verlag.

WIEDNER, G. (2009): Hygienestatus des Grundfutters, Erfahrungen eines Praxislabors. Beitrag im Rahmen des 15. Alpenländischen

Expertenforums am 26. März 2009, LFZ Raumberg-Gumpenstein. Altirdning 11, A-8952 Irdning.

WIKIPEDIA (2009): Seite „Clostridium botulinum“. Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 23. Januar 2009, 18:56 UTC. URL: [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Clostridium\\_botulinum&oldid=55746630](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Clostridium_botulinum&oldid=55746630) (Abgerufen: 10. März 2009, 17:22 UTC).

# Qualitätsveränderungen bei der Lagerung von Silage und Heu

Karl Buchgraber<sup>1\*</sup>

## Einleitung

Bei der Fütterung von Wiederkäuern und Pferden tritt das Grundfutter wie Heu, Silage, Gärheu und Weidefutter aufgrund der trendigen Preiserhöhung der Kraftfuttermittel wieder in den Vordergrund. Sowohl die Mutterkuh wie auch die Hochleistungskuh sind dankbar für bestes Grundfutter. Der Grünlandbauer und Futtermittelhersteller ist gefordert, aus guten Pflanzenbeständen die bestmögliche Umsetzung der Biomasse in der Fütterung mit geringsten Verlusten zu erzielen. Demnach wäre die gut geführte Weide ideal, jedoch müssen wir im Alpenland rund 200 Tage im Jahr mit teuren Konserven (Heu, Gärheu und Silage) die Tiere über die vegetationslose Zeit bringen. Die Feldverluste bei der Konservierung wie Atmungs- und Bröckelverluste spielen

eine entscheidende Rolle, wobei gerade die Trockenfutterbereitung bei unsachgemäßer Werbung massiv betroffen sein kann. In diesem Beitrag soll die Veränderung der Inhaltsstoffe (Rohfaser, Rohprotein,  $\beta$ -Carotin, Fettsäuremuster, Mengen- und Spurenelemente, Verdaulichkeit und Energiegehalt) und der Hygiene (Schimmel- und Hefepilze, Staub) bei der Lagerung von Heu und Silage über einen Zeitraum von 18 Monaten betrachtet werden.

## Material und Methodik

Von zwei Grünlandbetrieben im Steirischen Ennstal wurden im Vegetationsjahr 2006 insgesamt sechs Futterproben (zwei Silagen und vier Trockenfutterproben) in rund 100 kg Einheiten im Heubergeraum des LFZ Raumberg-

Tabelle 1: Futterqualitätskriterien und Kategorien bei Heu und Grassilage (BUCHGRABER, 2008)

Futterqualitätskriterien	geringe bis mindere Qualität	mittlere bis gute Qualität	sehr gute Futterqualitäten
Energiegehalt in MJ NEL/kg TM	< 4,5	4,5 – 5,8	> 5,8
Verdaulichkeit der org. Masse in % (VOM%)	< 55	55 – 70	> 70
Rohfasergehalt % i.d.TM			
Heu	> 32	28 – 32	< 28
Silage	> 30	25 – 30	< 25
Rohprotein % i.d.TM			
Heu	< 9	9 – 12	> 12
Silage	< 10	10 – 14	> 14
Rohasche % i.d.TM	< 8	8 – 9	10
+ erdige Verschmutzung % <sup>1)</sup>	> 3	2 – 3	1
Carotingehalt in mg/kg TM	< 50	50 – 100	> 100
<b>Hygienische Aspekte</b>			
Schimmelpilze/g Futter	> 250.000	10.000 – 250.000	< 10.000
	mit dem Auge an plattigen Schimmelstellen erkennbar	mit dem Auge am silbrigen Belag erkennbar	
	muffiger bis derber Geruch	starkes Stechen in der Nase	leichtes Kitzeln in der Nase
	extreme Staubentwicklung	mittlere Staubentwicklung	geringe bis keine Staubentwicklung
Buttersäurebakterien/Clostridien/g Silage	> 100.000	10.000 – 100.000	< 10.000
Buttersäure in % i.d.TM	> 1,2	0,3 – 1,2	< 0,3
	intensiver Buttersäuregeruch, unangenehmer bis stinkender Geruch	mittlerer Buttersäuregeruch, leicht störend	kaum riechbar

<sup>1)</sup> Später gemähtes und stängelreiches Futter, insbesondere Heu, weist in der Trockenmasse meist nur mehr 80 g Rohasche (wenig Mengen- und Spurenelemente) auf. Liegt hier eine erdige Verschmutzung vor, so geht die auch nur über 100 g/kg TM. Eine organische Verschmutzung durch Mist- und Futterreste ist gerade durch die trockeneren Wetterlagen im Herbst und Frühjahr häufiger zu erwarten – in der Rohasche findet man diesen Verschmutzungsanteil nicht.

