



lfz
raumberg
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

40. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungsplan
des Bundes

Ökonomik
Proteinversorgung
Grundfutterqualität
Grundfutterkonservierung
Mutterkuhhaltung
Forschungsergebnisse LFZ

18. und 19. April 2013
Grimmingsaal
LFZ Raumberg-Gumpenstein



lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

40. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Ökonomik
Proteinversorgung
Grundfutterqualität
Grundfutterkonservierung
Mutterkuhhaltung
Forschungsergebnisse LFZ

18. und 19. April 2013

Organisiert von:

Lehr- und Forschungszentrum
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Impressum

Herausgeber

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

Direktor

Prof. Dr. Albert Sonnleitner

Leiter für Forschung und Innovation

Mag. Dr. Anton Hausleitner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Nutztierforschung

Satz

Alexandra Eckhart
Beate Krayc
Andrea Stuhlpfarrer

Lektorat

Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber
Dr. Margit Velik

Druck, Verlag und © 2013

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

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902559-93-7

Diese internationale Tagung wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft, Beratungsabteilung finanziert und gefördert.

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

40. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 18.-19. April 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2013

Inhaltsverzeichnis

Grundfutterkosten – Methode und Ergebnisse aus der Vollkostenauswertung der Arbeitskreise Milchproduktion	1
<i>F. HUNGER</i>	
Zur Eignung des Gehalts an Milchinhaltsstoffen als Ketoseindikator.....	9
<i>H. MANZENREITER, B. FÜRST-WALTL, C. EGGER-DANNER und W. ZOLLITSCH</i>	
Wirtschaftliche Milchproduktion ohne extreme Höchstleistungen.....	21
<i>R. und C. NIEDERBERGER</i>	
Fettsäurenmuster von österreichischer Alm-, Vollweide- und Trinkmilch sowie von Milch aus Maissilage-Ration	23
<i>M. VELIK, S. BREITFUSS, M. URDL, J. KAUFMANN, A. STEINWIDDER und A. HACKL</i>	
Die Arbeit mit meinen Mutterkühen – es kann nur eine Herde geben.....	37
<i>D. HEINDL</i>	
Fruchtbarkeit in der Mutterkuhhaltung – eine tägliche Herausforderung	39
<i>B. SAMM</i>	
Einfluss von Zeolith und einem Milchsäurebakterien-Präparat auf Futteraufnahme und Milchleistung sowie Nährstoffverdaulichkeit von Milchkühen.....	41
<i>L. GRUBER, A. PATZ, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, W. SOMITSCH, M. FRÜHWIRTH, B. STEINER und M. URDL</i>	
Einfluss des Konservierungsmanagements auf die Qualität von Raufutter österreichischer Rinderbetriebe – Ergebnisse aus LK-Heuprojekten.....	57
<i>R. RESCH</i>	
Der Einsatz von Silierzusatzstoffen bei Grassilage	73
<i>H. NUSSBAUM</i>	
Eiweiß aus Wiesenfutter und Feldfutter – bedarfsdeckend, gesund und kostengünstig.....	83
<i>C. MEUSBURGER</i>	
Erfahrungen in der Produktion von besten Grassilagequalitäten.....	89
<i>H. und S. TESCHL</i>	
Qualitätshauptproduktion im niederschlagsreichen Salzburger Flachgau	91
<i>K. NEUHOFER</i>	
Mikrobiologische Futterqualität – Ursache für Gesundheitsprobleme in Milchviehherden?	93
<i>G. ANACKER</i>	

Grundfutterkosten – Methode und Ergebnisse aus der Vollkostenauswertung der Arbeitskreise Milchproduktion

Franz Hunger^{1*}

Zusammenfassung

Im Rahmen der Vollkostenauswertung für Milchproduktion, die für den Arbeitskreis Milchproduktion entwickelt wurde, wurden auch die Umlagekostenstellen „Grundfutter ohne Silomais“ und „Silomais“ definiert. Alle anfallenden Kosten und Gemeinleistungen (in erster Linie Ausgleichszahlungen) wurden diesen Kostenstellen nach dem Schema „Kostenrechnung im landwirtschaftlichen Betrieb“ (BMLFUW 2006) zugeordnet. Auf dieser Basis können die Kosten und Gemeinleistungen der Grundfutterproduktion je Hektar Grundfutterfläche ausgewertet werden. Ergänzt um Kosten für Grundfutterzukauf wurden die Grundfutterkosten je Kuh und je Kilogramm Milch ermittelt.

Österreichweit machten rund 200 Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter die Auswertung. Dabei erfassten sie selbstständig auf Basis der einzelbetrieblichen Aufzeichnungen mit Hilfe einer standardisierten Excel-Anwendung und unter Anleitung eines Beraters die notwendigen Daten.

Im Durchschnitt betragen die Grundfutterkosten über 1.000 Euro je Kuh bzw. 15 Cent je kg Milch. Die Auswertungen nach Bewirtschaftungsform (konventionell bzw. bio) und Erschwerniszonen zeigen Unterschiede in den Grundfutterkosten. Die Unterschiede bei den Einzelbetrieben sind jedoch deutlich größer; dies zeigt die Auswertung nach Quartilen.

Schlagwörter: Grundfutterkosten, Umlagekostenstelle, Vollkostenauswertung

1. Einleitung

In einer bundesweit abgestimmten Arbeitsgruppe wurde auf Basis des Schemas „Kostenrechnung im landwirtschaftlichen Betrieb“ (BMLFUW 2006) für die Arbeitskreise Milchproduktion eine EDV-Anwendung entwickelt, um für den Betriebszweig Milchproduktion die Vollkosten auszuwerten. Dazu wurden wie im Schema vorgesehen für das Grundfutter Umlagekostenstellen gebildet (BMLFUW 2006). „Umlagekostenstellen sind Kostenstellen, die keine Marktleistung erbringen. Sie werden eingerichtet, weil nicht alle Leistungen und Kosten unmittelbar auf Betriebszweige verrechnet werden können (...). Von den Umlagekostenstellen werden die dort verbuchten Leistungen und Kosten auf Betriebszweige umgelegt“ (BMLFUW 2006). Die Abgrenzungen, Methoden und Ergebnisse der Umlagekostenstellen

für das Grundfutter werden aus den Vollkostenauswertungen von 200 Betrieben aus dem Jahr 2011 nachfolgend dargestellt. Die Anzahl und Struktur der Betriebe (*Tabelle 1*) zeigt, dass es sich hierbei um keine repräsentative Gruppe von Milchviehbetrieben handelt. Daher sind Rückschlüsse auf die allgemeine Milchproduktion nicht oder nur in eingeschränktem Maße zulässig.

2. Material und Methode

2.1 Hintergründe und Rahmen der Vollkostenauswertung

In den Arbeitskreisen Milchproduktion ist die Teilkostenrechnung (Betriebszweigauswertung (BZA)) mit der Auswertung der Direktleistungen und Direktkosten ein zentraler Bestandteil. Da vielen Arbeitskreisteilnehmern eine weiterführende betriebswirtschaftliche Auswertung bis zu den Vollkosten und im Speziellen auch der Grundfutterkosten – diese werden in der Teilkostenrechnung zum Teil standardisiert – ein Anliegen war und ist, wurde unter folgenden Gesichtspunkten eine standardisierte Excel-Anwendung entwickelt (BMLFUW 2012):

- Übernahme der Direktleistungen und Direktkosten aus der Teilkostenrechnung der Auswertung im Arbeitskreis Milchproduktion (ausgenommen Grundfutterkosten).
- Neben einer vorhandenen Einnahmen-/Ausgabenrechnung inkl. Anlageverzeichnis oder einer Buchhaltung werden keine laufenden Zusatzaufzeichnungen benötigt. Daneben ist das Wissen des Betriebsleiters (z.B. Erhebung von Arbeitszeiten etc.) von besonderer Bedeutung. Diese kennen ihre Betriebe am besten.
- Keine Standardisierungen von Kosten und Leistungen.
- Es werden die Betriebszweige (Hauptkostenstellen), Umlagekostenstellen sowie notwendige Verteilungsschlüssel für die Gemeinleistungen, Vorleistungs- und Faktorkosten aus Gründen der Vergleichbarkeit und Überschaubarkeit vorgegeben.
- Der Betriebsleiter/die Betriebsleiterin selbst erstellt unter Anleitung die Kostenauswertung.
- Der Zeitaufwand muss überschaubar sein: Nach mehrjährigen Erfahrungen zeigt sich, dass für die erstmalige Auswertung rd. ein Tag notwendig ist, für wiederholte Auswertungen werden 3 bis 4 Stunden für die Vollkostenauswertung des eigenen Betriebes benötigt.
- Die Vollkostenauswertung ist in erster Linie ein Managementwerkzeug für den Einzelbetrieb.

¹ Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Auf der Gugl 3, A-4021 Linz

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Franz Hunger, email: franzgeorg.hunger@lk-ooe.at

2.2 Umlagekostenstellen der Grundfutterproduktion

Auf Grund des vorgegebenen Rahmens und der Datenverfügbarkeit wurden zwei Umlagekostenstellen definiert:

- „*Grundfutter ohne Silomais*“: Hier werden alle Gemeinleistungen (EBP, ÖPUL-Prämien, Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete und Prämien aus regionalen Förderprogrammen) und Kosten, die dem Grünland und dem Feldfutter (ausgenommen Silomais) zugeordnet werden können, erfasst. Kosten für Grundfutterzukauf sowie Leistungen und Kosten für Almen werden in dieser Kostenstelle nicht berücksichtigt.
- „*Silomais*“: Wird am Betrieb Silomais angebaut, werden hier alle zuordenbaren Gemeinleistungen und Kosten für den Silomaisanbau erfasst. Somit können auch für Silomais eigene Kostenauswertungen erstellt werden.

2.3 Abgrenzung sowie Leistungs- und Kostenarten der Umlagekostenstellen

Alle Gemeinleistungen und Kosten der Außenwirtschaft, die bis zur Futterlagerstätte (Silo, Heustock, Lagerplatz für Rundballen) anfallen, werden den beiden Umlagekostenstellen zugeordnet. Dazu zählen folgende Leistungs- und Kostenarten:

2.3.1 Gemeinleistungen

- Einheitliche Betriebsprämie: Von der Einheitlichen Betriebsprämie wird der Anteil für das Grundfutter aus der betriebsprämienfähigen Fläche ermittelt.
- ÖPUL: Die Prämien werden, bezogen auf die teilgenommenen Einzelmaßnahmen im ÖPUL, „verursachergerecht“ auf die jeweilige Acker- bzw. Grünlandfläche aufgeteilt. Bei jenen ÖPUL-Maßnahmen, die einen Prämienzuschlag ab einem bestimmten RGVE-Besatz enthalten (z.B. UBAG-Prämie für Grünland, Prämie für biologische Wirtschaftsweise) oder überhaupt ein RGVE-Besatz notwendig ist (z.B. Silageverzicht), wird dieser Zuschlag bzw. diese Prämie direkt der Tierhaltung zugeordnet und nicht den Umlagekostenstellen für das Grundfutter.
- Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete: Bei Betrieben, die diese Ausgleichszahlung erhalten, wird nur jener Prämienanteil auf die Umlagekostenstelle des Grundfutters zugeteilt, den der Betrieb ohne Tierhaltung bekommen würde; der restliche Prämienanteil wird direkt der Tierhaltung zugeordnet.
- Sonstige Gemeinleistungen: In dieser Position werden Prämien für regionale Programme zusammengefasst.

2.3.2 Kosten

2.3.2.1 Direktkosten

Saatgut: Kosten für Saatgut z.B. Nachsaat Grünland, Mais-saatgut, Feldfuttermischungen

Pflanzenschutz: nur Pflanzenschutzmittel

Handels- und Wirtschaftsdünger: Die Nährstoffe N, P₂O₅, K₂O des Wirtschaftsdüngers aus der Tierhaltung werden zu Handelsdüngerzukaufspreisen bewertet und der Tierhaltung

als Leistung verbucht. Gemeinsam mit einem allfälligen Handelsdüngerzukauf werden die gesamten Kosten für den Dünger (Handels- und Wirtschaftsdünger) auf die Acker- und Grünlandfläche auf Basis des Nährstoffentzuges aufgeteilt. Die Kosten der Wirtschaftsdüngerausbringung werden der Tierhaltung (und nicht der Flächenbewirtschaftung) zugeordnet.

Siliermittel, Silofolien, Bindegarn, Netze, Vliese etc.: Dieser Kostenstelle werden nur Kosten für diese Hilfsmittel zugeordnet. Erfolgt das Wickeln von Rundballen über einen Lohnunternehmer/über den Maschinenring, werden die gesamten Kosten für diese Dienstleistung (auch das Netz und die Folie) in der Kostenart Lohnmaschinen, Maschinenring berücksichtigt.

2.3.2.2 Übrige Vorleistungskosten

- Betriebs- und Reparaturkosten Maschinen: In dieser Kostenposition werden Treibstoffe, Schmierstoffe, Reparaturen von Maschinen und sonstiges Werkzeug zugeordnet, die durch Maschinen anfallen, bis das Grundfutter im Futterlager liegt. Betriebs- und Reparaturkosten ab der Entnahme (z.B. Mischwagen) und der Wirtschaftsdüngerausbringung werden der Tierhaltung zugeordnet.
- Lohnmaschinen, Maschinenring: Kosten für jene Leistungen, die an den Maschinenring bzw. Lohnunternehmer ausgelagert wurden (z.B. Maisanbau, Häckseln, Verdichtung der Silage im Silo, Rundballenpressen und -wickeln), werden inkl. Kosten für Arbeitsleistung erfasst.
- Strom: Hier werden Stromkosten für die Heutrocknung, Standhäcksler oder Gebläse erfasst.
- Abschreibungen Maschinen und Geräte: Es wird jede einzelne Maschine bzw. jedes einzelne Gerät, welches am Betrieb eingesetzt wird, den jeweiligen Betriebszweigen zugeteilt. Abschreibungen von Maschinen zur Grünlandbewirtschaftung können voll dem Betriebszweig „*Grundfutter ohne Silomais*“ zugeordnet werden (z.B. Mähwerk, Heutrocknungsanlage etc.). Einige Maschinen (z.B. Traktor) werden in verschiedenen Kostenstellen verwendet; diese werden in Abhängigkeit ihres Einsatzes der jeweiligen Kostenstelle prozentuell zugeordnet.
- Abschreibungen Gebäude und bauliche Anlagen: Den Kostenstellen „*Grundfutter ohne Silomais*“ und „*Silomais*“ werden die Abschreibungen für Silos, Lagerplätze und Heulagerstätten zugeordnet.
- Instandhaltung Gebäude und bauliche Anlagen: Auf Basis eines Schlüssels, abgeleitet vom Anschaffungswert aller Gebäude und baulichen Anlagen, werden die Kosten, die im betrachteten Jahr anfielen, den Kostenstellen zugeordnet.
- Alle übrigen Vorleistungskosten, die echten und unechten Gemeinkosten (z.B. Versicherungen, Verwaltung, Steuern, Abgaben, PKW-Betriebsanteil) werden Hauptkostenstellen (Betriebszweigen) zugeordnet und nicht bei den Grundfutterkostenstellen.

2.3.2.3 Faktorkosten

- Arbeitskosten: Zu dieser Kostenposition werden die bewerteten nicht entlohnten Arbeitszeitstunden (nAKh), die Kosten für ständige Fremdarbeitskräfte und die Beiträge zur Sozialversicherung zusammengefasst. Die nAKh

werden auf Basis einzelner Arbeitsgänge in einem eigenen Kalkulationsblatt ermittelt und mit einem Lohnansatz (2011 Euro 9,50) bewertet.

- Kosten für Boden: Gepachtete Flächen werden mit den tatsächlichen Pachtzahlungen berücksichtigt, Eigenflächen werden mit dem regionalen Pachtpreis bewertet.
- Kapitalkosten: Das gesamte gebundene Kapital durch Anlagevermögen wird mit einem einheitlichen Kalkulationszinssatz (2011 3,5 %) bewertet. Als Kalkulationsbasis werden der Buchwert der Maschinen und Geräte sowie Gebäude und bauliche Anlagen herangezogen.

2.4 Auswertungen

2.4.1 Vorbemerkungen

Auf den Betrieben sind in der Regel keine einzelbetrieblichen Ertragsmessungen von Grundfutter wie z.B. TM-Ertrag, Energie-Ertrag, Eiweiß-Ertrag etc. vorhanden. Daher mussten wir für diese Auswertung eine andere Methode finden, um unterschiedliche Intensitäten in der Grundfutterproduktion bewerten zu können. Dies ist einer der Gründe, warum Grundfutter als Umlagekostenstelle in dieser Kostenrechnung definiert wurde. Umlagekostenstelle bedeutet, dass die ermittelten Kosten dieser Kostenstellen zum Abschluss der Kostenrechnung auf Hauptkostenstellen (Betriebszweige) umgelegt werden.

Nachfolgend werden die angefallenen Kosten beim Grundfutter auf ein Hektar bezogen. Um die unterschiedlichen Intensitäten beurteilen zu können, werden in weiteren Auswertungen die umgelegten Grundfutterkosten auf den Betriebszweig Milchkühe je Kuh bzw. je kg Milch dargestellt.

2.4.2 Gemeinleistungen und Kosten je Hektar „Grundfutter ohne Silomais“ und je Hektar „Silomais“

Um die Leistungs- und Kostenzuordnung möglichst einfach und übersichtlich gestalten zu können und willkürliche Abgrenzungs- und Kostenschlüsselungsprobleme zu vermeiden, wurden die beiden Umlagekostenstellen „Grundfutter ohne Silomais“ und „Silomais“ definiert. In der Kostenstelle „Grundfutter ohne Silomais“ sind das gesamte Grünland und das Feldfutter zusammengefasst. Auf eine weitere Differenzierung der Nutzungsform (Ackerfeldfutter, Grünland), Nutzungsintensität (Anzahl der Schnitte), Nutzungsart (Heu, Silage, Weide) und Produktionsverfahren (Rundballensilage, Silosilage, Bodenheu, Belüftungsheu, unterschiedlichste Formen der Weidenutzung) wurde verzichtet.

2.4.3 Gruppierung der Einzelbetriebsergebnisse für Auswertungen

Die Betriebe wurden auf Basis unterschiedlicher Merkmale gruppiert und ausgewertet:

- Quartilsauswertung: Sortierkriterium ist das *kalkulatorische Betriebszweigergebnis je kg Milch* (Gesamtleistungen – Gesamtkosten je kg Milch). In der Gruppe „+ 25 %“ sind jene 25 % der ausgewerteten Betriebe zusammengefasst, die das höchste kalkulatorische Betriebszweigergebnis je kg Milch aufweisen, in der Gruppe „- 25 %“ sind jene 25 % der Betriebe, die das niedrigste kalkulatorische Betriebszweigergebnis je kg Milch aufweisen.

- Bewirtschaftungsform: Gruppierung wurde bei dieser Auswertung nach konventionellen Betrieben und Betrieben mit biologischer Wirtschaftsweise.
- Bewirtschaftungserschweris: Gruppierung der Betriebe ohne natürliche Bewirtschaftungserschwerisse (BHK-Punkte 0), BHK-Punkte-Gruppe 1 (BHK-Punkte 1 - 90), BHK-Punkte-Gruppe 2 (BHK-Punkte 91 - 180) und BHK-Punkte-Gruppe 3 und 4 (BHK-Punkte über 180).

Es wurde jeweils das arithmetische Mittel aus den Einzelbetriebsergebnissen je Einheit (ha, Kuh, kg produzierte Milch) errechnet.

3. Ergebnisse

Die Vollkostenauswertung gibt einen Einblick in die Kostenstruktur der Grundfutterproduktion. Die Gliederung der Kostenarten ermöglicht sowohl die Auswertung der Gesamtkosten, als auch zusätzlich die Ableitung von variablen Kosten und Grenzkosten für einzelbetriebliche Planungsüberlegungen.

Tabelle 1 zeigt die Anzahl der Betriebe in den einzelnen Auswertungsgruppen und gibt einen Überblick über Betriebsgröße – gemessen an der Anzahl der Kühe – sowie zum Leistungsniveau der Kühe.

Durchschnittlich halten die 201 ausgewerteten Betriebe 32 Kühe je Betrieb mit einer Milchleistung (produzierte Milch je Kuh) von knapp 7.500 kg. Das obere Quartil hat rd. 8 Kühe mehr als der Durchschnitt, die Milchleistung liegt rd. 200 kg über dem Durchschnitt. Der Kuhbestand des unteren Quartils liegt rd. 11 Kühe unter dem Durchschnitt, die Milchleistung ist um knapp 700 kg geringer als beim Durchschnitt.

Zwischen den konventionell und biologisch wirtschaftenden Betrieben beträgt der Unterschied im Kuhbestand 3 Kühe, der Milchleistungsunterschied je Kuh rd. 1.200 kg.

Die ausgewerteten Betriebe der BHK-Punkte-Gruppe 0 sind mit 3 Kühen etwas größer als die Betriebe der BHK-Punkte-Gruppe 1 und 2 mit etwa 32 Kühen, die 10 Betriebe der BHK-Punkte-Gruppe 3 und 4 sind mit 16 Kühen deutlich kleiner. Der Unterschied in der Milchleistung zwischen den ausgewerteten Betrieben der Gruppen 0 bis 3 ist gering, in der BHK-Punkte-Gruppe 3 und 4 ist um rd. 650 kg je Kuh niedriger.

3.1 Kostenauswertung „Grundfutter ohne Silomais“

In *Tabelle 2* werden die Ergebnisse für Grünland und Feldfutter je ha dargestellt. Im Durchschnitt aller Betriebe liegen die Gesamtkosten je ha bei knapp unter 1.500 Euro. Dabei entfallen 23 % auf Direktkosten, 35 % auf übrige Vorleistungskosten und rd. 43 % auf Faktorkosten. Rund 500 Euro je ha machen die gesamten Maschinenkosten aus. Zu den Maschinenkosten zählen die Betriebs- und Reparaturkosten Maschinen, Lohnmaschinen, Abschreibungen Maschinen und der Zinsansatz für das gebundene Maschinenvermögen. Bei den Maschinenkosten je ha liegen auch die Hauptunterschiede in der Quartilsauswertung. Im oberen Quartil

sind die Maschinenkosten rd. 180 Euro je ha niedriger als im unteren Quartil.

Der Arbeitseinsatz durch nicht entlohnte Arbeitskräfte (nAK) liegt im Durchschnitt bei rd. 15 h je ha, das obere Quartil setzt 12 nAKh je ha ein, das untere 17 nAKh je ha.

Bei den Bio-Betrieben liegen die Gesamtkosten je ha rd. 120 Euro niedriger als bei konventionellen Betrieben. Insbesondere die geringeren Kosten für Dünger lassen auf eine geringere Intensität bei Bio-Betrieben schließen; deutlich sichtbar wird diese Vermutung bei der Auswertung der Grundfutterkosten je Kuh. Betriebe der BHK-Punkte-Gruppe 0 haben die höchsten Kosten je ha, mit Zunahme der Bewirtschaftungerschwernisse nehmen die Kosten je ha ab. Die Differenz zwischen BHK-Punkte-Gruppe 0 und Gruppe 3 + 4 beträgt rd. 360 Euro je ha. Die Abnahme der Kosten bei höheren Bewirtschaftungerschwernissen ist bei fast allen Kostenarten festzustellen. Andererseits nehmen die Gemeinleistungen je ha zu. Die BHK-Punkte-Gruppen 1 und 2 haben mit rd. 13 nAKh den geringsten Einsatz je ha, den höchsten mit rd. 20 nAKh die BHK-Punkte-Gruppe 3 + 4.

3.2 Kostenauswertung „Silomais“

Tabelle 3 gibt einen Überblick zur Kostenstruktur bei „Silomais“. Silomais wird bei den ausgewerteten Betrieben bis zur BHK-Punkte-Gruppe 2 angebaut. Im Durchschnitt liegen die Gesamtkosten bei rd. 2.150 Euro je ha. Direktkosten, übrige Vorleistungskosten und Faktorkosten machen jeweils ein Drittel der Gesamtkosten aus. Die Differenz zwischen oberen und unteren Quartil liegt bei fast 700 Euro je ha. Bei Bio-Betrieben sind die Direktkosten deutlich niedriger als bei den konventionellen Betrieben. Jedoch liegen die übrigen Vorleistungskosten und Faktorkosten über den konventionellen Betrieben, sodass der Unterschied bei den Gesamtkosten je ha zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen gering ist.

Wie bei „Grundfutter ohne Silomais“ nehmen auch bei „Silomais“ mit Zunahme der Bewirtschaftungerschwernisse die Gesamtkosten je ha ab und die Gemeinleistungen zu.

Der Arbeitszeitbedarf (nAKh) liegt bei den ausgewerteten biologisch wirtschaftenden Betrieben etwa doppelt so hoch wie bei den konventionellen Betrieben.

Tabelle 1: Anzahl der ausgewerteten Betriebe sowie Milchkuhbestand und Milchleistung je Kuh

	Quartilsauswertung			Bewirtschaftungsform		BHK-Punkte-Gruppe*			
	+25 %	Mittelwert	-25 %	konventionell	bio	0	1	2	3 + 4
Anzahl Betriebe	51	201	51	147	45	73	50	68	10
Anzahl Kühe	40	32	21	33	30	35	32	32	16
Produzierte Milch je Kuh in kg	7.659	7.470	6.787	7.768	6.501	7.431	7.499	7.587	6.836

*0 = kein Bergbauernbetrieb, 1 = bis 90 Punkte, 2 = 91-180 Punkte, 3 = 181-270 Punkte, 4 = ab 271 Punkte

Tabelle 2: Gemeinleistungen, Kosten und Arbeitszeit je ha „Grundfutter ohne Silomais“

	Quartilsauswertung			Bewirtschaftungsform		BHK-Punkte-Gruppe*			
	+25 %	Mittelwert	-25 %	konventionell	bio	0	1	2	3 + 4
Einheitliche Betriebsprämie	328	305	264	313	267	335	308	293	156
ÖPUL-Prämien	122	108	104	87	173	98	86	118	215
Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete	86	85	88	80	100	51	83	112	165
Sonstige nicht direkt zuordenbare Direktzahlungen	10	14	14	13	15	9	16	14	35
Gemeinleistungen	546	512	470	493	555	493	493	537	571
Saatgut	24	25	24	26	21	30	24	21	20
Pflanzenschutz	4	3	3	4	-	5	2	2	6
Dünger	276	285	249	304	216	329	272	259	205
Siliermittel, Silofolien, Bindegarn etc.	17	21	20	23	12	17	25	24	2
Direktkosten (1)	321	334	296	357	249	381	323	306	233
Betriebs- und Reparaturkosten Maschinen	113	134	167	134	128	147	127	123	155
Lohnmaschinen, Maschinenring	113	123	148	134	92	157	136	90	29
Strom	8	11	14	9	16	6	7	13	51
Abschreibung Maschinen und Geräte	152	189	222	189	180	209	174	179	183
Abschreibung Gebäude und bauliche Anlagen	35	53	64	50	60	57	54	50	45
Instandhaltung Gebäude und bauliche Anlagen	5	6	8	6	6	7	5	6	3
Übrige Vorleistungskosten (2)	426	516	623	522	482	583	503	461	466
Arbeit	304	351	381	350	341	419	336	294	314
Boden	187	186	174	177	207	192	171	187	200
Kapital	67	84	102	82	83	93	79	79	91
Faktorkosten (3)	558	621	657	609	631	704	586	560	605
Gesamtkosten (1+2+3)	1.305	1.471	1.576	1.488	1.362	1.668	1.412	1.327	1.304
Weiter Kennzahlen									
Variable Kosten	555	602	625	634	485	691	593	532	468
Maschinenkosten inkl. MR	421	498	601	510	445	572	482	442	424
Arbeitsverledigungskosten	732	860	992	868	802	997	825	750	787
Arbeitszeit (AKh) je ha	12	15	17	15	13	17	13	13	20

*0 = kein Bergbauernbetrieb, 1 = bis 90 Punkte, 2 = 91-180 Punkte, 3 = 181-270 Punkte, 4 = ab 271 Punkte

3.3 Kosten für das Grundfutter je Kuh

In dieser Kostenübersicht (Tabelle 4) werden die Grundfutterkosten je Kuh der beiden Umlagekostenstellen „Grundfutter ohne Silomais“ und „Silomais“, die dem Zweig Milchkühe zugeordnet wurden, dargestellt. Ergänzt werden die Kosten um allfällige Kosten aus Grundfutterzukauf.

Die gesamten Grundfutterkosten je Kuh betragen rd. 1.100 Euro, die Differenz zwischen dem oberen und unteren Quartil beträgt 400 Euro je Kuh. Bei den ausgewerteten konventionellen Betrieben sind die Grundfutterkosten je Kuh um rd. 130 Euro niedriger als bei den ausgewerteten Bio-Betrieben. Bio-Betriebe haben beim Grundfutter deutlich niedrigere Direktkosten je Kuh, jedoch liegen die übrigen Vorleistungskosten und insbesondere die Faktorkosten deutlich höher.

Innerhalb der BHK-Punkte-Gruppe 0 bis 2 ist der Unterschied in den Gesamtkosten je Kuh gering, bei den BHK-Punkte-Gruppe 3 + 4 liegen die Kosten 200 Euro je Kuh darüber.

Werden die Gemeinleistungen (Einheitliche Betriebsprämie, dem Grundfutter zugeordnete ÖPUL-Prämien und Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete sowie Grünlandprämien aus Länder- bzw. Gemeindeprogrammen) von den Gesamtkosten abgezogen, so errechnen sich im Durchschnitt 768 Euro je Kuh, die Differenzen in der Quartilsauswertung ändern sich kaum. Die höheren Ausgleichszahlungen für Bio-Betriebe gegenüber konventionellen Betrieben bewirken, dass nach Berücksichtigung dieser Prämien der Unterschied je Kuh zwischen konventionellen

und biologisch wirtschaftenden Betrieben gering ist. Mit Erhöhung der natürlichen Bewirtschaftungerschwernis nehmen die Kosten abzüglich der Gemeinleistungen bis zur BHK-Punkte-Gruppe 2 ab, bei Betrieben der BHK-Punkte-Gruppe 3 + 4 liegt dieser Wert 30 Euro je Kuh niedriger als bei jenen der BHK-Punkte-Gruppe 0 bzw. ist er gleich wie der Wert der BHK-Punkte-Gruppe 1.

3.4 Kosten für Grundfutter und Kraftfutter je Kilogramm produzierter Milch

In Tabelle 5 werden die Grundfutterkosten pro Kilogramm produzierter Milch ermittelt. Die Gesamtkosten für Grundfutter liegen im Durchschnitt der ausgewerteten Betriebe bei rd. 15 Cent. 22 % entfallen dabei auf Direktkosten, 30 % auf übrige Vorleistungskosten und rd. 48 % auf Faktorkosten. Beim oberen Quartil betragen die Grundfutterkosten 13 Cent, beim unteren 19 Cent.

Sind die Grundfutterkosten je Kuh bei den biologischen und konventionellen Betrieben ähnlich, so beträgt der Unterschied durch die unterschiedliche Milchleistung fast 6 Cent je kg Milch. Bei genauerer Betrachtung sieht man, dass dabei die Direktkosten je kg Milch gleich sind, die Unterschiede sind bei den übrigen Vorleistungskosten und insbesondere bei den Faktorkosten zu finden.

Da der Unterschied in der Milchleistung und bei den Grundfutterkosten je Kuh bei den ausgewerteten Betrieben in den BHK-Punkte-Gruppen 0 bis 2 relativ gering ist, sind auch die Unterschiede in den Grundfutterkosten je kg Milch nur gering. Die Betriebe der BHK-Punkte-Gruppe 3 + 4 liegen

Tabelle 3: Kosten für Grundfutter je ha „Silomais“

	Quartilsauswertung			Bewirtschaftungsform		BHK-Punkte-Gruppe*			
	+25 %	Mittelwert	-25 %	konventionell	bio	0	1	2	3 + 4
Einheitliche Betriebsprämie	370	349	302	351	243	354	315	381	-
ÖPUL-Prämien	204	165	138	159	293	147	150	231	-
Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete	75	65	49	65	67	38	83	107	-
Sonstige nicht direkt zuordenbare Direktzahlungen	0	3	4	3	2	3	3	0	-
Gemeinleistungen	649	582	493	578	605	542	551	719	-
Saatgut	206	192	201	190	217	199	178	192	-
Pflanzenschutz	63	79	92	83	-	83	69	82	-
Dünger	353	366	351	368	236	387	331	359	-
Siliermittel, Silofolien, Bindegarn etc.	43	52	61	54	31	46	59	57	-
Direktkosten (1)	665	689	705	695	484	715	637	690	-
Betriebs- und Reparaturkosten Maschinen	119	141	189	141	134	154	139	113	-
Lohnmaschinen, Maschinenring	286	335	428	341	245	316	370	338	-
Strom	2	6	23	7	-	11	-	3	-
Abschreibung Maschinen und Geräte	128	167	251	162	293	200	133	129	-
Abschreibung Gebäude und bauliche Anlagen	63	76	97	74	109	91	74	44	-
Instandhaltung Gebäude und bauliche Anlagen	5	9	14	9	4	11	5	8	-
Übrige Vorleistungskosten	603	734	1.002	734	785	783	721	635	-
Arbeit	304	356	490	354	434	387	351	286	-
Boden	276	277	269	281	220	305	250	242	-
Kapital	75	94	135	91	166	116	76	66	-
Faktorkosten	655	727	894	726	820	808	677	594	-
Gesamtkosten	1.923	2.150	2.601	2.155	2.089	2.306	2.035	1.919	-
Weitere Kennzahlen									
Variable Kosten	1.072	1.171	1.345	1.184	863	1.196	1.077	1.144	-
Maschinenkosten inkl. MR	577	697	957	696	782	737	679	624	-
Arbeitsverledigungskosten	882	1.057	1.450	1.053	1.216	1.128	1.030	914	-
Arbeitszeit (AKh) je ha	13	15	27	14	27	14	16	14	-

*0 = kein Bergbauernbetrieb, 1 = bis 90 Punkte, 2 = 91-180 Punkte, 3 = 181-270 Punkte, 4 = ab 271 Punkte

Tabelle 4: Kosten für das Grundfutter je Kuh

	Quartilsauswertung			Bewirtschaftungsform		BHK-Punkte-Gruppe*			
	+25 %	Mittelwert	-25 %	konventionell	bio	0	1	2	3 + 4
Einheitliche Betriebsprämie	200	185	170	180	196	177	194	194	133
ÖPUL-Prämien	86	79	83	62	136	64	63	90	187
Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete	55	57	64	51	78	29	54	78	140
Sonstige nicht direkt zuordenbare Direktzahlungen	7	8	11	7	11	4	9	9	30
Gemeinleistungen	348	329	328	300	421	274	320	371	490
Saatgut	22	24	24	27	15	30	26	18	16
Pflanzenschutz	5	6	6	8	-	10	6	3	5
Dünger	163	170	160	174	152	173	169	167	168
Siliermittel, Silofolien, Bindegarn etc.	11	14	15	16	9	11	20	16	2
Grundfutterzukauf	45	36	32	34	33	15	34	55	66
Direktkosten	246	250	237	259	209	239	255	259	257
Betriebs- und Reparaturkosten Maschinen	71	86	114	81	100	80	82	88	130
Lohnmaschinen, Maschinenring	72	80	99	87	62	91	96	65	22
Strom	6	8	12	6	12	4	5	9	41
Abschreibung Maschinen und Geräte	90	114	145	109	130	108	108	120	158
Abschreibung Gebäude und bauliche Anlagen	23	34	45	30	47	34	34	34	37
Instandhaltung Gebäude und bauliche Anlagen	3	4	5	4	4	4	3	4	3
Übrige Vorleistungskosten	265	326	420	317	355	321	328	320	391
Arbeit	185	215	260	202	256	219	215	203	267
Boden	121	124	123	115	150	119	116	130	170
Kapital	41	53	70	48	63	51	49	55	77
Faktorkosten	347	521	602	486	631	525	517	507	622
Gesamtkosten	858	1.097	1.259	1.062	1.195	1.085	1.100	1.086	1.270
Weitere Kennzahlen									
Maschinenkosten inkl. MR	259	312	401	308	326	310	314	307	359
Arbeits erledigungskosten	450	536	672	516	595	533	536	519	668
Gesamtkosten Grundfutter abzüglich Gemeinleistungen	510	768	931	762	774	811	780	715	780
Arbeitszeit je Kuh (nAkh) für Grundfutter	7	9	12	9	10	9	8	9	17

*0 = kein Bergbauernbetrieb, 1 = bis 90 Punkte, 2 = 91-180 Punkte, 3 = 181-270 Punkte, 4 = ab 271 Punkte

etwa 3 Cent je kg Milch über den Betrieben mit geringerer Bewirtschaftungsschwernis.

Die Gemeinleistungen, die dem Grundfutter zugeordnet werden können, betragen im Durchschnitt 4,6 Cent je kg Milch. Bei konventionell wirtschaftenden Betrieben liegen sie bei rd. 4 Cent, bei Bio-Betrieben knapp unter 7 Cent je kg Milch. Je nach Bewirtschaftungsschwernis steigen die Gemeinleistungen für Grundfutter von 4 Cent (BHK-Punkte-Gruppe 0) auf 7 Cent in der BHK-Punkte-Gruppe 3 + 4.

Werden die Ausgleichszahlungen abgezogen, so verbleiben im Durchschnitt Kosten von 11 Cent je kg Milch. Der Abstand zwischen Bio- und konventionellen Betrieben verringert sich auf knapp unter 3 Cent je kg Milch. In dieser Betrachtung weisen die Betriebe der BHK-Punkte-Gruppe 2 den niedrigsten Wert auf. Betriebe ohne natürliche Erschwernisse und Betriebe mit den höchsten natürlichen Erschwernissen haben mit etwa 11,5 Cent den höchsten Wert.

Da vom Grundfutter nur ein Teil der Futterenergie und der Nährstoffe für die Milchproduktion stammt und der Rest mit Kraftfutter ergänzt wird, wurde Tabelle 5 noch mit den Kraftfutterkosten der Betriebe erweitert. Bezogen auf das kg Milch liegen diese Kosten im Durchschnitt bei knapp unter 7 Cent, Bio-Betriebe liegen bei den Kraftfutterkosten 1 Cent je kg Milch unter den konventionellen Betrieben.

Die gesamten Kosten für Grund- und Kraftfutter liegen bei 22,4 Cent je kg Milch, die Differenz bei den Grundfutterkosten je kg Milch zwischen Bio-Betrieben und konventionellen Betrieben verringert sich etwas.