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, A-8952 Irnding

\* Ansprechpartner: Univ.DoZ. Dr. Karl Buchgraber, email: [karl.buchgraber@raumberg-gumpenstein.at](mailto:karl.buchgraber@raumberg-gumpenstein.at)

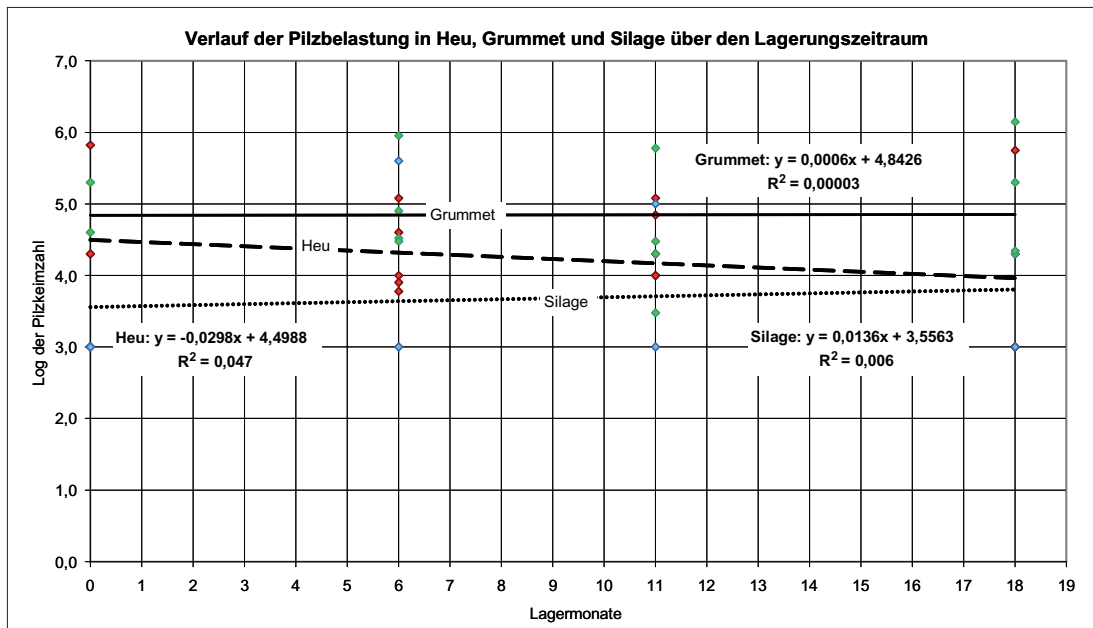


Abbildung 1: Verlauf der Pilzbelastung der Futterproben über den Lagerungszeitraum (2006-2008)

Gumpenstein eingelagert und insgesamt viermal, in Abständen von 5 bis 6 Monaten, beprobt. Die Proben wurden sodann am LFZ Raumberg-Gumpenstein auf Inhaltsstoffe (Rohfaser, Rohprotein, Rohfett, Rohasche, Verdaulichkeit, Energiegehalt), auf die Mengen- und Spurenelemente untersucht. Im Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich wurde der hygienische Status (Pilze, Bakterien) und im Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Vet.-Med. Wien das Fettsäuremuster analysiert. Die Ausgangswerte bei Heu und Silage zur Einlagerung lagen aufgrund der unterschiedlichen Pflanzenbestände, der Aufwüchse, der Bewirtschaftung und Ernte sowie der Klimabedingungen differenziert vor, danach herrschten

für das Trockenfutter gleiche Lagerungsbedingungen im Heubergeraum, die Silage wurde im Ballen im Freien gelagert.

### Ergebnisse und Diskussion

Die geringe Probenzahl mit durchschnittlichen Futterpartien lässt keine harten statistischen Ergebnisse erwarten, doch werden bei einzelnen Parametern leichte Trends erkennbar, die für die Praxis Hinweise geben können. Die Futterqualitätskriterien bei den einzelnen Qualitäten für Heu und Silage werden in *Tabelle 1* dargelegt, um die nachfolgenden Ergebnisse einordnen zu können.

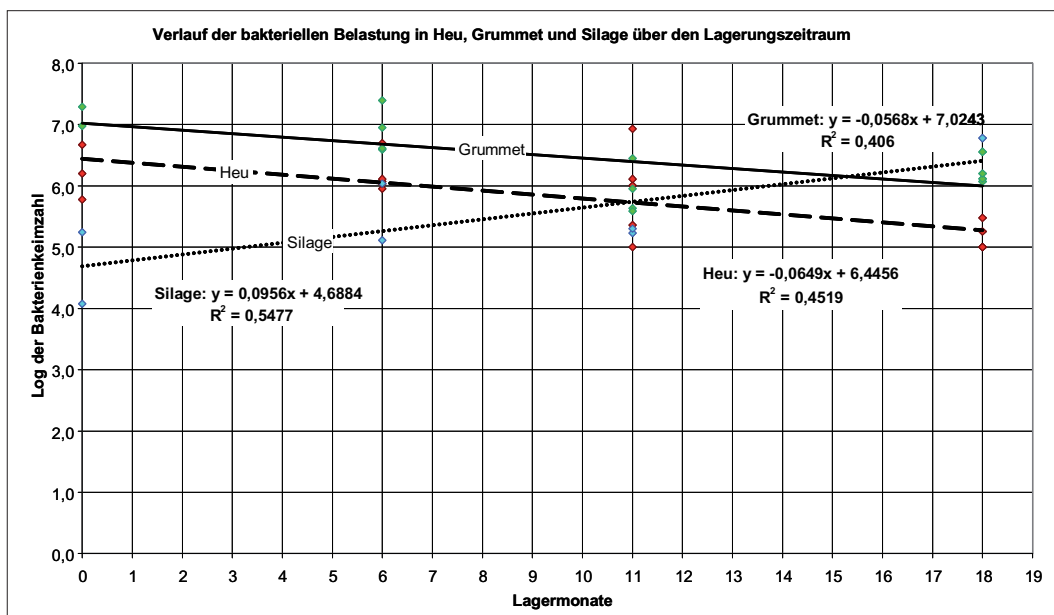


Abbildung 2: Verlauf der bakteriellen Belastung der Futterproben über den Lagerungszeitraum (2006-2008)