Nach Abzug der Ausgleichszahlungen (Gemeinleistungen) verbleiben im Durchschnitt Futterkosten von knapp unter 18 Cent je kg Milch. Der Unterschied zwischen dem unteren und oberen Quartil liegt bei über 6 Cent. Der Unterschied zwischen Bio- und konventionellen Betrieben liegt bei „nur“ mehr 1,8 Cent. Betriebe ohne Bewirtschaftungsschwernisse haben die höchsten Futterkosten je kg Milch, knapp dahinter Betriebe in der höchsten Erschwerniszone; Betriebe der BHK-Punkte-Gruppe 1 und 2 liegen etwa 1,5 Cent darunter.

4. Diskussion und Folgerungen

Das Auswertungsschema und das dazu entwickelte Werkzeug auf Basis einer Tabellenkalkulation ermöglicht es MilchviehhalterInnen neben der Vollkostenauswertung der Milchproduktion auch die Grundfutterproduktion genau unter die Lupe zu nehmen.

Rund 200 Bäuerinnen und Bauern nutzten im vergangenen Jahr in Österreich dieses Angebot im Rahmen der Arbeitskreise Milchproduktion.

Die gewählten Auswertungsgruppen nach Bewirtschaftungsform und nach Erschwerniszone zeigen Unterschiede in der Kostenstruktur und den Gemeinleistungen bei der Grundfutterproduktion auf. Jedoch sind die Kostenunterschiede zwischen Bewirtschaftungsform und zwischen Erschwerniszononen geringer als in der Quartilsauswertung. Dies bedeutet auch, dass das einzelbetriebliche Grundfuttermangement einen höheren Einfluss auf die Kostenstruktur hat

als die gewählte Bewirtschaftungsform (konventionell bzw. bio) und die natürlichen Bewirtschaftungserschwerisse.

In der Teilkostenauswertung der Arbeitskreise werden für die Grundfutterkosten kalkulierte Pauschalkostensätze verwendet. Diese betragen 2010/11 270 Euro/Kuh. In diesem Kostenansatz wurden die Kostenarten Saatgut, Pflanzenschutz, Silierhilfen und variable Maschinenkosten in Abhängigkeit der Nutzungsart je Schnitt österreichweit zu gleichen Kosten angesetzt. Werden aus der vorliegenden Vollkostenauswertung diese Kostenarten zusammengezählt, ergeben sich Grundfutterkosten von 254 Euro/Kuh. Im Schnitt liegen diese Pauschalkostensätze und die tatsächlich ermittelten Kosten nahe beisammen. Dieser Unterschied kann jedoch bei einzelbetrieblichem Vergleich deutlich größer ausfallen; je nachdem, inwieweit die tatsächliche Bewirtschaftung vom „Standard“ abweicht.

Umso wichtiger ist es, die tatsächlichen Kosten zu kennen; auf einzelbetrieblicher Ebene gibt es keinen Standard. Die Ermittlung der Grundfutterkosten ist auf Grund der Wechselbeziehungen im landwirtschaftlichen Betrieb komplex. Mit dieser Auswertungsmethode ist es möglich, neben der Gesamtauswertung zur Kostenstruktur in der Milchproduktion auch die tatsächlichen Grundfutterkosten für den Einzelbetrieb zu ermitteln. Denn nur wer weiß, wo er steht, kann zielgerichtet Veränderungen einleiten. Die einzelbetriebliche Auswertung der Grundfutterkosten

gibt den BetriebsführerInnen sowie den BeraterInnen eine verlässliche Grundlage für operative bzw. strategische Planungsüberlegungen. Durch die systematische Strukturierung in einzelne Kostenarten lassen sich in Abhängigkeit der Planungsaufgabe z.B. Ermittlung eines Grenzpahtpreises, Änderungen in der Bewirtschaftung, Änderungen in der Mechanisierung oder Fragen zur Betriebsentwicklung die relevanten Kostenarten (Grenzkosten) ermitteln und deren Veränderungen kalkulieren.

Mit durchschnittlich über 1.000 Euro je Kuh bzw. über 15 Cent je kg Milch sind die Grundfutterkosten ein wesentlicher Kostenfaktor in der Milchproduktion. Daher ist und bleibt die Produktion vom besten Grundfutter ein wesentlicher Faktor für eine betriebswirtschaftlich erfolgreiche Milchproduktion.

5. Literatur

BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien), 2006: Kostenrechnung im landwirtschaftlichen Betrieb – Anleitung zur Verrechnung aller Leistungen und Kosten auf die Betriebszweige. (HUNGER F., L. KIRNER, F. PALLER und W. SCHNEEBERGER, Hrsg.).

BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien), 2012: Vollkostenauswertung Milchproduktion auf Basis von AKM-Online. (HUNGER F. und F. PALLER, Hrsg.).

Tabelle 5: Kosten für Grundfutter je Kilogramm produzierter Milch

	Quartilsauswertung			Bewirtschaftungsform		BHK-Punkte-Gruppe*			
	+25 %	Mittelwert	-25 %	konventionell	bio	0	1	2	3 + 4
Einheitliche Betriebsprämie	2,7	2,6	2,6	2,4	3,2	2,5	2,7	2,6	1,9
ÖPUL-Prämien	1,2	1,1	1,3	0,8	2,2	1	0,9	1,3	2,7
Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete	0,8	0,8	1	0,7	1,2	0,4	0,8	1,1	2
Sonstige nicht direkt zuordenbare Direktzahlungen	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4
Gemeinleistungen	4,8	4,6	5,1	4,0	6,8	4,0	4,5	5,1	7,0
Saatgut	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2
Pflanzenschutz	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,0	0,1
Dünger	2,2	2,3	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3	2,2	2,4
Siliermittel, Silofolien, Bindegarn etc.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2
Grundfutterzukauf	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4	0,7	0,9
Direktkosten Grundfutter	3,3	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,3	3,4	3,8
Betriebs- und Reparaturkosten Maschinen	1,0	1,2	1,7	1,1	1,6	1,1	1,2	1,2	1,9
Lohnmaschinen, Maschinenring	0,9	1,1	1,5	1,1	1	1,2	1,3	0,9	0,3
Strom	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,6
Abschreibung Maschinen und Geräte	1,2	1,6	2,2	1,4	2,1	1,6	1,5	1,6	2,2
Abschreibung Gebäude und bauliche Anlagen	0,3	0,5	0,7	0,4	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5
Instandhaltung Gebäude und bauliche Anlagen	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Übrige Vorleistungskosten	3,5	4,6	6,4	4,1	5,8	4,6	4,6	4,3	5,5
Arbeit	2,6	3,1	4,1	2,7	4,2	3,2	3	2,9	3,9
Boden	1,7	1,8	1,9	1,5	2,4	1,7	1,5	1,8	2,5
Kapital	0,5	0,8	1,1	0,6	1,1	0,8	0,7	0,8	1,1
Faktorkosten	6,4	7,5	9,4	6,4	10,3	7,7	7,1	7,2	9,1
Gesamtkosten	13,2	15,5	19,2	13,8	19,4	15,5	15,0	14,9	18,4
Weitere Kennzahlen									
Grundfutterkosten abzüglich Gemeinleistungen	8,4	10,9	14,1	9,8	12,6	11,5	10,5	9,8	11,4
Kraffutterkosten	6,5	6,9	7,1	7,1	6,1	7	6,5	7	7
Futterkosten	19,7	22,4	26,3	20,9	25,5	22,5	21,5	21,9	25,4
Futterkosten (Grund- und Kraffutter) abzüglich Gemeinleistungen	14,9	17,8	21,2	16,9	18,7	18,5	17,0	16,8	18,4

*0 = kein Bergbauernbetrieb, 1 = bis 90 Punkte, 2 = 91-180 Punkte, 3 = 181-270 Punkte, 4 = ab 271 Punkte

Zur Eignung des Gehalts an Milchinhaltsstoffen als Ketoseindikator

Helmut Manzenreiter^{1*}, Birgit Fürst-Waltl¹, Christa Egger-Danner² und Werner Zollitsch¹

Zusammenfassung

Durch die Mobilisation von Körperfett und Körpereiwweiß bei Energiemangel zu Laktationsbeginn entstehen Abbauprodukte, welche im Stoffwechsel unter Energieverbrauch abgebaut werden müssen. Kann dieser Stoffwechselweg nicht vollständig durchgeführt werden, kommt es zur Ketose.

Ziel der Untersuchung war es, den Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Milchinhaltsstoffen, welche im Zuge der Milchleistungskontrolle durch die österreichischen Leistungskontrollverbände erfasst werden, und der Stoffwechselkrankheit Ketose zu ermitteln. Dafür wurden Daten aus dem Projekt "Gesundheitsmonitoring Rind" ausgewertet.

Die Ketose tritt zu 80 % in den ersten 50 Laktationstagen auf, wobei ca. 35 % der Ketosen in den ersten 10 Laktationstagen auftreten.

Sowohl zwischen dem Gehalt an Milchinhaltsstoffen, als auch dem daraus abgeleiteten Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) und Fett-Laktose-Quotient (FLQ) besteht ein signifikanter Zusammenhang mit einer für die jeweiligen Kühen erstellten Ketosediagnose. Es ist aber mit keinem dieser Parameter möglich, Tiere, bei denen eine Ketose diagnostiziert wurde, von jenen ohne Ketosediagnose verlässlich zu unterscheiden.

Der FEQ-Grenzwert von über 1,5, der derzeit als Hinweis auf erhöhte Ketosegefahr empfohlen wird, muss einerseits wegen deutlicher Rasse-Unterschiede und andererseits aufgrund der Tatsache, dass 58 % der mit Ketose diagnostizierten Fleckviehkühe einen FEQ von höchstens 1,5 zeigten, kritisch hinterfragt werden.

Die Erfolgsaussichten im praktischen Einsatz werden noch dadurch vermindert, dass für 49 % der an Ketose erkrankten Milchkühe im vorliegenden Datenmaterial keine Milchleistungskontrollergebnisse aus einem aussagekräftigen Zeitraum vor Auftreten der Erkrankung zur Verfügung standen.

Für die Weiterentwicklung der Ketoseerkennung mittels Milchinhaltsstoffen sind vor allem eine differenzierte Betrachtung der Rassen, die kritische Prüfung der Aussagekraft des FLQ im Vergleich zum FEQ und die nötige Anpassung des Grenzwertes zu beachten.

Schlagwörter: Ketose, Azetonämie, Früherkennung, Milchinhaltsstoffe, Fett-Eiweiß-Quotient, Fett-Lactose-Quotient

Summary

The mobilization of fat and protein reserves in phases of energy deficiency during early lactation leads to the formation of metabolites which are subject to further metabolism. If this is not possible, mainly due to a lack of sufficient amounts of glucose, this leads to ketosis.

The aim of this study was to analyse the relationship between the milk constituents which are recorded during routine milk performance testing, and a diagnosis for ketosis. For this purpose, data were used which had been collected in the course of the project "Gesundheitsmonitoring Rind".

Ketosis mainly (80 %) occurs during the first 50 days of lactation, and about 35 % of the positive diagnoses were made during the first 10 days of lactation.

A significant difference was found between dairy cows with and without a ketosis diagnosis in terms of the content of milk constituents. However, it is not possible to sufficiently differentiate dairy cows with and without ketosis based on a defined threshold value for any of these traits. The commonly used fat-protein-quotient threshold of 1.5 has to be questioned, because of significant differences between breeds and also because of the fact that 58 % of Simmental cows with a ketosis diagnosis had a fat-protein-quotient smaller than or equal to 1.5.

The practical utilization of information from milk performance testing is further hampered by the fact that for 49 % of the positively diagnosed dairy cows no performance testing was conducted within a relevant time period before ketosis was diagnosed.

To support the further development of early lactation ketosis indicators on the basis of traits recorded during milk performance testing, a differentiation according to breeds, the critical assessment of the suitability of the fat-lactose-quotient in comparison to the fat-protein-quotient and the adaptation of the threshold values need to be considered in order to detect a greater proportion of cows with ketosis.

Keywords: ketosis, diagnosis, milk constituents, fat, protein, lactose

¹ Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

² ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/19, A-1200 Wien

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Helmut Manzenreiter email: helmut.manzenreiter@gmx.at

1. Einleitung und Problemstellung

Im Zuge des Projektes „Gesundheitsmonitoring Rind“ werden seit 2006 Gesundheitsdaten von Milchrindern zusammen mit Milchleistungsdaten erhoben und zu Zucht- und Managementzwecken gemeinsam ausgewertet (EGGER-DANNER et al. 2012). Seit 1. Jänner 2008 wird aus den Daten der Milchleistungskontrolle ein neuer Tagesbericht mit Merkmalen, die für das Gesundheitsmonitoring relevant sind, erstellt. Seitdem wird auch der Fett-Eiweiß-Quotient im Tagesbericht in einer eigenen Grafik dargestellt. Dieser soll für die ersten 120 Tage der Laktation eine Auskunft über die Ketosegefahr von Milchkuhen geben. Als kritischer Wert gilt ein Fett-Eiweiß-Quotient ab 1,5 (DE KURIF et al. 2007, SEMLITSCH 2008, ZOTTL 2008).

Gemeinsam mit der Pansenazidose und der Gebärpause stellt die Ketose (Azetonämie) eine der wichtigsten Stoffwechselerkrankungen in der Milchviehhaltung dar (GASTEINER 2000). In der Literatur geht man von einer Erkrankungshäufigkeit bei subklinischer Ketose von bis zu 14,1 % der Milchkuhe in den ersten 65 Laktationstagen aus (DUFFIELD et al. 1997). In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob die Milchleistungskontrolle, bei der die Milchinhaltsstoffe routinemäßig erhoben werden, ein einfaches, schnelles und kostengünstiges Werkzeug zur Erkennung des Ketoserisikos in österreichischen Milchviehherden anbieten kann.

Aufgrund der seit 2006 zur Verfügung stehenden Daten aus dem „Gesundheitsmonitoring Rind“ besteht erstmals die Möglichkeit, den Zusammenhang zwischen Ketosediagnosen und den Milchinhaltsstoffen der Milchkuhe vor der Diagnose anhand von österreichischen Felddaten zu analysieren. Dabei gilt es vor allem den Fett-Eiweiß-Quotienten als derzeit angewendeten Hilfsparameter zur Abschätzung des Ketoserisikos sowie die weiteren Milchinhaltsstoffe aus der Leistungskontrolle auf ihre Eignung zu überprüfen. Für das praktische Herdenmanagement stellt sich vor allem die Frage, ob Milchkuhe, die an einer Ketose leiden, anhand von veränderten Milchinhaltsstoffen in der vorangehenden Milchleistungskontrolle erkannt werden können. Weiters wurde der typische Zeitpunkt des Auftretens der Ketose in der Laktation sowie der Einfluss der Laktationszahl analysiert.

2. Ketose (Azetonämie): Ursachen, Symptome, Diagnose

Die Ketose stellt eine der wichtigsten Stoffwechselerkrankungen in der Milchviehhaltung dar. Ausgelöst wird sie meist durch eine negative Energiebilanz des Tieres und die darauf folgende Störung des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels (GASTEINER 2000). Durch den hohen Energiebedarf, der am Beginn der Laktation (bzw. bei Schaf und Ziege auch schon am Ende der Trächtigkeit) auftritt, müssen bei zu geringer Futteraufnahme Körperreserven mobilisiert werden. Dieser Vorgang stellt vor allem am Beginn der Laktation grundsätzlich einen physiologisch normalen Kompensationsmechanismus zur Energiebereitstellung dar. Die beim Abbau von Körperfett und Körpereiwweiß entstehenden Abbauprodukte müssen unter Verwendung von Glucose zu Acetyl-CoA umgebaut und in den Zitronensäurezyklus eingeschleust werden. Bei einem Mangel an Glucose kann dieser Stoffwechselweg nicht vollständig

durchgeführt werden und es kommt zur Anhäufung der krankmachenden Ketonkörper wie Azeton, Azetessigsäure und β -Hydroxybuttersäure. Folgende Ursachen können eine Ketose zur Folge haben (GASTEINER 2000, ULBRICH et al. 2004):

- Verfütterung einer ketogenen Ration
- Nicht bedarfsdeckende Ration
- Infolge einer Grundkrankheit unzureichenden Aufnahme einer adäquat zusammengesetzten Ration
- Spontane Ketose

Durch die Erfassung der Ketonkörper (krankmachende Stoffwechselmetaboliten), die sich im Blut, im Harn, in der Atemluft und in der Milch befinden, kann die Ketose diagnostiziert werden. Der Serum-Glucosespiegel stellt einen weiteren aussagekräftigen Parameter dar. Bei dieser Krankheit ist die Leber das zentral betroffene Organ. Die deutlichsten Krankheitssymptome sind Appetitlosigkeit (speziell das Kraftfutter betreffend), Verringerung der Milchleistung, Fruchtbarkeitsstörungen, ein starker Verlust an Körperkondition sowie eine starke Belastung der Leber bis zur Leberdegeneration, wobei die Körpertemperatur normal bleibt (BAIRD 1980, GOFF und HORST 1997, GASTEINER 2000).

Bei starker Anhäufung von Ketonkörpern im Blut besteht die Gefahr einer metabolischen Azidose, welche sich an nervösen Störungen wie Übererregbarkeit, Muskelzittern, Speicheln, Taumeln oder Schläfrigkeit erkennen lässt (ULBRICH et al. 2004). Bei einem klassischen Krankheitsverlauf verweigern die Tiere als erstes das Kraftfutter und im Weiteren auch das Grundfutter. Erkrankte Tiere zeigen eine erhöhte Atemfrequenz und die Atemluft riecht durch die Anreicherung von Ketonkörpern in den Schleimhäuten nach Azeton. Der Anstieg der Ketonkörper deutet auf eine Störung des Fettstoffwechsels mit gesteigerter Lipolyse hin. Bei gleichzeitiger Abnahme der Cholesteroll- und Lipoproteinkonzentration kommt es zur Anreicherung von Triglyzeriden in der Leber, einer so genannten fettigen Infiltration, welche in Abhängigkeit der Krankheitsintensität und -dauer bis zu einem gewissen Ausmaß umkehrbar ist. Ist die Leber jedoch so stark geschädigt, dass sie ihrer Funktion als Entgiftungsorgan nicht mehr ausreichend nachkommen kann, kommt es zur Anreicherung von toxischen Verbindungen wie Ammoniak und dadurch ausgelöster Schädigung des zentralen Nervensystems. Dies kann vom Festliegen der Kuh bis zum totalen Bewusstseinsverlust durch ein Leberkoma führen. In weiterer Folge kann eine klinische oder auch subklinische Ketose begünstigend für Organerkrankungen wie eine Labmagenverlagerung wirken, welche ihrerseits durch darauf folgende Appetitlosigkeit zur Verstärkung der Ketose führt. Sehr stark verfettete Kühe haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, eine Schweregeburt und somit verstärkten Geburtsstress zu erleiden. Tritt durch diese Faktoren eine Verminderung der Futteraufnahme und damit einhergehend eine negative Energiebilanz ein, kommt es zur verstärkten Lipomobilisation und darauf folgend zur Ketose („Fat Cow Syndrome“; GASTEINER 2000).