## Hygienischer Status der Futterpartien

Bei der Betrachtung des Verlaufs der Pilzbelastung in *Abbildung 1* zeichnet sich sowohl beim Grummet als auch bei der Silage ein leichter Anstieg der Pilzbelastung ab, wobei die Bestimmtheitsmaße extrem gering sind und die Trendlinien daher sehr vorsichtig zu betrachten sind. Beim Heu ist mit einem ebenfalls schwachen Bestimmtheitsmaß eine Senkung der Pilzbelastung im Laufe der Lagerung zu beobachten. Die sinkende bzw. nur minimal ansteigende Pilzbelastung spricht insgesamt für relativ konstante Lagerbedingungen. Der leichte Anstieg der Silagenverpilzung basiert auf einer Zunahme der bereits vorhandenen Schimmelpilzart, es findet im Laufe der Lagerung keine Neukontamination statt.

*Abbildung 2* zeigt den Verlauf der bakteriellen Belastung von Heu, Grummet und Silage. Alle drei Regressionsgeraden weisen ein relativ gutes Bestimmtheitsmaß zwischen 0,41 (Grummet) und 0,55 (Silage) auf. Bei Heu und Grummet nimmt die bakterielle Besiedlung ab. Beim Grummet weisen die beiden untersuchten Chargen des ersten Probestermine einen relativ hohen Bakteriengehalt auf, das Grummet von Betrieb 2 liegt bereits über dem nach ADLER (2002) kritischen Wert von 7 log KbE/g. Im weiteren Verlauf nehmen die Bakterien-Keimgehalte der Grummet-Proben ab. Bei den Silagen hingegen steigt die bakterielle Keimbelastung an, wobei der Keimgehalt noch unter dem kritischen Wert bleibt. Der Anstieg der Bakterien-Keimzahl kann eventuell auch mit dem Hefen-Anstieg zusammenhängen, da Hefen, wie bereits angesprochen, als Wegbereiter für andere Gär-schädlinge gelten.

**Entscheidend für die Lagerfähigkeit von Heu bzw. Silage sind die Einlagerungsqualitäten und die anschließenden Lagerungsverhältnisse. Spitzenqualitäten mit einer geringen Ausgangsbelastung an Pilzen und Bakterien werden eine Überlagerung bei guten konstanten**

**Lagerungsbedingungen mit einem guten hygienischen Status überstehen. Gehen die Futterpartien schon mit einer hohen hygienischen Grundbelastung ins Lager, so geht die Qualität bis hin zum Verderben der Futterpartien. Bei mangelhaft konservierten Silagen geht dieser Prozess schneller als bei Trockenfutter.**

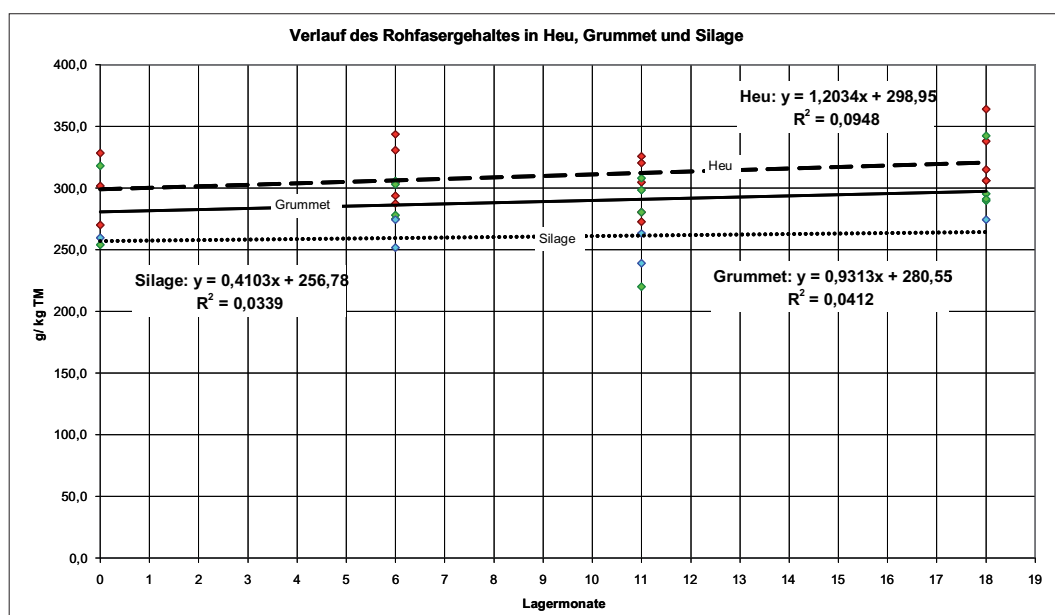
## Rohfaser

Die Rohfaser als Strukturlieferant verhält sich über die Lagerungsperiode relativ konstant (siehe *Abbildung 3*). In der Rohfaserfraktion Cellulase findet ein minimaler Abbau statt, indirekt werden dadurch Hemicellulose und das Lignin relativ angehoben. Die Strukturwirksamkeit der Heu- und Silagepartien bleibt über die gesamte Lagerungsperiode erhalten, sofern keine mikrobielle Beeinflussung vorliegt. Die Ausgangswerte bei der Rohfaser von 300 g/kg TM (Heu) weisen auf einen Schnittermin zur Blüte hin, das Grummet wurde bei 270 g/kg TM genommen und die Silage wurde beim Ähren-/Rispschieben gemäht. Diese Mähzeitpunkte sind durchaus landesüblich. Der leichte Anstieg des Rohfasergehaltes von 20 bis 40 g/kg TM über 18 Monate könnte im Bröckelverhalten der Blattanteile während der Lagerung begründet sein.