Sowohl klinische als auch subklinische Ketose tritt normalerweise bei hochlaktierenden Milchkuhen zwischen der ersten und achten Laktationswoche auf (BAIRD 1980, GASTEINER 2000, KLUG et al. 2004), wobei die größte

Gefahr von subklinischer Ketose laut DUFFIELD et al. (1997) in der zweiten Laktationswoche, und von klinischer Ketose 10 Tage bis drei Wochen nach der Abkalbung zu verzeichnen ist (GOFF und HORST 1997, GASTEINER 2000, GEISHAUSER et al. 2000) Mit steigender Laktationszahl ist von einem Anstieg der Ketosegefahr auszugehen (DUFFIELD et al. 1997). Hinweis auf eine Ketose ist der positive Nachweis von Ketonkörpern in Harn und Milch, wobei ein negatives Testergebnis eine mögliche Erkrankung nur bedingt ausschließt (GASTEINER 2000).

2.1 Milchinhaltsstoffgehalte als Ergebnisse der Leistungskontrolle

Die Milchleistungskontrolle bietet dem Landwirt im Abstand von 33 bis 44 Tagen (LKV 2011) tierindividuelle Informationen über Tagesmilchmenge, Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalt, sowie über Zellzahl und Harnstoffgehalt der Milch. Der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Milchinhaltsstoffe und dem Ketoserisiko wurde in der Vergangenheit häufig analysiert. Das Ketoserisiko steigt mit einer Erhöhung des Milchfettgehaltes an und sinkt mit steigendem Milcheiweißgehalt ab (DUFFIELD et al. 1997). Durch die zu geringe Sensibilität und Spezifität der Einzelwerte sind weder der Fett- noch der Eiweißgehalt geeignete Parameter, um eine subklinische Ketose zu erkennen. Es ist zu beachten, dass der Milchfettgehalt von verschiedenen Stoffwechselfaktoren beeinflusst werden kann, was eine Aussage zur Stoffwechsellage erschwert. Kommt es beispielsweise in der Hochlaktation zu einer durch Rohfasermangel bedingten Milchfettdepression und gleichzeitig zum Anstieg des Milchfettes über die Lipomobilisation, können sich diese gegenläufigen Veränderungen des Milchfettgehaltes aufheben. Somit kann die ausschließliche Betrachtung des Milchfettgehaltes nur ein mangelhaftes Kriterium zur Einschätzung der Stoffwechsellage sein (SPOHR und WIESNER 1991).

2.1.1 Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)

Der Fett-Eiweiß-Quotient (Verhältnis zwischen Milchfett- und Milcheiweißgehalt) als Indikator zur Erkennung von Ketose kann folgendermaßen theoretisch begründet werden: Eine Energieunterversorgung am Laktationshöhepunkt führt zur erhöhten Körperfettmobilisation, dabei kommt es zur Zunahme von unveresterten freien Fettsäuren und Acetyl-CoA im Blut, welche einen Anstieg der Fettsynthese im Euter zur Folge hat. Zugleich wird bei einer zu geringen Energieaufnahme die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen verringert, die Proteinversorgung der Milchkuh begrenzt und somit der Eiweißgehalt in der Milch reduziert (DIRKSEN 1994).

Der Optimalbereich des Fett-Eiweiß-Quotienten liegt zwischen 1 und 1,25, wobei der Bereich von 1 bis 1,5 als normal zu beurteilen ist (SPOHR und WIESNER 1991). Werte über 1,5 würden demnach ein erhöhtes Ketoserisiko anzeigen.

2.1.2 Fett-Laktose-Quotient (FLQ)

Der theoretische Erklärungsansatz beim Fett-Laktose-Quotienten (Verhältnis zwischen Milchfett- und Laktosegehalt) ist bezüglich des Fettgehaltes gleich wie für den FEQ. Im Unterschied zum FEQ wird beim FLQ der Laktosegehalt der Milch als zweiter Parameter herangezogen. STEEN

et al. (1996) ermittelten mit steigendem Acetongehalt der Milch einen sinkenden Laktosegehalt der Milch gegenüber einem unveränderten Eiweißgehalt. Somit können laut STEEN et al. (1996) Tiere mit erhöhtem Acetongehalt (über 0,7 mmol/l) besser mit dem FLQ als mit dem FEQ identifiziert werden.

3. Eigene Untersuchungen: Material und Methoden

3.1 Datengrundlage

Im Rahmen einer Masterarbeit (MANZENREITER 2012) wurden Diagnosedaten aus dem Projekt "Gesundheitsmonitoring Rind (GMON)" sowie Leistungs- und Stammdaten aus dem Rinderdatenverbund ausgewertet. Es wurden Datensätze von Betrieben mit überwiegend elektronischer Datenübermittlung anonymisierter Tierarztpraxen verwendet. Um eine repräsentative Aussage treffen zu können, wurden alle Betriebe mit allen Milchkuhen, die im Betreuungsverhältnis mit den ausgewählten Tierarztpraxen standen, für die Auswertung herangezogen. Die Ausgangsdaten umfassen 732.296 Probemelkergebnisse von 48.837 Milchkuhen verteilt auf 1.446 Betriebe. Der Beobachtungszeitraum erstreckt sich von 1. Juli 2006 bis 31. August 2010, in dem von 53 Tierarztpraxen 1.133 Diagnosen auf Ketose/Azetonämie gestellt wurden.

Wie in der Milchleistungskontrolle wurde eine Standardlaktation von 305 Tagen angenommen (LKV 2011). Aufgrund des frühen Auftretens der Ketose in der Laktation ist die erste Milchleistungskontrolle nach der Geburt des Kalbes die aussagekräftigste. Daher wurde die gesamte Auswertung mit Ausnahme der Verlaufsdarstellung der Milchinhaltsstoffe auf die erste Probemelkung in der Laktation beschränkt. Ausgeschlossen wurden jene Tiere, welche innerhalb des Beobachtungszeitraumes den Betrieb gewechselt haben, bei welchen der erste Kontrolltag nach dem 50. Laktationstag lag und welche auf Betrieben mit einer durchschnittlichen Kuhzahl von weniger als fünf standen.

3.2 Statistische Auswertung

Ausgewertet wurden 75.842 Laktationen, welche von 40.598 Milchkuhen aus 1.408 Betrieben stammen. Diese Betriebe wurden von 53 Tierarztpraxen betreut. Von 45 dieser Tierarztpraxen liegt im genannten Zeitraum zumindest eine Diagnose auf Ketose/Azetonämie vor. Für die statistische Auswertung wurden eine Ketose- und eine Kontrollgruppe gebildet. Der Ketosegruppe wurden Tiere zugeordnet, die in der laufenden Standardlaktation, welche vom Tag der Geburt des Kalbes bis zum 305. Tag reicht, mindestens eine Erstdiagnose für Ketose hatten.

Den größten Anteil an Ketosediagnosen hatte die Rasse Fleckvieh (778 Diagnosen im Beobachtungszeitraum), auf welche auch der größte Anteil der ausgewerteten Probemelkergebnisse entfällt. Auf Fleckvieh folgen die Rassen Braunvieh (197), Holstein Friesian (122) und Holstein Rotbunte (33). Die Auswertungen wurden jeweils auf die vier genannten Rassen (FV, BV, HF, RF) gemeinsam (im Folgenden als „alle Rassen“ bezeichnet) und individuell auf die Rasse Fleckvieh bezogen. Die Aufbereitung und Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm

SAS 9.1. (SAS 2003). In der gesamten Datenanalyse wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ angenommen, bei dessen Unterschreiten, Differenzen zwischen den beiden Gruppen als statistisch gesichert interpretiert werden. Für die Auswertung kamen drei verschiedene Methoden zur Anwendung.

1) Die Berechnung von Mittelwerten (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) für die Ketose-bzw. Kontrollgruppe oder je Gruppe für eine bestimmte Zeitperiode.

2) Varianzanalyse mit der Prozedur GLM (General Linear Model) für alle Milchinhaltsstoffe, die im Zuge der Milchleistungskontrolle erhoben werden. Der Auswertung wurde folgendes Merkmalsmodell zugrunde gelegt:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Diag}_i + B_j + b_1Lz + b_2G + b_3Lt + b_4Lt^2 + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Beobachtungswert der abhängigen Variablen

μ = gemeinsame Konstante der Y-Werte

Diag_i = fixer Effekt der Diagnose i, i = keine Diagnose (Kontrolle) bzw. Diagnose (Ketose)

B_j = Betrieb, j = 1, ..., 1245

Lz = Laktationszahl, Lz = 1, ..., 16

G = Genanteil, G = 5,3, ..., 100 (100 = 100 % rein rassig)

Lt = Laktationstag Lt = 1, ..., 50

Lt² = Laktationstag²

ε_{ijk} = Residue

Multiple Mittelwertvergleiche erfolgten anhand des Tukey-Kramer-Tests (SAS 2003).

3) χ^2 -Test (Chi-Quadrat-Test) zur Berechnung zum Testen verschiedener Häufigkeiten.

Um die Ketosehäufigkeit nach der Laktationszahl auszuwerten, wurde die Anzahl der Ketosediagnosen in der 1., 2., 3. sowie 4. plus höheren Laktationen, miteinander verglichen.

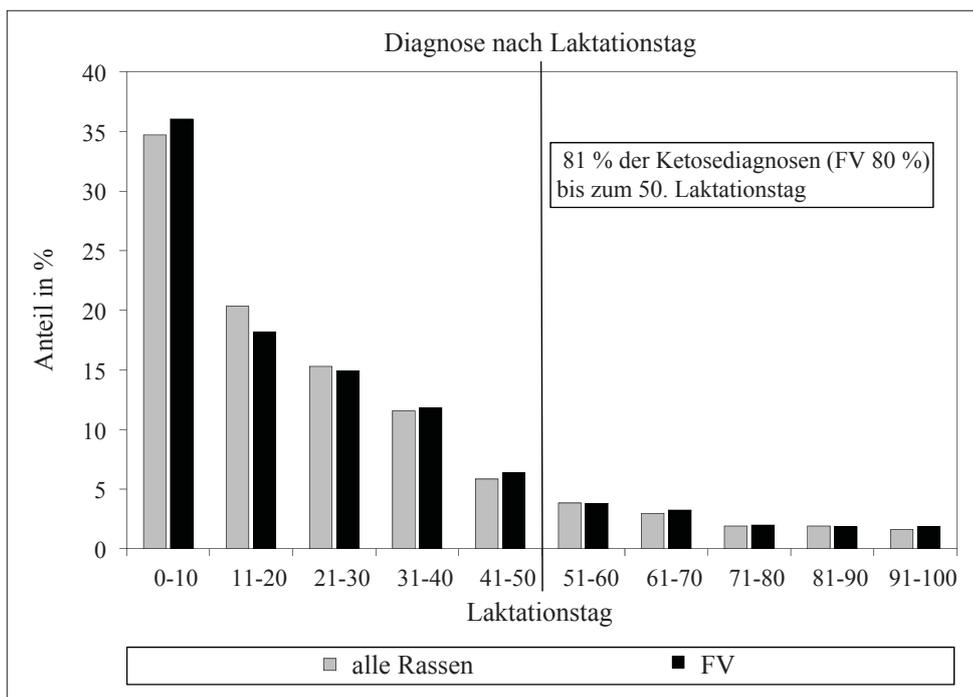


Abbildung 1: Verteilung der Diagnosen nach dem Laktationstag

Für die Analyse der Auswirkungen des Kalbeverlaufs auf die Häufigkeit des Auftretens einer Ketose wurden der Kalbeverlauf 4 (Kaiserschnitt) und 5 (Embryotomie) aufgrund ihrer geringen Häufigkeit gemeinsam mit dem Kalbeverlauf 3 (Schwergeburt) zu einer Gruppe zusammengefasst.

4. Ergebnisse

Die Ketose tritt in 92 % aller Erkrankungen in den ersten 100 Laktationstagen auf, wobei 80 % der Diagnosen in den ersten 50 Tagen nach der Abkalbung diagnostiziert werden. Die höchste Erkrankungsgefahr besteht in den ersten 10 Laktationstagen, in welchen ca. 35 % aller Ketosen diagnostiziert werden (Abbildung 1).

Um eine Ketose-Erkrankung im Vorhinein auf der Basis der Kontrollergebnisse erkennen zu können, ist der Abstand zwischen der Milchleistungskontrolle und dem Ausbruch der Krankheit von großer Bedeutung. Aufgrund des Kontrollintervalls von 33 bis 44 Tagen und des sehr frühen Auftretens der Erkrankung in der Laktation, gibt es, wie in Tabelle 1 ersichtlich, für 49 % der erkrankten Tiere keine Möglichkeit der vorzeitigen Erkennung der Krankheit über die Milchinhaltsstoffe. Bei 51 % der Tiere liegt eine Milchleistungskontrolle, die im Vorhinein oder am Tag der Ketosediagnose gezogen wurde, vor.

4.1 Milchinhaltsstoffe und Ketose

Beim Gehalt der Milch an Fett, Eiweiß und Laktose sowie den analysierten Quotienten FEQ und FLQ gibt es sowohl zwischen den Gruppen als auch zwischen den Rassen signifikante Unterschiede. Hinsichtlich des Fettgehalts und des Fett-Eiweiß-Quotienten ist dies in Tabelle 2 dargestellt.

Zwischen den Rassen differiert der FEQ unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit um 0,15. Dadurch und durch die für die Rassen unterschiedlichen Differenzen zwischen Kontroll- und Ketosegruppe

ist eine allgemein gültige Aussage über die Ketoseerkennung mit Grenzwerten sehr schwierig. Aus diesem Grund wurde in weiterer Folge die Auswertung auf die Rasse Fleckvieh eingeschränkt.

Beim Gehalt an den Milchinhaltsstoffen Fett, Eiweiß und Laktose sowie bei den beiden Quotienten FEQ und FLQ unterscheiden sich die Kontroll- und Ketosegruppe signifikant (Tabelle 3). Die Unterschiede bei den weiteren Milchparametern wie Harnstoff- und Zellzahlgehalt der Milch sowie der Milchmenge in kg/Tag, sind statistisch nicht abgesichert und somit als zufällig entstanden zu interpretieren. Der größte

Tabelle 1: Anteil der Ketosediagnosen mit vorhandener Milchleistungskontrolle

Merkmal	Rassen	
	alle Rassen	FV
Milchleistungskontrolle vor oder am Tag der Diagnose	51,1 %	50,7 %
Milchleistungskontrolle nach der Diagnose	48,9 %	49,3 %
Anzahl der Beobachtungen	n = 932	n = 629

Tabelle 2: Unterschiede im FEQ und Milchfettgehalt nach Rassen und Gruppen

Merkmal	Rasse				P-Wert
	FV	BV	HF	RF	
FEQ	1,38 ^a	1,42 ^b	1,53 ^c	1,44 ^{abc}	< 0,001
Kontrolle	1,28	1,32	1,38	1,39	0,022
Ketose	1,47	1,53	1,67	1,48	(WW)
Fett in %	4,44 ^a	4,55 ^b	4,54 ^b	4,61 ^b	< 0,001

Tabelle 3: Merkmale der Milchleistungskontrolle von Fleckviehkühen mit und ohne Ketose-Diagnose

Merkmal	Diagnose		s _e [*]	P-Wert
	Kontrollgruppe	Ketosegruppe		
Fett in %	4,18	4,69	0,709	<0,001
Eiweiß in %	3,27	3,22	0,292	0,016
Laktose in %	4,83	4,80	0,158	0,012
FEQ	1,29	1,48	0,239	<0,001
FLQ	0,87	0,99	0,158	<0,001
Harnstoff in mg/dl	18,3	17,4	7,36	0,078
Zellzahl in 1000/ml	182	178	0,6	0,920
Milch in kg/Tag	27,5	28,1	5,80	0,190

* Schätzfehler

Unterschied zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe ist für den Milchfettgehalt zu erkennen. Bei den Merkmalen Eiweiß- und Laktosegehalt ist der Unterschied geringer. Der Milchfettgehalt nimmt bei der Ketosegruppe um 0,51 Prozentpunkten (PP) gegenüber der Kontrollgruppe zu. Im Gegensatz zum Milchfett fällt der Gehalt an den Milchinhaltsstoffen Eiweiß um 0,05 PP und Laktose um 0,03 PP

ab. Der Fett-Eiweiß-Quotient steigt von der Kontroll- zur Ketosegruppe statistisch gesichert um 0,19 an. Vergleichbar mit dem FEQ steigt der Fett-Laktose-Quotient um 0,12 (Tabelle 3).

Die Unterschiede in den Milchinhaltsstoffen zwischen der Kontroll- und der Ketosegruppe variieren im Laktationsverlauf (Abbildungen 2 bis 5). Für die Eignung als Indikator zur Ketose-Erkennung ist dies ein wichtiger Aspekt.

Der Fettgehalt der Milch (Abbildung 2) ist sowohl bei der Ketose- als auch bei der Kontrollgruppe durch einen Rückgang am Beginn der Laktation gekennzeichnet, wobei die Ketosegruppe in den ersten Laktationswochen einen um 0,5 PP erhöhten Fettgehalt in der Milch aufweist, welcher sich bis zum 60. Laktationstag an jenen der Kontrollgruppe angleicht. In der Kontrollgruppe stabilisiert sich der Fettgehalt um ca. 20 Tage früher auf ca. 4 % Fett als bei der Ketosegruppe.

Im Unterschied zum Fett- und Laktosegehalt der Milch unterscheiden sich die Ketose- und Kontroll-

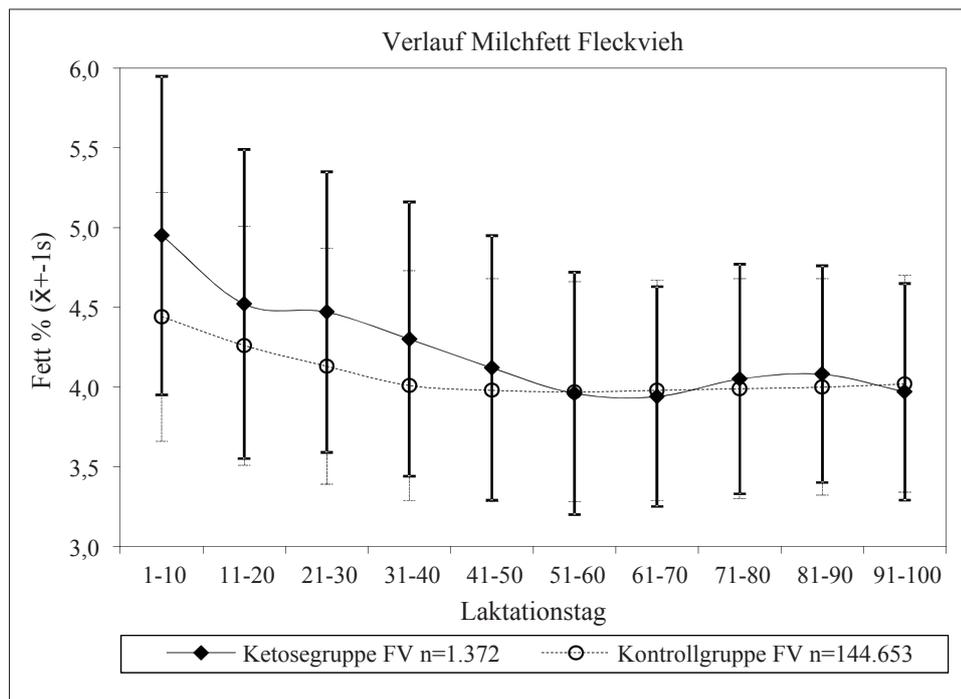


Abbildung 2: Verlauf des Milchfettgehaltes von Fleckviehkühen der Ketose- und Kontrollgruppe im ersten Laktationsdrittel

gruppe im Milcheiweißgehalt bis zum 20. Laktationstag nicht (Abbildung 3). In beiden Gruppen sinkt der Eiweißgehalt der Milch bis zum ca. 35. Laktationstag ab und steigt danach wieder an. Ab dem 20. Laktationstag ist bei der Ketosegruppe ein um ca. 0,1 PP geringerer Eiweißgehalt der Milch erkennbar.

Der Laktosegehalt der Milch steigt in beiden Gruppen vom Beginn der Laktation bis zum ca. 30. Laktationstag um rund

0,15 PP an. Bei der Ketosegruppe liegt der Laktosegehalt der Milch annähernd kontinuierlich 0,05 PP unter dem Laktosegehalt der Kontrollgruppe. Ab dem 90. Laktationstag erreichen beide Gruppen dasselbe Niveau.

Der Fett-Eiweiß-Quotient steigt sowohl in der Kontroll- als auch in der Ketosegruppe von Beginn der Laktation bis zum Zeitraum 20.-30. Tag an und fällt danach wieder ab (Abbildung 4). Bis zum ca. 50. Laktationstag liegt

der Unterschied zwischen Ketose- und Kontrollgruppe bei 0,14 bis 0,08 und verringert sich ab dem 50. Laktationstag auf 0,07 bis 0,02.

Der Verlauf der Fett-Laktose-Quotienten (Abbildung 5) beider Tiergruppen ist stark vom Verlauf des Milchfettgehaltes geprägt. Sowohl in der Ketose- als auch in der Kontrollgruppe fällt der FLQ am Beginn der Laktation bis zum ca. 50. Laktationstag ab, wobei zu erkennen ist, dass zu Laktationsbeginn der FLQ in der Ketosegruppe um 0,1 höher ist als bei der Kontrollgruppe.

Am Verlauf des Milchfettgehaltes von Fleckviehkühen, die an einer Ketose erkrankt sind, kann man einen deutlichen Anstieg des Milchfettgehaltes kurz vor der Diagnose erkennen (Abbildung 6). Im Zeitraum von ca. 25 Tagen vor der Ketose steigt der Milchfettgehalt um ca. 0,5 PP auf fast 5 % an, wobei die Streuung sehr groß ist. Der Höhepunkt des Milchfettgehaltes wird im Zeitraum von 10 Tagen vor, bis zum Zeitpunkt der Diagnose erreicht. Nach der Erkrankung fällt der Milchfettgehalt stark ab und erreicht nach ca. 45 Tagen den Normalwert von ca. 4 %.

Im Unterschied zum Milchfettgehalt verändert sich der Laktosegehalt der Milch (Abbildung 7) im Abstand zur Diagnose kaum. Beim Eiweißgehalt der Milch ist im Zeitraum von ca. 40 Tagen vor der Ketosediagnose ein leicht-

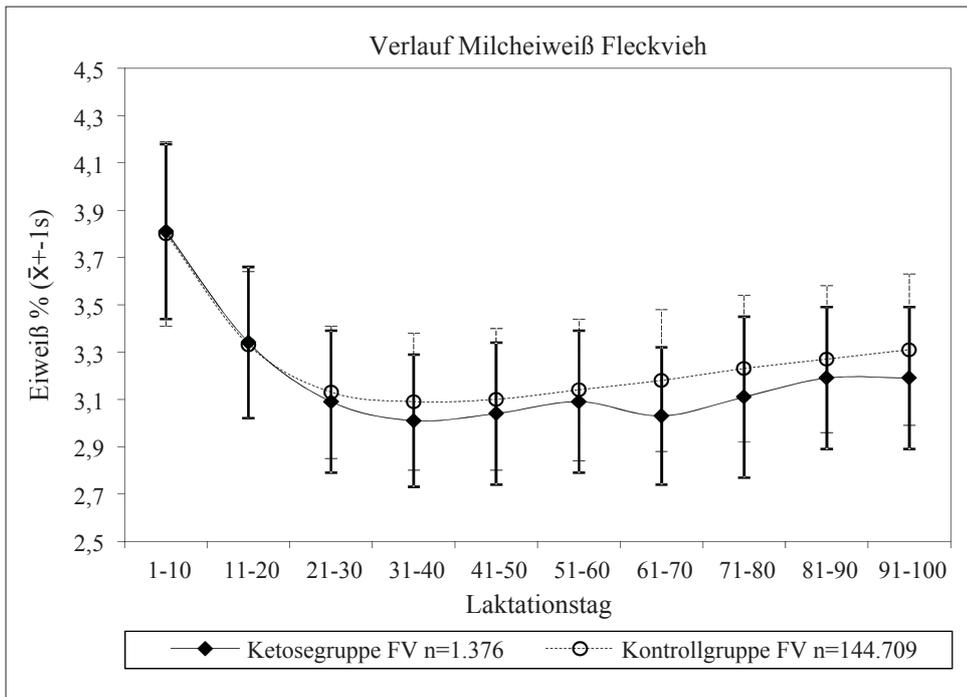


Abbildung 3: Verlauf des Milcheiweißgehaltes von Fleckviehkühen der Ketose- und Kontrollgruppe im ersten Laktationsdrittel

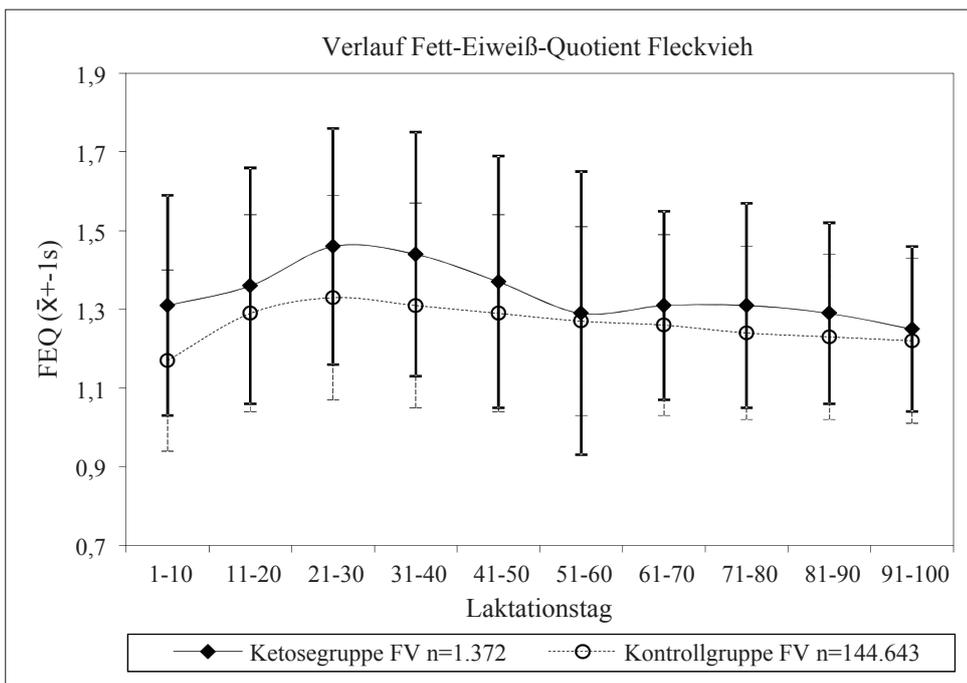


Abbildung 4: Verlauf des Fett-Eiweiß-Quotienten von Fleckviehkühen der Ketose- und Kontrollgruppe im ersten Laktationsdrittel

ter Anstieg, und ab dem ca. 10. Tag nach der Diagnose ein deutlicher Abfall zu erkennen. Nach dem Tiefpunkt ca. 30 Tage nach der Diagnose steigt der Milcheiweißgehalt wieder an. Kombiniert man die Faktoren Fett und Eiweiß oder Fett und Laktose und errechnet den Fett-Eiweiß-Quotienten oder den Fett-Laktose-Quotienten, weisen die Verläufe wegen dieser unterschiedlichen Zeitprofile eine sehr starke Ähnlichkeit zum Verlauf des Fettgehaltes auf.

4.2 Milchinhaltsstoffe zur Abgrenzung von Milchkühen mit und ohne Ketosediagnose

4.2.1 Fett-Eiweiß-Quotient

Versucht man die Ketose- und Kontrollgruppe über einen Fett-Eiweiß-Quotienten von über 1,5 voneinander abzugrenzen, weisen 58,2 % der Kühe mit einer Ketosediagnose einen FEQ unter oder gleich 1,5 auf, die restlichen 41,8 % der Fleckviehkühe haben einen FEQ von über 1,5. Im Gegensatz dazu weisen bei der Kontrollgruppe 82,4 % der Tiere eine FEQ von unter oder gleich 1,5 und 17,6 % der Kühe einen FEQ von über 1,5 auf (Tabelle 4).

Während nur knapp 42 % der an einer Ketose erkrankten Kühe einen FEQ von größer 1,5 aufweisen, können bei einer Abgrenzung mit einem FEQ von über 1,33 60,9 % der Fleckviehkühe mit Ketosediagnose richtig erkannt werden, 39,1 % der Tiere in der Ketosegruppe weisen einen FEQ von unter oder gleich 1,33 auf. In der Kontrollgruppe zeigen 38,5 % der Tiere einen FEQ von über 1,33.

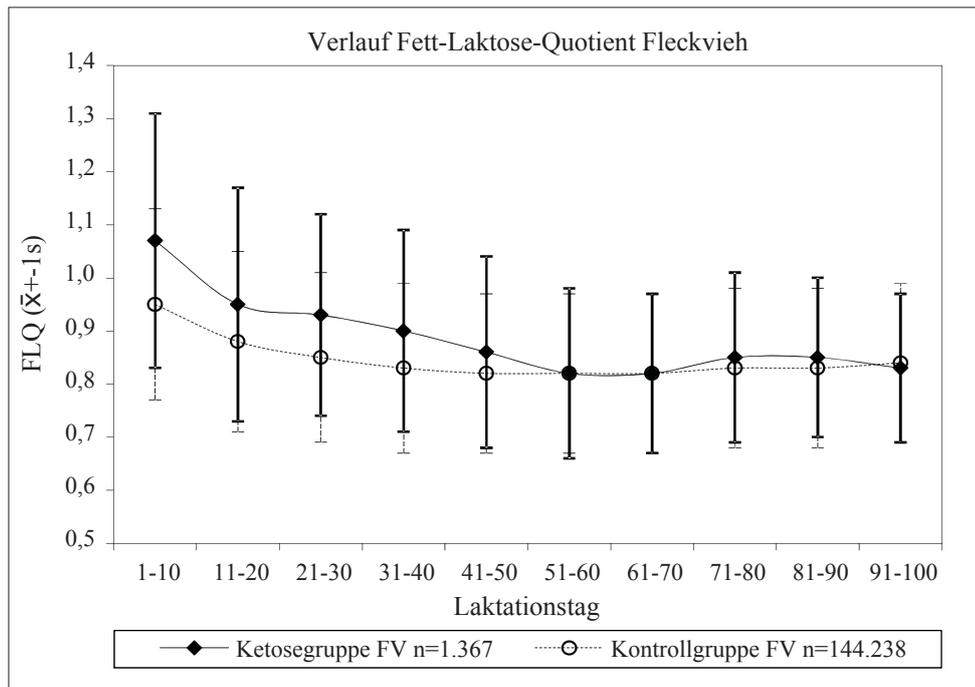


Abbildung 5: Verlauf des Fett-Laktose-Quotienten von Fleckviehkühen der Ketose- und Kontrollgruppe im ersten Laktationsdrittel

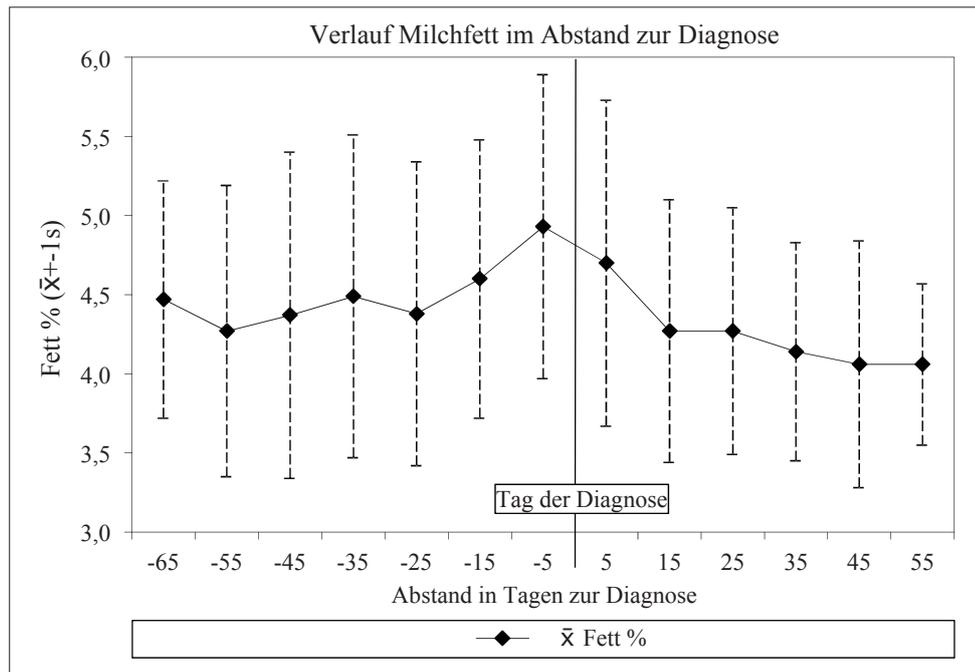


Abbildung 6: Verlauf des Milchfettgehaltes im zeitlichen Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen

4.2.2 Fett-Laktose-Quotient

Bei Abgrenzung durch einen Fett-Laktose-Quotienten von 0,9 werden 66,7 % der Fleckviehkühe der Ketosegruppe richtig zugeordnet, in der Kontrollgruppe überschreiten 37,5 % der Tiere diese Grenze. 33,3 % der Tiere in der Ketosegruppe zeigen einen Fett-Laktose-Quotienten von gleich oder unter 0,9.

4.2.3 Fettgehalt der Milch in %

Im Unterschied zu den Quotienten wird bei der Abgrenzung über den

Tabelle 4: Abgrenzung mit FEQ größer 1,5 bei Fleckvieh

Kategorie		FEQ		Gesamt
		≤1,5	>1,5	
Kontrollgruppe	n	49027	10497	59524
	%	82,4	17,6	
Ketosegruppe	n	131	94	225
	%	58,2	41,8	
Gesamt	n	49158	10591	59749
	%	82,3	17,7	100

Chi-Quadrat-Test $p = < 0,001$

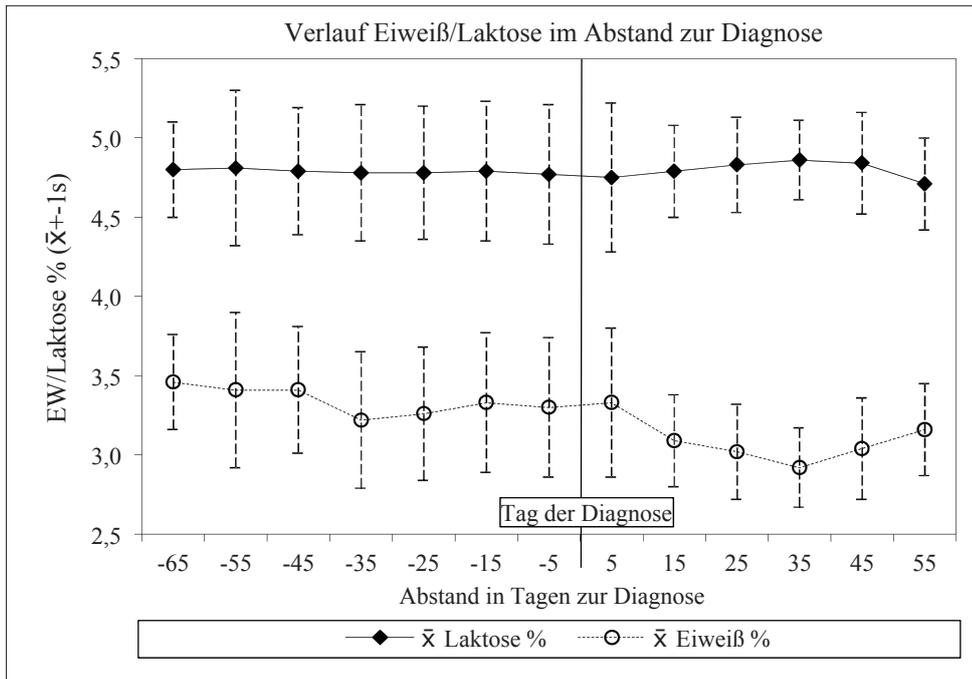


Abbildung 7: Verlauf des Eiweiß- und Laktosegehaltes der Milch im zeitlichen Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen

Fettgehalt nur ein Milchinhaltsstoff berücksichtigt. Von der Ketosegruppe haben 37,4 % der Fleckviehkühe einen Fettgehalt von über 5,0 % in der Milch, 62,7 % der Tiere weisen einen Fettgehalt von 5,0 % oder darunter auf. In der Kontrollgruppe zeigen 12,8 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5,0 %. Senkt man die Grenze auf 4,4 % Fett, werden in der Ketosegruppe 61,8 % der Fleckviehkühe erfasst, 38,2 % der Tiere haben einen Fettgehalt von gleich oder unter 4,4 %. Demgegenüber wird in der Kontrollgruppe für 34,1 % der Milchkühe ein Fettgehalt über 4,4 % ausgewiesen.

5. Diskussion

5.1 Zeitpunkt der Ketosediagnose

Die Ketose tritt in einem sehr frühen Laktationsstadium auf. Aus *Abbildung 1* ist erkennbar, dass 35 % der Ketosediagnosen in den ersten 10 Laktationstagen und 80 % in den ersten 50 Tagen der Laktation stattfinden. Gut vergleichbar ist dieses Ergebnis mit dem von GEISHAUSER et al. (2000), nach dem 90 % der Ketosen innerhalb der ersten zwei Laktationsmonate auftreten. Dabei gibt es kaum Unterschiede zwischen den Rassen. Betrachtet man dieses Ergebnis unter Berücksichtigung der physiologischen Entstehung der

Krankheit, ist vor allem am Beginn der Laktation eine verstärkte Kontrolle des Stoffwechsels von großer Bedeutung. Aufgrund des langen Kontrollintervalls von – je nach Methode – 33 bis 44 Tagen (+/- 7 Tage, um die Kontrolle tatsächlich unangekündigt durchführen zu können; LKV 2011) und dem sehr frühen Auftreten der Ketose besteht gemäß dieser Untersuchung für die Betriebsleiter/innen bei 49 % der an Ketose erkrankten Milchkühe praktisch keine Möglichkeit, diese anhand der Ergebnisse der Milchleistungskontrolle zu erkennen (*Tabelle 1*). In 51 % der Fälle steht den Betriebsleiter/innen ein Milchprobenergebnis zur Verfügung. Berücksichtigt man zusätzlich den Zeitraum von der Probeziehung bis zur schriftlichen Auswertung der Milchleistungskontrolle, verliert man weitere Tage. Somit verringert sich der Anteil an Diagnosen mit aussagekräftigem Ergebnis der Milchleistungskontrolle auf unter 50 %.