**Beim getrockneten Heu bzw. Grummet nimmt der Rohfasergehalt über 18 Monate Lagerung um 2 bis 4 % zu, da hier die Bröckel- und Abriebverluste am Lager sowie Beeinträchtigung durch die Probenahme durchschlagen. Würde das Blumach (Bröckel und Abrieb) in die Gesamtbilanz eingehen, so blieb der Rohfasergehalt unverändert. Bei Silage zeichnet sich im Rohfasergehalt keine Veränderung über die gesamte Lagerungsperiode ab.**

## Rohprotein

Die Silage zeigte bei der Einlagerung Rohproteinwerte von über 160 g/kg TM, während der Lagerung blieben diese



*Abbildung 3:* Verlauf des Rohfasergehaltes in Heu, Grummet und Silage während 18 Monate Lagerung

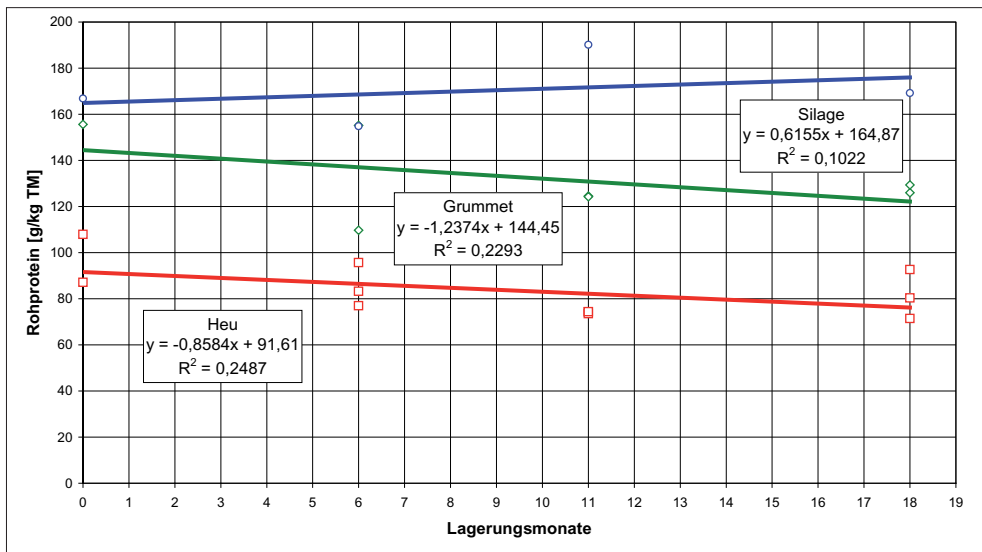


Abbildung 4: Verlauf des Rohproteingehaltes von Heu, Grummet und Silage bei Lagerung über 18 Monate

Werte erhalten. Beim Trockenfutter trat sowohl bei Heu als auch Grummet eine Rohproteinabnahme von 10 bis 20 g/kg TM ein (siehe *Abbildung 4*). Das ist auch ein Hinweis dafür, dass die proteinhaltige Blattmasse im Lager abbröckelt.

**Der Rohproteingehalt in der Silage bleibt während der Lagerung nahezu unverändert. Hingegen nimmt der Rohproteingehalt im Heu und Grummet etwa um 1 bis 2 % ab, dies liegt sowohl daran, dass die Blattmasse und auch Blühhnospen zum Blumach werden.**

### Verdaulichkeit der organischen Masse und Energiegehalt

Die Verdaulichkeit der Silage aber auch vom Trockenfutter Grummet lag bei der Einlagerung bei 66 bis 68 %, pro 6 Monate Lagerungszeit nahm diese um jeweils 1 – 3 % ab, nach 18 Monaten waren es beachtliche 3 bis 5 %. Das Heu startete in der Verdaulichkeit bei 65 % und fiel in

weiterer Folge nicht mehr ab, obwohl der Rohfasergehalt anstieg (vergleiche *Abbildung 5*). Dies ist wohl nur durch die geringe Probenanzahl zu erklären

Im Energiegehalt zeigte das Grummet bei der Einlagerung 5,75 MJ NEL/kg TM, die Silage lag bei 5,50 MJ NEL/kg TM und das Heu wies einen Energiegehalt von 5,25 MJ NEL/kg TM auf. Nach sechs Monaten verzeichnete die Grassilage einen um 0,25 MJ NEL/kg TM niedrigen Energiewert auf, das Grummet fiel um 0,2 MJ NEL/kg TM, hingegen zeigte das Heu bei einem geringen Bestimmtheitsmaß ( $R^2 = 0,35$ ) eine Zunahme des Energiegehaltes. Nach 18 Monaten wies die Grassilage einen Energieverlust von 0,7 MJ NEL/kg TM auf und das Grummet fiel um 0,5 MJ NEL/kg TM (vergleiche *Abbildung 6*).