5.2 Milchinhaltsstoffe nach Rassen

Bei allen vier Rassen ist sowohl der FEQ als auch der FLQ in der Ketosegruppe gegenüber der Kontrollgruppe deutlich erhöht. Unterschiede zwischen den Rassen sind sowohl beim FEQ als auch beim Fettgehalt der Milch erkennbar. Dabei ist zu beachten, dass beim Fett-Eiweiß-Quotienten eine signifikante Wechselwirkung zwischen der Rasse und der Diagnose besteht, welche bei der Interpretation der Einzelwerte zu berücksichtigen ist.

Die durchschnittlichen FEQ-Werte der einzelnen Rassen liegen zwischen 1,38 bei Fleckvieh und 1,53 bei der Rasse Holstein Friesian. Berücksichtigt man die Unterschiede im FEQ zwischen den Rassen von bis zu 0,15, ist zu erkennen, dass ein FEQ-Schwellenwert von größer 1,5 nicht bei allen Rassen gleichermaßen angewendet werden kann.

Vergleicht man die Rassen untereinander (*Tabelle 2*), so ist zu erkennen, dass Fleckvieh einen signifikant geringeren Fettgehalt aufweist als alle anderen Rassen. Der signifikant geringere Milchfettgehalt der Rasse Fleckvieh resultiert aus den höheren Milchfettgehalten in der frühen Laktation der übrigen Rassen. Somit hängt der Unterschied vom Zeitpunkt

der Probenahme ab. Im Vergleich zu den Durchschnittswerten aus dem Jahresbericht der ZuchtData 2010 haben alle vier Rassen einen um 0,3 % bis 0,4 % höheren Milchfettgehalt (EGGER-DANNER et al. 2010). In dieser Auswertung wurde jeweils nur die erste Probemelkung in der Laktation herangezogen. Berücksichtigt man den Verlauf des Fettgehaltes im Laufe der Laktation (*Abbildung 2*), ist zu erkennen, dass sowohl die Ketose- als auch die Kontrollgruppe am Beginn der Laktation einen erhöhten Fettgehalt aufweisen, worin der im Vergleich zu anderen Quellen höhere Fettgehalt in dieser Untersuchung erklärbar ist.

5.3 Zusammenhang zwischen Ketose-Diagnose und Milchinhaltsstoffen bei Fleckvieh-Kühen

Wie anhand von *Tabelle 3* dargestellt, unterscheidet sich die Ketosegruppe sowohl im Gehalt an den Inhaltsstoffen Fett, Eiweiß und Laktose, als auch bei den Quotienten FEQ und FLQ statistisch signifikant von der Kontrollgruppe. Bei den weiteren Parametern wie Harnstoffgehalt, Zellzahl und Milchmenge am Kontrolltag konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der größte Unterschied ist im Fettgehalt der Milch erkennbar. Die Ketosegruppe weist einen um 0,51 PPn erhöhten Fettgehalt in der Milch auf, wobei der Eiweißgehalt um 0,05 und der Laktosegehalt der Milch um 0,03 PPn verringert sind. Vergleichbar mit den Ergebnissen von STEEN et al. (1996) ist zu erkennen, dass der Großteil der Veränderung der Quotienten aus der Veränderung des Fettgehaltes resultiert. Der deutliche Anstieg des Milchfettgehaltes vor allem am Beginn der Laktation bei den an Ketose erkrankten Tieren ist eine Konsequenz der energetischen Unterversorgung und damit verbundenen Körperfetteinschmelzung (GEISHAUSER und ZIEBELL 1995). DUFFIELD et al. (1997) und GRAVERT et al. (1986) konnten ebenfalls einen erhöhten Fettgehalt bei erhöhtem Ketoserisiko feststellen.

Im zeitlichen Verlauf des Milchfettgehaltes laut *Abbildung 2* unterscheiden sich die Ketose- und die Kontrollgruppe in den ersten 50 Laktationstagen deutlich. Ab dem 50. Laktationstag treten kaum mehr Unterschiede im Fettgehalt der Milch auf.

Im Gegensatz zum Milchfettgehalt kommt es beim Eiweißgehalt laut *Abbildung 3* erst ab dem 20. Laktationstag zu Unterschieden zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe. Vergleichbar mit den Ergebnissen von STEEN et al. (1996) ist der Proteingehalt der Milch in den ersten Laktationswochen stark rückläufig, wobei in der Studie von STEEN et al. (1996) kein Unterschied im Proteingehalt zwischen Tieren mit hohem und Tieren mit geringem Ketoserisiko festgestellt wurde. Der Laktosegehalt der Milch liegt bei der Ketosegruppe um 0,03 PP niedriger als bei der Kontrollgruppe. Im Unterschied zum Eiweißgehalt der Milch besteht eine über den ersten Laktationsabschnitt annähernd konstante Differenz.

Der Verlauf der einzelnen Inhaltsstoffe im zeitlichen Abstand zur Diagnose laut *Abbildung 6* und *7* zeigt, dass vor allem beim Fettgehalt der Abstand zwischen Probemelkung und Diagnose eine bedeutende Rolle spielt. Im Zeitraum zwischen 25 Tagen vor bis zum Zeitpunkt der Ketose-Diagnose steigt der Fettgehalt im Mittel um 0,5 PP auf fast 5 %

an. Dieser Verlauf ist gut mit dem von GASTEINER (2000) und ULBRICH et al. (2004) angegebenen Milchfettanstieg durch die Fetteinschmelzung im Zuge einer energetischen Unterversorgung zu vergleichen.

Der Eiweißgehalt der Milch schwankt vor der Erkrankung an Ketose leicht, wobei er ca. 35 Tage vor der Diagnose tendenziell leicht ansteigt. Nach der Erkrankung fällt der Eiweißgehalt der Milch bis zum 35. Tag nach der Diagnose ab und steigt daraufhin wieder an. Im Zuge einer Ketose aufgrund eines Energiedefizits kommt es zu einer geringeren mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen (DIRKSEN 1994) und dadurch zu einem geringeren Proteingehalt in der Milch. Verglichen mit dem Verlauf des Proteingehaltes in der Milch bei ketosekranken Milchkühen der ausgewerteten Laktationen laut *Abbildung 7* ist zu erkennen, dass es entgegen der Darstellung von DIRKSEN (1994) erst nach der Erkrankung zum Rückgang des Proteingehaltes in der Milch kommt.

Der Laktosegehalt der Milch zeigt einen sehr gleichmäßigen Verlauf (*Abbildung 7*). Vor der Diagnose sind kaum Schwankungen erkennbar, danach steigt er leicht an.

Aufgrund der geringen Schwankungen des Laktosegehaltes der Milch spiegelt der Verlauf des Fett-Laktose-Quotienten im zeitlichen Abstand zur Diagnose den Verlauf des Milchfettgehaltes wieder. Der Eiweißgehalt der Milch beeinflusst den FEQ erst nach der Diagnose. Vor der Diagnose werden beide Quotienten zum größten Teil vom Fettgehalt beeinflusst.

5.4 Eignung der Milchinhaltsstoffe als Ketoseindikatoren bei Fleckvieh

5.4.1 Fett-Eiweiß-Quotient

Um in der Praxis das Ketoserisiko abschätzen zu können, kann nach den Aussagen mehrerer Autoren (SPOHR und WIESNER 1991, DE KURIF et al. 2007, WURM 2010) der Fett-Eiweiß-Quotient als Hilfsmerkmal herangezogen werden. Ein FEQ über 1,5 gilt als Warnhinweis für eine mögliche Ketose (WURM 2010), wobei nicht zwangsläufig eine Ketose vorliegen muss (SPOHR und WIESNER 1991). Geht man für die vorliegenden Daten von einem erhöhten Ketoserisiko am Einzeltier bei einem FEQ von über 1,5 aus, wird nur bei 41,8 % der Tiere, für die eine Ketose diagnostiziert wurde, das Risiko richtig eingeschätzt. 58,2 % der Fleckviehkühe, für die eine Ketose diagnostiziert wurde, hatten einen FEQ kleiner oder gleich 1,5 und wären deshalb nicht als gefährdet eingestuft worden (*Tabelle 4*). Von den Tieren ohne Ketosediagnose hatten 17,6 % einen FEQ über 1,5. Von allen ausgewerteten ersten Kontrollen weisen 17,7 % einen FEQ über 1,5 auf. In einer Untersuchung von HAGMÜLLER (2002) zeigten die Hälfte der Braunviehkühe, welche einen FEQ von über 1,5 hatten, Symptome einer klinischen Ketose. Würde man diesen Anteil auf die in dieser Arbeit ausgewertete Fleckviehpopulation umlegen, würden 8,8 % der Kühe an einer klinischen Ketose leiden. Diese Annahme käme dem Ergebnis von GEISHAUSER et al. (2000), bei dem 12 % aller Milchkühe in der ersten Laktationswoche an einer subklinischen Ketose leiden, sehr nahe, wobei zusätzlich zu bedenken ist, dass 58,2 % der laut Diagnose an einer Ketose leidenden Fleckviehkühe

mit einem FEQ-Schwellenwert von über 1,5 nicht richtig erkannt würden.

Verringert man den Grenzwert FEQ auf 1,33 (SIEBERT und PALLAUF 2010), werden 60,9 % der Fleckviehkühe mit Ketosediagnose erkannt, während 39,1 % der Tiere mit einer Ketosediagnose einen FEQ kleiner oder gleich 1,33 aufweisen. Von den Tieren ohne Ketosediagnose zeigten 38,5 % einen FEQ über 1,33.

5.4.2 Fett-Laktose-Quotient

Der Fett-Laktose-Quotient beschreibt eine negative Energiebilanz und in Folge das Ketoserisiko besser als der Fett-Eiweiß-Quotient (STEEN et al 1996, REIST et al. 2002). Der gegenüber der Kontrollgruppe gleichmäßig leicht verringerte Laktosegehalt der Ketosegruppe spricht für eine bessere Aussagekraft des FLQ gegenüber dem FEQ. Im Eiweißgehalt lassen sich die Ketose- und die Kontrollgruppe vor allem in den ersten 20 Tagen (*Abbildung 3*) nicht unterscheiden.

Versucht man jene Tiere, bei denen eine Ketose diagnostiziert wurde, mit einem Grenzwert von FLQ über 1,0 zu ermitteln, werden 45,3 % der ketosekranken Fleckviehkühe richtig erkannt, während 54,7 % der mit Ketose diagnostizierten Kühe einen FLQ kleiner oder gleich 1,0 aufweisen. Senkt man den FLQ-Grenzwert auf größer 0,9, werden 66,7 % der Fleckviehkühe, welche an einer Ketose erkrankt sind, richtig ermittelt, wobei allerdings auch 37,5 % jener Tiere, die keine Ketosediagnose hatten, die Grenze von FLQ größer 0,9 in der ersten Kontrolle der Laktation überschritten.

Vergleicht man die beiden Grenzwerte FEQ größer 1,33 und FLQ größer 0,9, werden über den FLQ um sechs Prozentpunkte mehr jener Tiere richtig erfasst, die eine Ketosediagnose hatten und um einen Prozentpunkt weniger jener Fleckviehkühe, die keine Ketosediagnose in der Laktation hatten. Somit würde der Fett-Laktose-Quotient ein besseres Hilfsmerkmal zur Erkennung von ketosekranken Milchkühen darstellen. In den Ergebnissen von STEEN et al. (1996) konnten ketotische Milchkühe mit dem FLQ ebenfalls besser beschrieben werden als mit dem FEQ.

5.4.3 Fettgehalt der Milch in %

Zieht man den Fettgehalt der Milch als Merkmal zur Ketoseerkennung heran, so weist laut ULBRICH et al. (2004) ein Fettgehalt von über 5 % auf eine ketogene Stoffwechsellaage hin. Von Fleckviehkühen der Ketosegruppe hatten 37,4 % einen Milchfettgehalt von über 5 % und würden mit diesem Merkmal richtig erkannt werden. In der Kontrollgruppe zeigten immerhin auch 12,8 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5 %. Gemessen an allen ausgewerteten ersten Kontrollergebnissen hatten 12,9 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5 %. Nimmt man laut ULBRICH et al. (2004) an, dass generell bei einem Fettgehalt von über 5 % von einer ketogenen Stoffwechsellaage ausgegangen werden kann, würden 12,9 % der in dieser Auswertung berücksichtigten Fleckviehkühe im Zeitraum der ersten Kontrolle an einer Ketose leiden. Diese Annahme käme dem Ergebnis von GEISHAUSER et al. (2000), welcher bei 12 % der Milchkühe in der ersten Laktationswoche eine subklinische Ketose annimmt, nahe.

Um den Anteil der ketosekranken Tiere, die über den Fettgehalt erkannt werden, auf ein vergleichbares Niveau mit den nach einem FEQ größer 1,33 und FLQ größer 0,9 identifizierten zu bringen, muss der Grenzwert auf 4,4 % Fett bei der ersten Kontrolle in der Laktation reduziert werden. Mit dieser Grenze wurden 61,8 % der Milchkühe mit Ketosediagnose richtig erkannt, wobei allerdings auch 34,1 % jener Tiere, die keine Diagnose hatten, über 4,4 % Fett in der Milch aufwiesen.

5. Schlussfolgerungen

Aufgrund des frühen Auftretens ketotischer Stoffwechsellaagen in der Laktation stehen bei den in Österreich gegebenen Kontrollintervallen faktisch nur für knapp die Hälfte der Kühe vor einer allfälligen Ketose-Diagnose überhaupt Ergebnisse aus der Milchleistungskontrolle, die als Indikatoren verwendet werden könnten, zur Verfügung.

Ein für alle Rassen zutreffender Orientierungswert für den Fett-Eiweiß-Quotienten, der ein erhöhtes Ketoserisiko anzeigen würde, lässt sich wegen der Wechselwirkung zwischen Rasse und Ketose-Befund nicht ableiten. Für Fleckvieh scheint ein FEQ-Orientierungswert von 1,33 besser als der üblicherweise empfohlene Wert von 1,5 geeignet; jedoch werden anhand von ersterem auch nur knapp 61 % der mit Ketose diagnostizierten Kühe erkannt. Eine noch etwas bessere Rate von knapp 67 % wird mit Fett-Laktose-Quotienten von größer 0,9 erzielt.

Nach den vorliegenden Ergebnissen besteht zwar ein gesicherter Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Milchinhaltsstoffen und Quotienten dieser, die als erste Hinweise für die Abschätzung des Ketoserisikos verwendet werden können. Hinsichtlich der Aussagekraft dieser Orientierungswerte ist jedoch unbedingt zu bedenken, dass wegen des Fehlens von Leistungsprüfungsergebnissen zu Laktationsbeginn und wegen des hohen Anteils von Tieren mit ketotischer Stoffwechsellaage, aber unauffälligen Milchinhaltsstoffgehalten bzw. deren Quotienten nur rund ein Drittel der Kühe, an denen Ketose diagnostiziert wurde, tatsächlich erkannt worden wären.

6. Literatur

- BAIRD, D.G., 1980: Primary ketosis in the high-producing dairy cow: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook. *J. Dairy Sci.* 65, 1-10.
- DE KURIF, A., R. MANSFELD und M. HOEDEMAKER, 2007: Tierärztliche Bestandesbetreuung beim Milchrind. Enke Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, 127-129.
- DIRKSEN, G., 1994: Kontrolle von Stoffwechselstörungen bei Milchkühen an Hand von Milchparametern, http://www.buiatria.it/file_26/volume_1/Pages%20from%20volumeXXVI-6.pdf (Besucht am 6.12.2010).
- DUFFIELD, T.F., D.F. KELTON, K.E. LESLIE, K.D. LISSEMORE und J.H. LUMBSEN, 1997: Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. *Can. Vet. J.* 38, 713-718.
- EGGER-DANNER C., C. FÜRST, M. MAYERHOFER, C. RAIN und C. REHLING, 2010: ZuchtData Jahresbericht 2010. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Wien, 17-23.

- EGGER-DANNER, C., B. FUERST-WALTL, W. OBRITZHAUSER, C. FUERST, H. SCHWARZENBACHER, B. GRASSAUER, M. MAYRHOFER und A. KOECK, 2012: Recording of direct health traits in Austria – Experience report with emphasis on aspects of availability for breeding purposes. *J. Dairy Sci.* 95, 2765-2777.
- GASTEINER, J., 2000: Ketose, die bedeutendste Stoffwechselerkrankung der Milchkuh. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning, 11-18.
- GEISHAUSER T.H. und K.L. Ziebell, 1995: Fett/Eiweiß-Quotient in der Milch von Rinderherden mit Vorkommen von Labmagenverlagerungen. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 102, 469-494.
- GEISHAUSER, T., K. LESLI, J. TENHAG und A. BASHIRI, 2000: Evaluation of eight cow-side ketone tests in milk for detection of subclinical ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 296-299.
- GOFF, J.P. und R.L. HORST, 1997: Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80, 1260-1268.
- GRAVERT, H.O., R. LANGER, L. DIEKMANN; K. PAPST und H. SCHULTE-COERNE, 1986: Ketokörper in Milch als Indikatoren für die Energiebilanz der Milchkuhe. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, *Züchtungskunde* 58, 309-318.
- HAGMÜLLER, W. 2002: Untersuchungen an Braunviehrindern im oberösterreichischen Innviertel – Stoffwechselprofile der ersten 100 Laktationstage. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien, 63.
- KLUG, F., F. REHBOCK und A. WAGLER, 2004: Aktuelle Probleme bei der Milchkuh. Ketose-Ovarialzyste- Nutzungsdauer – Züchterische Möglichkeiten zur Stabilisierung der Gesundheit. Lehmanns Media, Berlin, 15-21.
- LKV, 2011: Durchführungsbestimmungen für Leitungsüberprüfungen bei Rindern in Österreich. LKV-Leistungsprüfung Österreich, <http://www.lkv.at/Regeln.27.0.html> (Besucht am 24.10.2011).
- MANZENREITER, H., 2012: Milchinhaltsstoffe als Indikatoren zur Erkennung von Ketose. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- REIST, M., D. ERDIN; D. VON EUW, K. TSCHUEMPERLIN, H. LEUENBERGER, Y. CHILLIARD, H.M. HAMMON, C. MOREL, C. PHILIPONA, Y. ZBINDEN, N. KEUNZI und J.W. BLUM 2002: Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 3314-3327.
- SAS, 2003: SAS TM. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary NC. USA.
- SEMLITSCH, S., 2008: Gesundheitsmonitoring in der Praxis: Was sagen die Praktiker? Moderne Werkzeuge für das Herdenmanagement, Sonderbeilage „Der fortschrittliche Landwirt“.
- SIEBERT, F. und J. PALLAUF, 2010: Analyse von Ergebnissen der Milchleistungsprüfung in Hessen im Hinblick auf ein Ketoserisiko. *Züchtungskunde* 83, 112-122.
- STEEN, A., O. ØSTERAS und H. GRØNSTØL, 1996: Evaluation of additional acetone and urea analyses, and of the fat-lactose-quotient in cow milk samples in the herd recording system in Norway. *J. Vet. Med. A* 43, 181-191.
- SPOHR, M. und H.U. WIESNER, 1991: Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung. *Milchpraxis* 29, 231-236.
- ULBRICH, M., M. HOFFMANN und W. DROCHNER, 2004: Fütterung und Tiergesundheit. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 175-192.
- WURM, K., 2010: Fütterungsfehler und ihre Interpretation durch die Milchinhaltsstoffe. 3. Tierärztetagung, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 5-8.
- ZOTTL, K., 2008: Milchleistungsprüfung – Neuer Tagesbericht mit Gesundheitsmonitoring. Moderne Werkzeuge für das Herdenmanagement, Sonderbeilage „Der fortschrittliche Landwirt“.