**Die Verdaulichkeit und somit der Energiegehalt wurden durch die längere Lagerung beeinträchtigt. Im vorgestellten Vergleich nahm die Verdaulichkeit der orga-**

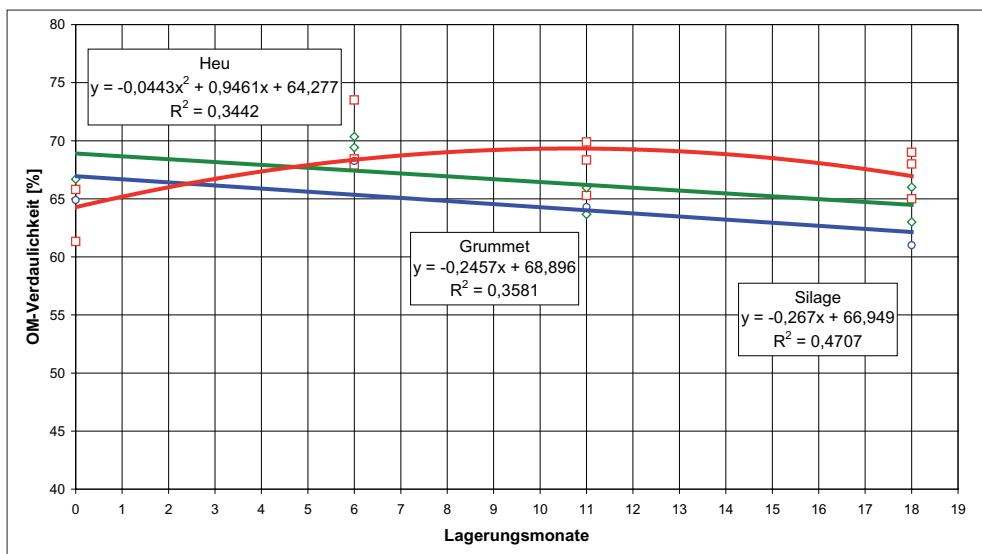


Abbildung 5: Verlauf der OM-Verdaulichkeit von Heu, Grummet und Silage bei Lagerung über 18 Monate

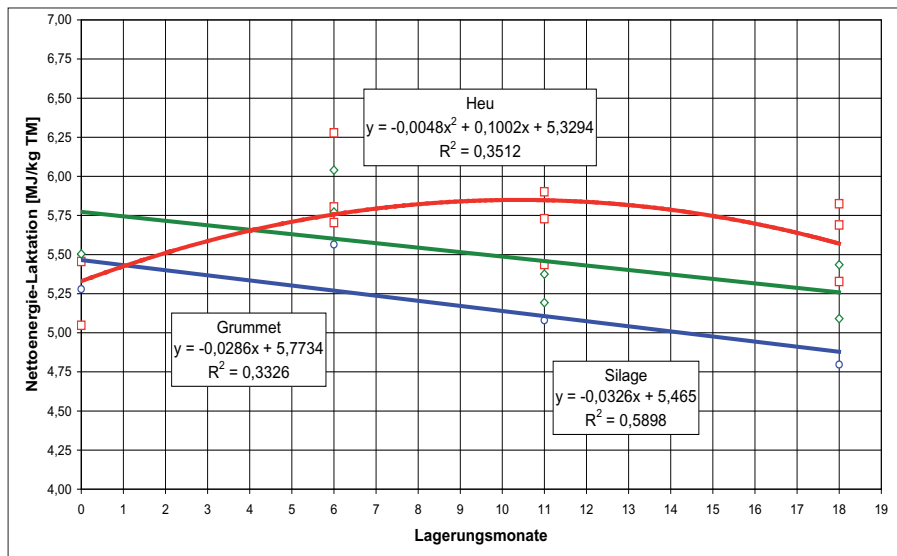


Abbildung 6: Verlauf der Energiedichte (NEL) von Heu, Grummet und Silage bei Lagerung über 18 Monate

nischen Masse um 3 bis 5 % ab und die Energiewerte sanken nach einem halben Jahr um 0,25 MJ NEL/kg TM bei der Grassilage und 0,20 MJ NEL/kg TM beim Grummet.

### Mineralstoffgehalt

Es wurden im Heu und in der Silage die Mengen- und Spurenelemente laufend untersucht. Die Veränderungen im Gehalt während der gesamten Lagerungsperiode waren bei allen Konservierungsformen relativ gering. Als Beispiel wird der Calciumgehalt in der *Abbildung 7* dargestellt.