Wirtschaftliche Milchproduktion ohne extreme Höchstleistungen

Rosa und Christoph Niederberger^{1*}

Betriebsbeschreibung

Familienbetrieb in der Gemeinde Kefermarkt im Bezirk Freistadt. Betriebsleiter Ehepaar Rosa (38) und Christoph (44) mit drei Kindern. Eltern von Christoph leben am Betrieb.

Betriebsdaten

29 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (8 ha Pacht), davon 15 ha Grünland und 14 ha Acker (4 ha Feldfutter, 4 ha Silomais, 6 ha Getreide), 4,3 ha Wald

Seehöhe: 615 m

Niederschlag: 650 bis 700 mm

Aus- und Weiterbildung

Frau Niederberger ist landwirtschaftliche Facharbeiterin und Herr Niederberger Absolvent der HBLA St. Florian.

Seit 2004 bringt die Mitgliedschaft beim Arbeitskreis Milch wertvolle Informationen.

Wirtschaftsweise

Konventionelle Bewirtschaftung im Vollerwerb. Die Düngung erfolgt hauptsächlich mit eigenem Wirtschaftsdünger. Nach Bedarf wird anhand von Ergebnissen der Bodenuntersuchung noch Phosphor gedüngt. Besonderer Wert wird auf den Pflanzenbestand im Grünland gelegt; daher werden regelmäßig Verbesserungsmaßnahmen wie Nachsaaten durchgeführt.

Betriebsentwicklung

Die Betriebsübernahme erfolgte 1999. Noch im gleichen Jahr wurde ein Liegenboxenlaufstall in das bestehende Stallgebäude eingebaut. Im Jahr 2000 kam unabhängig vom Kuhstall ein neuer Kälberstall dazu, in den im Mai 2001 ein Tränkeautomat eingebaut wurde.

Tabelle 2: Biologische Kennzahlen

Merkmal	Eigener Betrieb	Ø Österreich (laut Arbeitskreis Milch)
Produzierte Milch, kg je Kuh	7.356	7.410
Verkaufte Milch, kg je Kuh	6.798	6.917
Kosten je kg Milch, Euro	18,8	21,5
DfL ² je Kuh, Euro	2.052	1.810
Verkaufte Milch, kg gesamt	219.287	213.053
Zwischenkalbezeit, Tage	369	391
Erstkalbealter, Jahre	26,6	29,3
Kosten Eigenbesamung, Euro je Kuh	16	32
Kosten Tiergesundheit, Euro je Kuh	65	86
Zellzahl (Molkerei)	137.500	131.789

Hauptwirtschaftszweig

1999 wurde die Zuchtstierproduktion, die seit zwei Generationen am Hof Tradition hatte, eingestellt. Damit begannen die Ausweitung der Milchproduktion und der Zuchtviehverkauf von Erstlingskühen oder trächtigen Kalbinnen über die Versteigerung in Freistadt. Derzeit werden 32 Kühe der Rasse Fleckvieh mit einer Quote von 220.000 kg Milch gehalten.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Milchkuhanzahl seit dem Jahr 1996. In Tabelle 2 sind wichtige biologische Kennzahlen des Betriebs angeführt.

Fütterung

Das Grundfutter wird in zwei Fahrtilos als Sandwichsilage aus 1. und 4. Schnitt sowie Silomais gelagert. Zehn Monate erfolgt die Futtevorlage mit einem Silokamm. Zwei Monate wird Rundballensilage aus dem 2. und 3. Schnitt Feldfutter sowie den Randflächen der Dauerwiesen gefüttert. Heu vom 2. und 3. Schnitt in Rundballen steht ganzjährig zur freien Entnahme zur Verfügung.

Kraftfutter wird leistungsbezogen über die Kraftfutterstation von maximal 7 kg je Kuh und Tag zugeteilt. Zur Steigerung der Grundfütteraufnahmen erfolgt eine Lockfütterung am Futtertisch von Hand. Das Kraftfutter setzt sich aus eigenem Getreide (Wintergerste/Triticale) und Zukaufgetreide (Triticale/Körnermais) sowie einer Mineralstoffmischung zusammen. Die hofeigene Mischung wird über die Mahl- und Mischgemeinschaft hergestellt. Das Eiweißfutter ist

Tabelle 1: Betriebskennzahlen

Jahr	Ø Kuhanzahl
1996	17,2
1999	20,2
2003	26,6
2012	32,3

¹ Albingdorf 13, A-4212 Neumarkt im Mühlkreis

* Ansprechpartner: Rosa und Christoph Niederberger, email: christophrosa@aon.at

eine Mischung aus GVO-freiem Soja und Rapskuchen. Der Kraftfutterverbrauch liegt bei ca. 27 dag je kg produzierter Milch.

Kälber und Jungvieh

Ca. 40 Abkalbungen pro Jahr. Stierkälber werden mit 6 bis 8 Wochen verkauft. Kuhkälber bleiben am Hof. 10 Jungrinder werden zur Aufzucht aufgestellt. Nach einer Woche Einzelhaltung kommen die Kälber bis max. 90 Tage in Gruppenhaltung zum Tränkeautomaten.

Meine“ wirtschaftlichen Überlegungen“

Der kostengünstige Einbau des Liegeboxenlaufstalls in das bestehende Gebäude brachte einige Vorteile aber auch Nachteile. Ein Vorteil sind die geringen Baukosten, die geringeren Erhaltungskosten sowie die leichtere Erreichbarkeit und der leichte Zugang. Ein Nachteil ist, dass wir

hier Einbußen beim Kuhkomfort (Licht, Luft, Raum) in Kauf nehmen müssen.

Wirtschaftliche Milchproduktion setzt unserer Meinung nach hohe Leistungen voraus. Wo hier die Grenze zu „extremer Höchstleistung“ liegt, muss wohl jeder für sich entscheiden. Mit dem ständig vor sich gehenden Zuchtfortschritt wird es zwar immer „leichter“ hohe Einzeltierleistungen zu erreichen, allerdings wird für uns Milchbauern die Herausforderung der Zukunft sein, dieses genetische Potential auch zu nutzen.

Auf unseren Betrieb umgelegt bedeutet das, dass auch wir auf unserem derzeitigen Leistungsniveau nicht stehen bleiben dürfen und wir uns weiter entwickeln müssen. Entwicklungspotenzial sehen wir zum Beispiel in der Verbesserung des Grundfutterangebots (Futtermittelanalysen, Erntetechnik und Erntetermin optimieren, eventuell Siliermitteleinsatz). Hierbei helfen wird uns sicher die Mitgliedschaft im Arbeitskreis Milch, um sich dort mit Gleichgesinnten zu treffen, zu vergleichen und daraus zu lernen.

Fettsäurenmuster von österreichischer Alm-, Vollweide- und Trinkmilch sowie von Milch aus Maissilage-Ration

Fatty acid profile of Austrian dairy cow milk from Alpine pastures, continuous grazing, retail marketes and from maize silage based ration

Margit Velik^{1*}, Sabine Breitfuss¹, Marc Urdl¹, Josef Kaufmann¹, Andreas Steinwider¹
und Andrea Hackl²

Zusammenfassung

Zahlreiche Studien belegen, dass durch die Wiederkäuer-Fütterung das Fettsäurenmuster der Milch beeinflusst wird. Somit können Fettsäuren als Qualitätskriterium für grünlandbasierte Produktionssysteme dienen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde das Fettsäurenmuster von Kuhmilch von/aus (1) Alm, (2) Kurzrasenweide, (3) Grassilage/Heu/Kraftfutter-Ration, (4) Maissilage/Kraftfutter-Ration sowie von (5) österreichischer Trinkmilch aus dem Supermarkt verglichen.

Es wurden rund 250 Milchproben analysiert. Nach den Ergebnissen dieser Studie ist der Einfluss des Fütterungssystems auf die gesättigten (SFA) und einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) der Milch zwar gegeben, aber nur mäßig (60 bis 68 g SFA /100 g Milchfett und 17 bis 24 g MUFA). Der Einfluss auf die Omega-6 (n-6) Gehalte der Milch war nicht klar erkennbar (1,6 bis 1,8 g). Die Omega-3 (n-3) Fettsäuren und die konjugierte Linolsäure (CLA) wurden sehr stark vom Fütterungssystem beeinflusst. Milch aus Vollweidehaltung enthielt die höchsten Gehalte an CLA (1,3 g) und n-3 (1,4 g), gefolgt von der Alm-Milch. Die niedrigeren CLA und n-3 Gehalte der Alm-Milch dürften primär auf die höheren Kraftfuttergaben der Almbetriebe zurückzuführen sein. Rationen aus Maissilage/Kraftfutter-Rationen reduzierten die CLA und n-3 Gehalte der Milch sehr stark (jeweils 0,4 g). Im Jahresverlauf zeigten sich in den CLA und n-3 Gehalten erhebliche Unterschiede, sowie in moderaterem Ausmaß bei den SFA und MUFA.

Schlagwörter: Kuhmilch, Weide, Fütterungssystem, Trinkmilch, Omega-3

Summary

Several studies have revealed that ruminant nutrition had a major impact on the fatty acid profile of milk. Hence, fatty acids can be used as a criteria to access the intensity of production systems. Aim of the present study was to examine and compare the fatty acid profile of dairy cow milk of (1) Alpine pasture systems, (2) continuous grazing on short grass, (3) grass silage/hay/concentrate ration, (4) maize silage/concentrate ration and (5) Austrian fresh milk of different milk companies/labels provided in supermarkets.

About 250 milk samples were analysed. The present study revealed that the impact of feeding system on milk content of saturated (SFA) and mono unsaturated fatty acids (MUFA) was moderate (60 - 68 g SFA /100 g milk fat and 17 - 24 g MUFA). The influence on omega-6 (n-6) fatty acids was not clear (1.6 - 1.8 g). However, omega-3 (n-3) fatty acids and conjugated linoleic acid (CLA) were markedly influenced by feeding system. Milk from continuous grazing contained the highest values of CLA (1.3 g) and n-3 (1.4 g), followed by the Alpine pasture milk. The lower CLA and n-3 contents of the Alpine pasture milk might be mainly due to higher concentrate use in the examined Alpine systems. Milk from maize silage/concentrate rations contained the lowest CLA and n-3 contents (0.4 g each). CLA and n-3 contents of milk were markedly influenced by season; SFA and MUFA contents were tendentially influenced.

Keywords: dairy cow milk, pasture, feeding system, milk from retail markets, omega-3

1. Einleitung

Seit den letzten Jahren wird der ernährungsphysiologische und gesundheitliche Wert von Nahrungsmitteln ein immer bedeutenderer Qualitätsfaktor für den Konsumenten (STEHLE 2007). In diesem Zusammenhang werden häufig der Fettgehalt und das Fettsäurenmuster von Lebensmitteln genannt. Fette sind chemisch gesehen Tri(acyl)glyzeride, die

aus Glycerol und drei Fettsäuren aufgebaut sind. Fettsäuren sind Carbonketten von unterschiedlicher Länge mit einer Carboxylgruppe am Ende. Fettsäuren werden in gesättigte und ungesättigte Fettsäuren (enthalten mindestens eine Doppelbindung) eingeteilt. Je nach Zahl der Doppelbindungen werden die ungesättigten Fettsäuren in einfach bzw. mehrfach ungesättigte (zwei oder mehrere Doppelbindungen) Fettsäuren unterteilt. Je nach Art der Doppelbindung werden

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning

² Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Dr. Margit Velik, email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at

ungesättigte Fettsäuren mit trans (gestreckte Form) bzw. cis (geknickte Form) Konfiguration unterschieden. Liegt zwischen den Doppelbindungen nur eine Einfachbindung ($C=C-C=C$), so spricht man nicht von isolierten, sondern konjugierten ungesättigten Fettsäuren. Mit Hilfe der Omega Nomenklatur wird die Lage der ersten Doppelbindung vom apolaren Kettenende her definiert. Fettsäuren gliedern sich somit im Wesentlichen in gesättigte Fettsäuren (SFA), einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA) und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA). Zu den PUFA gehören die Omega-3 (n-3) und Omega-6 (n-6) Fettsäuren sowie die konjugierten Linolsäuren (CLA).

In Hinblick auf die menschliche Ernährung sind die n-3 und die n-6 Fettsäuren sowie die CLA von zentraler Bedeutung, da sie vom menschlichen Organismus nicht selbst synthetisiert werden können und daher über die Nahrung aufgenommen werden müssen. Die n-3 Fettsäuren finden sich hauptsächlich in Fischfett und bestimmten pflanzlichen Ölen aber auch in Fleisch und Milch; CLA finden sich (fast) ausschließlich in Wiederkäuerprodukten.

Die Fettsäuren in Fleisch und Milch von Wiederkäuern stammen entweder direkt aus dem Futter, aus der Biohydrogenierung im Pansen, der Körperfettmobilisation bzw. der Biosynthese im Fettgewebe (und in der Milchdrüse). Im Fett von Milch finden sich circa 400 verschiedene Fettsäuren, wobei nur 15 in Anteilen von mehr als 1 % vorkommen.

Die quantitativ wichtigste n-3 Fettsäure in Fleisch und Milch ist die α -Linolensäure (ALA, C18:3cis9,12,15). Weitere wichtige n-3 Fettsäuren, die durch intermediäre Metabolisierung (Desaturierung und Elongation) der α -Linolensäure entstehen, sind die Eicosapentaensäure (EPA, C20:5) und die beiden Docosahexaensäuren (DPA C22:5cis7,10,13,16,19 und DHA C22:6). CLA ist ein Sammelbegriff für alle Isomere der Linolsäure (C18:2), die eine trans Konfiguration und konjugierte Doppelbindungen haben. Ernährungsphysiologisch hat das cis9trans11 Isomer (Rumensäure) die größte Bedeutung. Wichtige n-6 Fettsäuren sind die Linolsäure (C18:2cis9,12), Linolelaidinsäure (C18:2trans9,12) und die Arachidonsäure (C20:4).

Die n-3 Fettsäuren und die CLA können sich positiv bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Hauterkrankungen, Rheumatismus, Entzündungen oder Diabetes auswirken (MACRAE et al. 2005, DEWHURST et al. 2006, DGE et al. 2008). In der menschlichen Ernährung sollte das Verhältnis n-6 zu n-3 Fettsäuren kleiner 5:1 sein (DGE et al. 2008).

Bei der bakteriellen Fermentation im Pansen entstehen neben den CLA auch andere Transfettsäuren, denen negative Gesundheitseffekte (Cholesterinspiegel, Atherosklerose, kardiovaskuläre Erkrankungen) nachgesagt werden. Eine Ausnahme dürfte die Vaccensäure (C18:1 trans11) darstellen, die als Ausgangssubstrat für die endogene Synthese von CLA genützt wird. Gesättigte Fettsäuren entstehen bei der ruminalen Fermentation kurzkettiger Fettsäuren (Essig-, Propion- und Buttersäure) und werden bei zu hoher Aufnahme ebenfalls negative Gesundheitseffekte (Cholesterin) zugeschrieben (DGE et al. 2008).

Es ist bekannt, dass die Grundfutterbasis (Gras und Graskonserven, Maissilage, Leguminosen) und die Kraftfuttermenge das Fettsäurenmuster in tierischen Produkten beeinflussen. Durch grundfutterbetonte Futtermischungen werden die ernährungsphysiologisch wertvollen ungesättigten

Fettsäuren in Milch und Fleisch erhöht (JAHREIS et al. 1997, DEWHURST et al. 2006, ELGERSMA et al. 2006, VLAEMINCK et al. 2006). Auch durch Futterzusatzstoffe (Fette, Öle, ölhältige Samen) wird das Fettsäurenmuster beeinflusst (CHOUINARD et al. 2001, SCHROEDER et al. 2004, GLASSER et al. 2008, MURPHY et al. 2008). Weiters werden die Wirtschaftsweise (konventionell vs. ökologisch), die Jahreszeit, die geografische Lage (Höhenlage und Region), die Genetik und die Energiebilanz des Tieres als mögliche Einflussfaktoren diskutiert. Des Weiteren spielen tierindividuelle Einflüsse eine wesentliche Rolle (WHITE et al. 2001, KELSEY et al. 2003, LEIBER 2005, ELGERSMA et al. 2006, ELLIS et al. 2006, MOREL et al. 2010).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es das Fettsäurenmuster (insbesondere n-3 und CLA) von Kuhmilch aus vier unterschiedlich intensiven Milchproduktionssystemen (Alm, Vollweide, Grassilage/Heu/Kraftfutter, Maissilage/Kraftfutter) sowie von österreichischer Trinkmilch aus dem Supermarkt im Jahresverlauf darzustellen und zu vergleichen.

2. Tiere, Material und Methoden

Das vorliegende Projekt setzt sich aus vier Teilbereichen zusammen.

Die untersuchten Milchproben stammten jeweils aus einer Sammelprobe, die während einer Morgen- und einer Abendmelkung gezogen wurde. Die Milchfettsäuren-Analysen wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Extraktion des Fettes für die Fettsäuren-Untersuchung erfolgte nach der von FOLCH et al. (1957) entwickelten Methode, die vom Zentrallabor Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft leicht modifiziert wurde. Die Derivatisierung zu Fettsäuremethylester erfolgte mit TMSH (DGF 2006). Die einzelnen Fettsäuren wurden mittels Gaschromatographie mit dem GC Varian (Modell 3900, ausgestattet mit der Säule Supelco Fused Silica SP 2380, 100 m) bestimmt. Die Umrechnung von qualitativ (g/100 g Fettsäuren) in quantitativ (g/100 g Milchfett) erfolgte nach der Umrechnungsformel, die in SCHREIBER (2002) zu finden ist:

$$\text{g Fettsäure/100 g Milchfett} = (\text{g Fettsäure/100 g Gesamtfettsäuren}) * 87,5 \%$$

(der Anteil des Glycerinrestes macht durchschnittlich 12,5 % des gesamten Fettmoleküls aus)

2.1 Almmilch-Betriebe

Im ersten von vier Projektteilen wurden im Jahr 2011 von 13 österreichischen Milchvieh-Almbetrieben Tankmilchproben gezogen (1 Kärntner Almbetrieb; 6 Steirische Almbetriebe; 6 Tiroler Almbetriebe). Die Erhebung der für die Milchqualität relevanten Parameter, insbesondere jene der Ration, erfolgte mittels Fragebogen im direkten Gespräch vor Ort. Die Almen lagen zwischen 1.100 und 2.300 m Seehöhe. Von jeder Alm wurden durchschnittlich 5 Milchproben gezogen (jeweils 1 Probe vor und nach der Almperiode und 3 Proben während der Almperiode). Der Weideauftrieb erfolgte großteils im Juni. Der Almbetrieb erfolgte im Jahr 2011 vermehrt schon Anfang September. Dies ergab sich aus dem relativ geringen Weidefütterertrag, der aus einem trockenen Frühjahr und kalten Sommermonaten resultierte. Laut Angaben der Almwirte hatten 46 %

der Betriebe die Kühe 23 Weiden pro Tag auf der Weide und 54 % der Betriebe 12 Stunden. Durchschnittlich wurden 3,6 kg (von 1 bis 8 kg) Kraftfutter pro Tier und Tag gefüttert. Als Stallfüttermittel dienten bei 67 % der Betriebe Grünfütter, Heu und Kraftfutter und bei 34 % der Betriebe nur Grünfütter und Kraftfutter.