Im Laufe der beobachteten Lagerung waren keine massiven Ca-Abnahmen festzustellen. Bei den Regressionsgeraden von Silage und Grummet sind die Bestimmtheitsmaße in Höhe von 0,0085 und 0,0078 extrem gering und daher

ist keine qualifizierte Trendaussage möglich, allerdings zeichnet sich im beobachteten Zeitraum kein nennenswerter Ca-Verlust ab. Beim Heu ist mit einem etwas besseren, aber insgesamt immer noch geringen Bestimmtheitsmaß von 0,27 ein leichter Anstieg des Ca-Gehaltes in der Trockenmasse zu verzeichnen. Auch das analysierte Grummet bewegt sich tendenziell mit ca. 9-9,5 g/kg TM im Bereich des entsprechenden Futtertabellenwertes. Grassilagen des zweiten Aufwuchses weisen laut RESCH et al. (2006) einen Ca-Gehalt von durchschnittlich 10,2 g/kg TM auf. Hier liegen die Ca-Werte der analysierten Grassilage im Trend mit 13,5 g zu Beginn und 12,5 g am Ende der beobachteten Lagerungszeit. Hinsichtlich des Ca-Gehaltes ist keine Beeinträchtigung durch die lange Lagerungszeit zu erkennen, dies gilt analog auch für die weiteren Mengenelemente und auch die Spurenelemente.

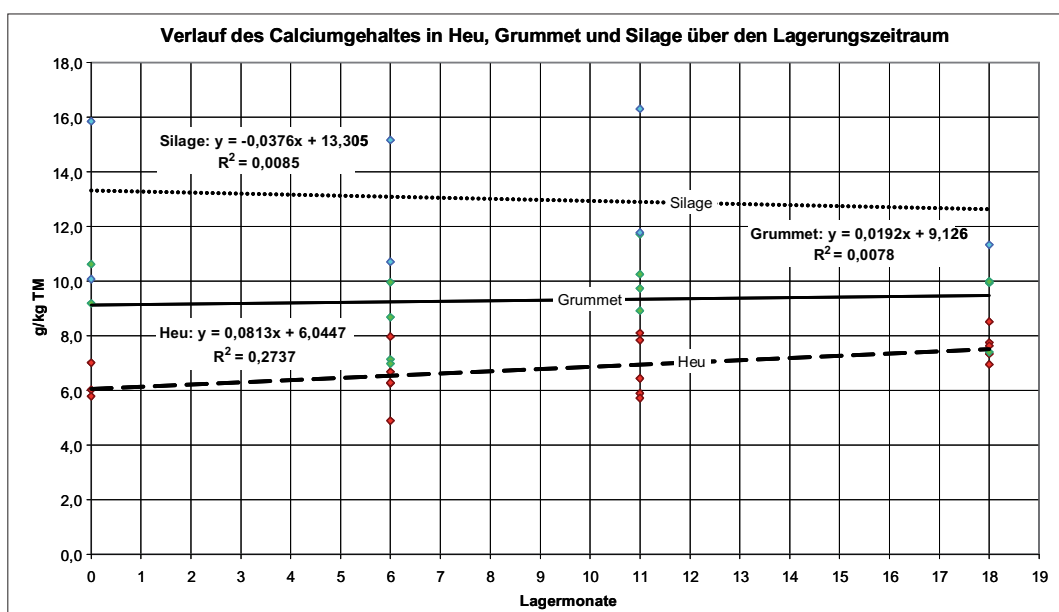


Abbildung 7: : Verlauf des Calcium-Gehaltes in Heu, Grummet und Silage über den Lagerungszeitraum 2006-2008

Der Rohaschegehalt zeigte über die gesamte Lagerungsdauer relativ konstante Werte von unter 100 g/kg TM, die Verschmutzung der Futterproben war äußerst gering bis vernachlässigbar.

## Vitamine

Als essentielle Vorstufe wird hier  $\beta$ -Carotin besonders untersucht.  $\beta$ -Carotin ist eine Vorstufe des fettlöslichen Vitamins A, dessen Zufuhr über die Nahrung notwendig ist, damit die Tiere es in der Leber und dem Dünndarm zum essentiellen Vitamin A umwandeln zu können (JILG, 2005). Carotine kommen laut JEROCH et al. (1999) ausschließlich in pflanzlichem Material vor. Ein Vitamin-A-Mangel macht sich vor allem in Form einer erhöhten Infektionsanfälligkeit der Schleimhäute sowie Fruchtbarkeitsstörungen bemerkbar.

Der Carotin-Gehalt nimmt nach JILG (2005) in frischen Pflanzen mit zunehmendem Alter ab. Des Weiteren wird während den Konservierungsvorgängen ebenfalls Carotin abgebaut, vor allem bei der Heuproduktion durch die Bröckelverluste. GREENHILL et al. (1961) stellten fest, dass der Abbau von Carotin mit der Zunahme der Temperatur zusammenhängt.

Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich auf die Veränderungen des Carotin-Gehaltes der untersuchten Proben nach abgeschlossener Konservierung.

In *Abbildung 8* wird ersichtlich, dass nach der bereits Carotinverluste verursachenden Trocknung sowohl im Heu als auch im Grummet die Carotin-Gehalte stark sinken. Auch wird deutlich, mit welchem unterschiedlichen Carotin-Gehalten die Futterkonserven in die Lagerung gehen. Sowohl beim Heu als auch beim Grummet zeichnen sich erwartungsgemäß deutliche Verluste an Carotin in der Lagerungsphase ab. Die Ausgangswerte nach der Konservierung liegen beim Heu bei durchschnittlich 50 mg/kg TM, beim Grummet bei über 90 mg/kg Trockenmasse.

Nach 18 Monaten Lagerungszeit sind beim Heu noch rund 20 mg/kg TM Carotin im Futter, beim Grummet sind noch rund 50 mg/kg TM analysiert worden. Die Carotingehalte im Trockenfutter haben sich in den 18 Monaten um rund 50 % reduziert, bei Grassilage trat dieser Verlust nicht auf. Die Bestimmtheitsmaße der Heu- und Grummet-Trends sind etwas besser als bei der Silage, mit 0,21 und 0,16 dennoch relativ schwach. Daher müssen die Tendenzen vorsichtig betrachtet werden.

## Fettsäuremuster

Das Wiesenfutter zeichnet sich sehr positiv durch die höheren Gehalte an ungesättigten Fettsäuren aus, abhängig ist dies vom Schnitzeitpunkt des Futters und vom Stängel-/Blattverhältnis. Je mehr junge Blattanteile im Heu bzw. in der Grassilage vorhanden sind, desto mehr sind die ein- bis dreifach ungesättigten Fettsäuren (z.B. Ölsäure, Linolsäure und Linolensäure usw.) vorhanden. Die wichtigen Fettsäuren gehen dann über die Nahrung in das Fleisch und in die Milch. Als Beispiel werden die dreifach ungesättigten Fettsäuren herausgegriffen.

Die absoluten Gehalte der verschiedenen ungesättigten Fettsäuren im Laufe der Lagerung zeigen, dass in der Trockenmasse der untersuchten Proben die Fettsäuren zunehmen. Dies kommt dadurch zustande, dass im Gegensatz zu den Fettsäuren andere Stoffe im Laufe der Lagerung verstärkt abgebaut werden und die Fettsäuren aufgrund dessen verhältnismäßig ansteigen. Es wird damit deutlich, dass in den untersuchten Futterproben selbst die leicht oxidierenden mehrfach ungesättigten Fettsäuren während einer Lagerungszeit von anderthalb Jahren kaum abgebaut werden.

*Abbildung 9* verdeutlicht, dass bei der Silage mit guter Sicherheit ( $R^2 = 0,75$ ) ein ansteigender Trend des Gehaltes an dreifach ungesättigten Fettsäuren in der Trockenmasse gegeben ist. Bei Heu und Grummet liegen leicht zunehmende Tendenzen vor, die allerdings nur mäßig abgesichert sind.

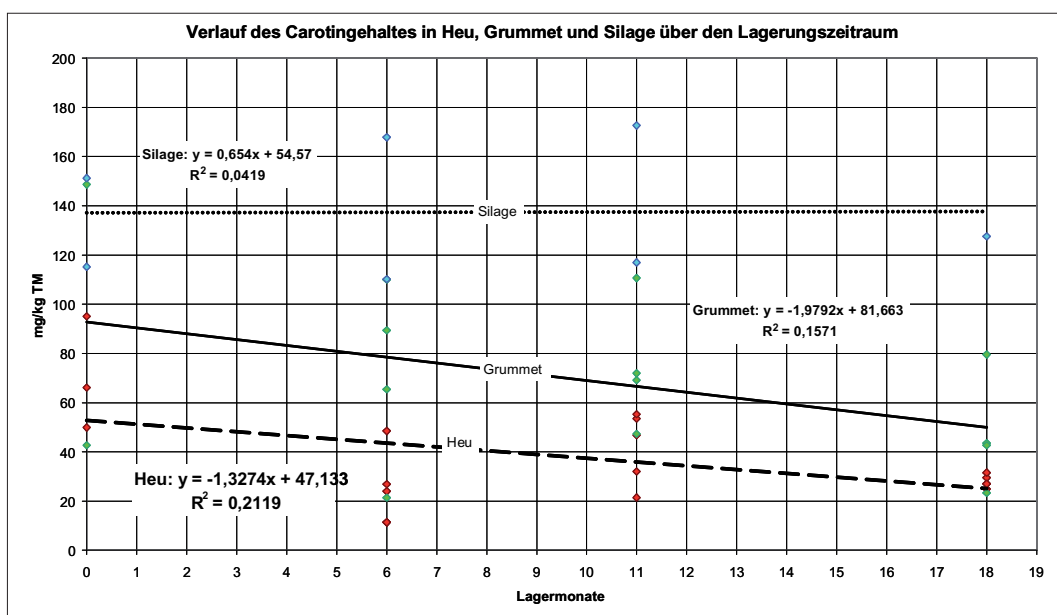


Abbildung 8: Verlauf des Carotingehaltes der Futterproben während der Lagerung (2006-2008)

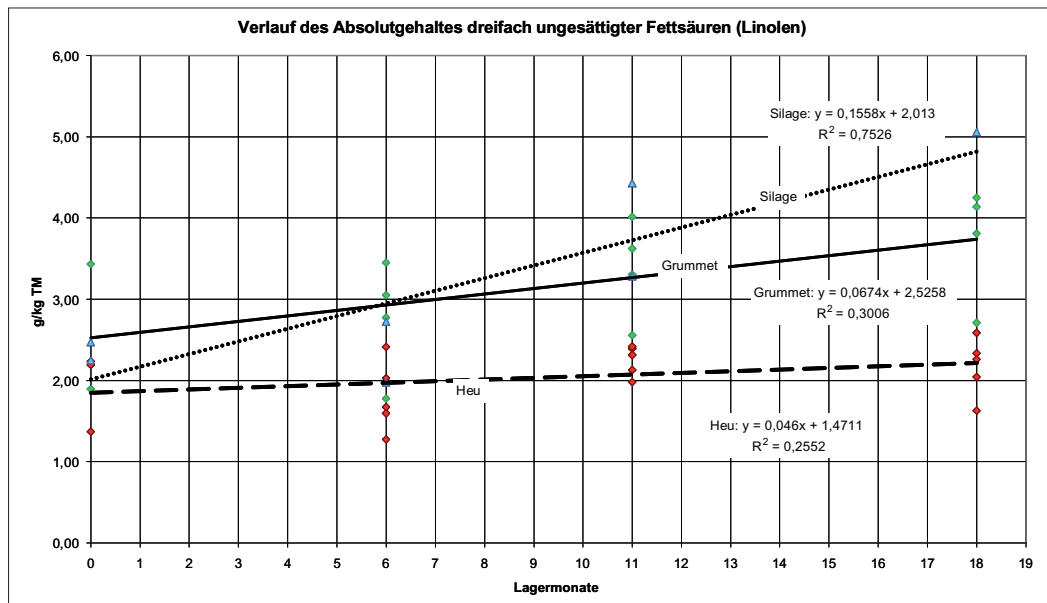


Abbildung 9: Absolute Gehalte an dreifach ungesättigten Fettsäuren in Heu, Grummet und Grassilage im Lagerzeitraum 2006-2008

## Fazit für die Fütterungspraxis

Das Qualitätsspektrum beim Grünlandfutter ist sehr vielfältig und die Qualitätsansprüche der Nutztierkategorien und Leistungsgruppen sind sehr unterschiedlich. Je nach Pflanzenbestand, Schnittzeitpunkt, Ernteverfahren, Konservierung und Lagerung ergeben sich Futterpartien mit charakteristischen Qualitätseigenschaften. Spitzenbetriebe mit hoher Milchleistung brauchen Grundfutter mit hohen Verdaulichkeiten (70 - 75 %) der organischen Masse, und daraus resultiert eine hohe Energiedichte von 6,1 bis 6,5 MJ NEL/kg TM. Derartige Futterpartien sind meist gut mit Nährstoffen, insbesondere Stickstoff, versorgt und liefern bei rechtzeitiger Nutzung auch Rohproteingehalte von 150 bis 170 g/kg TM. Der Rohfasergehalt hängt sehr stark vom Schnittzeitpunkt, vom Anteil der Obergräser und vom Stängel-/Blattverhältnis ab. Je höher die Rohfaserwerte liegen, desto geringer ist der Energie- und Rohproteingehalt. Will man hohe Leistungen aus dem Grundfutter erzielen, sollte der Rohfaseranteil gerade so hoch gehalten werden, dass die Strukturwirksamkeit gegeben und die Futteraufnahme bestmöglich gewährleistet ist. Die Überlagerung von guten Futterpartien, insbesondere von Grassilagen und Heu/Grummet ist möglich, jedoch sind Verluste im Energiegehalt und Rohproteinwert zu erwarten. Der Rohfasergehalt nimmt bei der Überlagerung im Trockenfutter eher zu und der  $\beta$ -Carotiningehalt deutlich ab, in der gut konservierten Grassilage bleiben hingegen die  $\beta$ -Carotinwerte erhalten. Die ungesättigten Fettsäuren können sowohl bei Heu als auch Grassilage konserviert werden. Entscheidend für eine Überlagerung sind der hygienische Zustand des Futters, d.h. liegt eine Verschimmelung, Verhefung oder eine Buttersäuregärung vor, so wird jeder Lagerungstag den Qualitätsstatus des Grundfutters verschlechtern. Schlechte Futterpartien

gehören rasch verfüttert, während gute Qualitäten den hygienischen Status halten können.

## Literatur

- ADLER, A., 2002: Qualität von Futtermitteln und mikrobielle Kontamination. In Bericht: 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.-11. April 2002; Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, S. 17-25.
- BUCHGRABER, K., L. GRUBER, A. PÖLLINGER, E.M. PÖTSCH, R. RESCH, W. STARZ und A. STEINWIDDER, 2008: Futterqualität aus dem Grünland ist wieder mehr wert. Der fortschrittliche Landwirt 86, (6), 16-19.
- GREENHILL, W.L., J.F. COUCHMAN and J. DE FREITAS, 1961: Storage of hay. 3. Effect of temperature and moisture on loss of dry matter and changes in composition. In: Journal of the Science of Food and Agriculture 12, S. 293-297.
- JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 1999: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ulmer Verlag Stuttgart; S. 174-283.
- JILG, T., 2005: Wie viel  $\beta$ -Carotin braucht die Milchkuh? Aulendorf, 4 S.
- URL: [http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1188624\\_11/LVVG1\\_Carotinversorgung%20der%20Milchkuh.pdf](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1188624_11/LVVG1_Carotinversorgung%20der%20Milchkuh.pdf)
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER, und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der fortschrittliche Landwirt (24), Sonderbeilage, 20 S.

## Danksagung

Herrn Dr. Fritz Völk für die Anregung und wertvollen fachlichen Inputs sowie den ÖBf für die finanzielle Unterstützung sei herzlich gedankt. Auch Frau Dr. Tataruch vielen Dank für die Fettsäurenuntersuchung.



## Bericht

### 15. Alpenländisches Expertenforum 2009

Herausgeber:

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning

Druck, Verlag und © 2009

ISBN-13: 978-3-902559-27-2

ISSN: 1818-7722