Die Datenauswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) mit der Prozedur GLM und Alm sowie Beprobungsmonat als fixe Effekte.

2.2 Bio-Vollweidebetrieb Moarhof

Vom Bio-Betrieb Moarhof (LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8951 Trautenfels) wurden zwischen März und November 2011 monatlich (Kalenderwoche 9, 14, 18, 22, 27, 31, 37, 41, 44) von 10 Kühen (6 Holstein Friesian, 4 Braunvieh) Einzelmilchproben gezogen. Die Weidehaltung erfolgte auf Basis einer betriebsangepassten Kurzrasenweide bei einer Grasaufwuchshöhe von Ø 4,7 cm (3,5 - 6,5 cm). Die Umstellung von Stunden- und Halbtagsweide zu Weidebeginn auf Tag- und Nachtweide (Vollweide) erfolgte Ende April 2011. Die Weidehaltung wurde Anfang November beendet. Die Kühe kalbten großteils im Jänner und Februar ab; daraus ergab sich kurz vor Weideaustrieb im April eine durchschnittliche Milchleistung von 29,2 ± 4,1 kg bei einem Laktationstag von 67 ± 18 Tagen und einer Laktationszahl von 2,7 ± 2,2. Während der rund 6-monatigen Vollweide-Periode betrug die durchschnittliche Milchleistung 17,0 ± 6,8 kg bei einem Laktationstag von 180 ± 61 Tagen und einer Laktationszahl von 1,8 ± 1,4 (5 Kühe vor dem Ende der Datenerhebung bereits trockengestellt).

Die Datenauswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) mit der Prozedur Mixed mit Beprobungsmonat als fixen und wiederholten Effekt (repeated statement) sowie Kuh als kleinste experimentelle Einheit (subject).

2.3 Trinkmilch aus Supermärkten

Im dritten Projektteil wurden im März, Mai, Juli, September und November 2011 (Kalenderwochen 9/11/12, 18, 27, 35/36, 44) in österreichischen Supermärkten (Billa, Hofer, Spar, Unimarkt, regionale Bäckerei) Vollmilchproben (3,5 % Fett, 1 Liter Tetrapack) von 13 österreichischen Molkereien/Marken in den Bundesländern Steiermark (Be-

zirk Liezen), Niederösterreich (Bezirk Zwettl), Wien und Kärnten (Bezirk Spittal/Drau) gezogen. Vier der 13 Trinkmilchmarken waren sogenannte ESL-(extended shelf life = länger frisch)-Milch, die restlichen frische Vollmilch. Vier Trinkmilchmarken stammten aus biologischer Produktion und 9 aus konventioneller Produktion. Da laut Literatur die Milchverarbeitung keinen Einfluss auf das Fettsäurenmuster hat (Ausnahme Hartkäse), ist davon auszugehen, dass es zwischen ESL und frischer Vollmilch keine Unterschiede gibt (SCHREIBER 2002, BERGAMO 2003, HERZALLAH et al. 2005, BISIG et al. 2007, REHBERGER et al. 2008). Im Ergebnisteil werden die Trinkmilchmarken nicht einzeln dargestellt, da im vorliegenden Projekt der *status quo* von österreichischer Trinkmilch erhoben werden soll und keine Wertung erfolgen soll. *Tabelle 1* zeigt die untersuchten österreichischen Trinkmilchmarken.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) mit der Prozedur GLM und Trinkmilch-Marke und Beprobungsmonat als fixe Effekte. Jene Marken mit zwei Milchproben pro Monat, wurden jeweils gemittelt.

2.4 Gumpensteiner Versuche

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden Milchproben aus folgenden zwei am LFZ Raumberg-Gumpenstein laufenden Projekten ausgewertet. Zum Zeitpunkt der Manuskriptlegung waren die beiden unten genannten Projekte noch nicht abgeschlossen. Im Folgenden werden die Projektversuchspläne und die Futteraufnahme-Ergebnisse – nur soweit es für die Auswertung der Milchfettsäuren-Daten relevant ist – beschrieben.

Dafne-Projekt 100574: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität.

Laut Versuchsplan war der Milchviehfütterungsversuch als lateinisches Quadrat mit vier Gras-Konservierungsverfahren (Bodentrocknungsheu, Entfeuchterrocknungsheu, Kaltbelüftungsheu, Ballensilage) und vier Kühen pro Konservierungsverfahren angelegt. Der Versuch dauerte 16 Wochen, von April bis Juli 2011 (Erntejahr 2010). Insgesamt waren 16 Kühe (12 Holstein Friesian und 4 Fleckvieh) im Versuch. Am Ende von jeder der vier Erhebungsperioden wurde pro Kuh eine Milchprobe gezogen. Im Durchschnitt über die

Tabelle 1: Übersicht über die 13 beprobten Trinkmilchmarken aus dem Supermarkt

Marke	Haltbarkeit	Wirtschaftsweise	gekauft in (Bundesland)	Molkerei
A faire Milch	ESL ¹	konv ³	STMK	keine Angaben
Clever	N ²	konv ³	STMK	Delikatessa
Ennstal Milch	N ²	konv ³	STMK	Ennstalmilch
Heumilch	N ²	konv ³	STMK	aus Salzburger Tennengau
Ja! Natürlich	N ²	bio ⁴	STMK	Pinzgauer Milch
Kärntner Milch	N ²	konv ³	K	Kärntner Milch
Milfina*	N ²	konv ³	(1) STMK, (2) W	(1) Obersteirische Molkerei, (2) Gmundner Milch
Naturpur*	(1) N ² , (2) ESL ¹	bio ⁴	(1) STMK, (2) W	Kärntner Milch
Nöm	N ²	konv ³	W	Nöm
Schärdinger*	ESL ¹	konv ³	(1) STMK, (2) NÖ	Berglandmilch
Stainzer	ESL ¹	konv ³	STMK	Stainzer Molkerei
Xsundheitswelt	N ²	bio ⁴	NÖ	Waldviertler Oberland
Zurück zum Ursprung*	N ²	bio ⁴	(1) STMK, (2) W	(1) Obersteirische Molkerei, (2) Tirol Milch

*wurden in zwei verschiedenen Bundesländern beprobt

¹länger frisch Vollmilch, ²frische Vollmilch, ³konventionell, ⁴biologisch

16-wöchige Versuchsperiode gaben die Kühe $20,3 \pm 4,8$ kg Milch bei einem Laktationstag von 208 ± 71 Tagen und einer Laktationszahl von $1,9 \pm 1,3$.

Für die statistische Auswertung wurden die Daten der vier Kühe pro Konservierungsverfahren gemittelt. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) als lateinisches Quadrat mit der Prozedur GLM mit Konservierungsverfahren, Kalenderwoche und Tier (Mittelwert der vier Tiere pro Konservierungsverfahren) als fixe Effekte nach KAPS und LAMBERSON (2007).

Dafne-Projekt 100344: Prüfung des Futterwertes aktueller Silomaissorten.

Laut Versuchsplan war der Milchviehfütterungsversuch als lateinisches Quadrat mit 9 Silomaissorten und drei Silomais-Reifegruppen (drei Silomaissorten je Reifegruppe) angelegt. Der Versuch wurde in zwei Wiederholungen von Jänner bis April 2009 (Erntejahr 2008) und April bis Juli 2011 (Erntejahr 2010) durchgeführt und dauerte pro Wiederholung 12 Wochen. Folgende Reifegruppen wurden untersucht: I (früh- bis mittelfrühreifend, RZ 230-260), II (mittelfrüh- bis mittelspätreifend, RZ 260-320) und III (mittelspät- bis sehr spätreifend, RZ > 320). Pro Silomaissorte wurde eine Kuh gefüttert (drei Kühe pro Reifegruppe); insgesamt waren 9 Kühe im Versuch. Am Ende von jeder der drei Erhebungsperioden wurde pro Kuh eine Milchprobe gezogen. Im Durchschnitt über die 12-wöchige Versuchsperiode gaben die Kühe $26,7 \pm 5,2$ kg Milch bei einem Laktationstag von 150 ± 70 Tagen und einer Laktationszahl von $2,3 \pm 1,0$. Im Durchgang 2009 waren 4 Holstein Friesian, 1 Holstein Friesian \times Braunvieh und 4 Fleckvieh Kühe im Versuch, im Erntejahr 2011 waren 6 Holstein Friesian, 2 Holstein Friesian \times Fleckvieh und 1 Fleckvieh Kuh im Versuch.

Zur Vereinfachung wurden für die statistischen Fettsäuren-Auswertungen nur die drei Reifegruppen und nicht die 9 Silomaissorten ausgewertet. Für die statistische Auswertung wurden die Daten der drei Kühe pro Reifegruppe gemittelt. Die beiden Fütterungsversuche wurden getrennt ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) als lateinisches Quadrat mit der Prozedur GLM mit Reifegruppe, Kalenderwoche und Tier (Mittelwert der drei Tiere pro Reifegruppe) als fixe Effekte nach KAPS und LAMBERSON (2007).

3. Ergebnisse

Bei der Ergebnisdarstellung werden folgende fünf Fettsäuregruppen dargestellt: (1) gesättigte Fettsäuren (SFA), (2) einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA), (3) konjugierte Linolsäure (CLA), (4) Omega-3 (n-3) Fettsäuren, (5) Omega-6 (n-6) Fettsäuren. Zusätzlich wird in den *Tabellen* – nicht jedoch in den *Abbildungen* – die Gruppe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) ausgewiesen. Ergebnisse zu Futterration und Futteraufnahme der am LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführten Versuche werden im vorliegenden Projekt als Durchschnitt (arithmetischer Mittelwert in Excel berechnet) jener Tage, an denen Milchfettsäure-Proben gezogen wurden, dargestellt. Die im Bericht angeführten Futtermittelanalysen stammen von monatlichen Sammelpuben.

In den *Tabellen* und *Abbildungen* des Ergebnisteils sind die Lsmean-Werte aus der statistischen Auswertung mit SAS

Tabelle 2: Fettsäuregehalte der Alm-Milch während der Almperiode (Juni - September)

	Almen ¹			
	Ø aller 13	SEM*	Minimum	Maximum
SFA	59,6	1,06	57,0	61,9
MUFA	23,9	1,01	21,8	26,8
PUFA	4,0	0,18	3,4	4,6
CLA	1,13	0,12	0,84	1,65
Omega-3	1,06	0,08	0,74	1,31
Omega-6	1,78	0,08	1,36	2,24
Omega-6 : Omega-3	1,7	0,20	1,2	3,1

¹sämtliche Werte sind Lsmeans (für den Ø der 13 Almen wurden die Lsmeans gemittelt)

*standard error of the mean; bei unterschiedlichen SEM wird höchster angeführt

dargestellt (Ausnahme sind die Werte in *Tabelle 9*; hier sind die arithmetischen Mittelwerte angegeben).

3.1 Almmilch-Betriebe

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Fettsäuregehalte der Alm-Milch während der Almperiode Juni bis September 2011. Die Minima und Maxima legen nahe, dass es zwischen Almbetrieben eine gewisse Streuung im Fettsäurenmuster gibt. Die statistische Auswertung zeigte, dass es bei den SFA und MUFA keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den 13 Almen gab. Bei der CLA hatte ein Almbetrieb mit 1,7 g CLA/100 g Milchfett signifikant höhere Werte als die anderen Almbetriebe und bei den n-3 ein Almbetrieb mit 0,7 g signifikant niedrigere Werte als die anderen Almbetriebe. Bei den n-6 zeigten zwei Betriebe signifikant höhere und ein Betrieb signifikant niedrigere Gehalte als die übrigen Betriebe. Beim Verhältnis n-6 zu n-3 hob sich ein Betrieb mit einem Verhältnis von 3,1 signifikant von den anderen Betrieben ab.

Abbildung 1 beschreibt das Fettsäurenmuster der Alm-Milch im Jahresverlauf. Die statistische Auswertung zeigte, dass es während der Almperiode (Juni bis September) bei keiner der angeführten Fettsäuregruppen statistische Unterschiede gab. Des Weiteren belegte die statistische Auswertung, dass die MUFA und CLA vor (Mai) und nach (November) der Almperiode signifikant niedriger als während der Almsaison waren und die SFA signifikant höher. Bei den n-3 und dem Verhältnis n-6 zu n-3 zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Almperiode und Nichtalm-Periode. Im November waren die n-6 im Vergleich zu den anderen Monaten teilweise signifikant niedriger.

3.2 Bio-Vollweidebetrieb Moarhof

Im März und April 2011 – also noch vor Umstellung auf die Vollweidehaltung (Kurzrasenweide) – setzte sich im Stall die Futterration der Kühe, von denen Milchproben zur Fettsäurenbestimmung gezogen wurden, durchschnittlich aus 54 % Grassilage, 24 % Heu und 23 % Kraftfutter (Zusammensetzung wurde im Rahmen des Projektes nicht erfragt) zusammen. Im April wurden die Kühe bereits stundenweise auf die Weide ausgetrieben. Während der Vollweideperiode (ab Ende April) wurden jeder Kuh im Stall pro Tag 4,3 kg Heu TM vorgelegt. Des Weiteren erhielten im Mai noch 4 Kühe zwischen 0,5 und 2 kg Kraftfutter TM. Danach erhielt während der Weideperiode kein Tier mehr Kraftfutter. Zu Weideende wurde den Kühen zusätzlich im

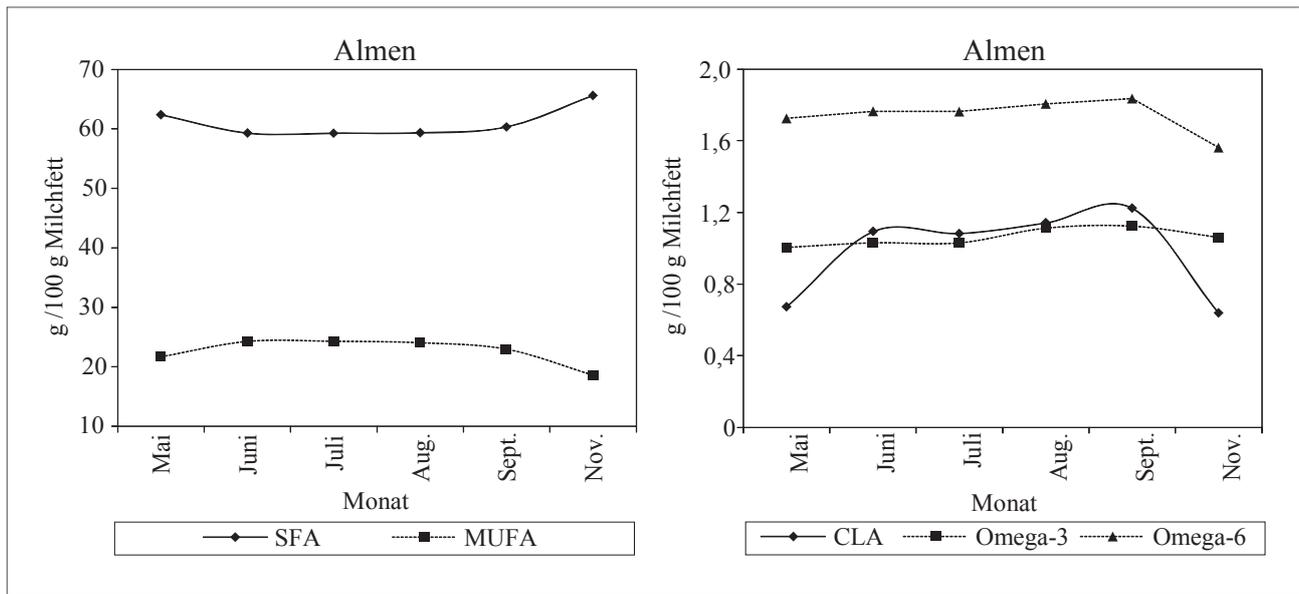


Abbildung 1: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der Alm-Milch im Jahresverlauf (Almperiode Juni - September)

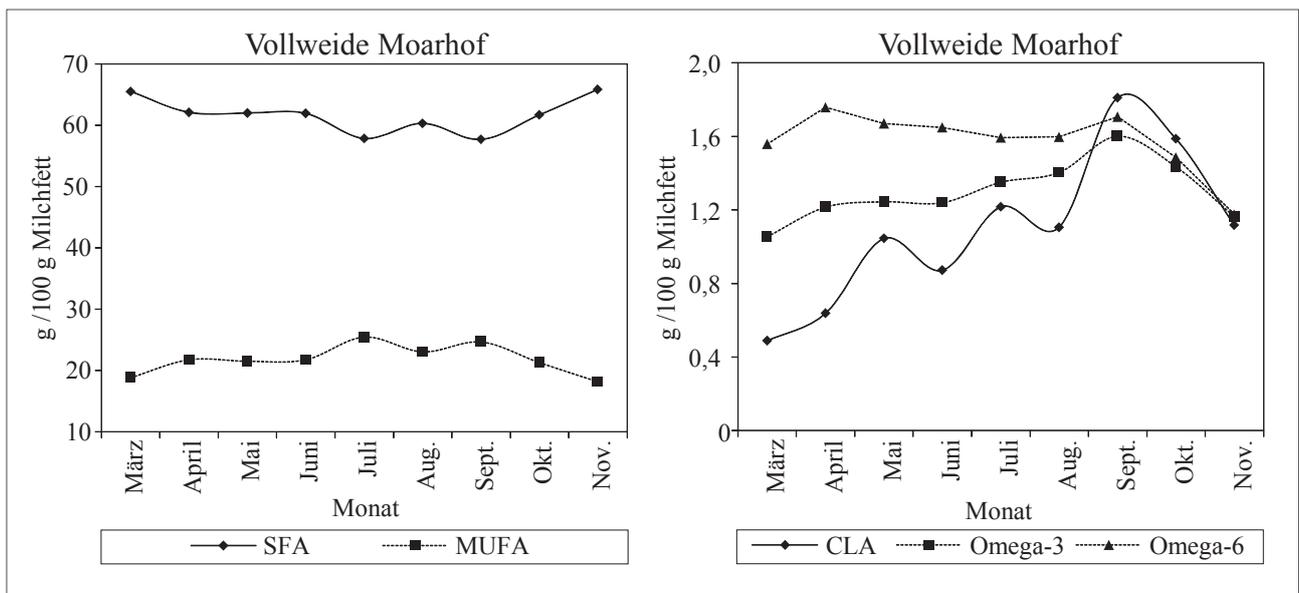


Abbildung 2: Milch-Fettsäurenmuster des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof im Jahresverlauf (Vollweideperiode Mai - Oktober)

Tabelle 3: Durchschnittliche Energie- und Nährstoffgehalte des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof

in g /kg TM		Kurzrasenweide	Heu
Trockenmasse	g/kg FM	165	826
Energie	MJ ME	10,6	9,2
XP	g	216	119
XL	g	27	24
XF	g	211	272
NDF	g	421	524
ADF	g	254	308

Stall Grassilage *ad libitum* vorgelegt. In Tabelle 3 sind aus STEINWIDDER et al. (2011) entnommene durchschnittliche Energie- und Nährstoffgehalte der Weide und des Heus des Bio-Betriebs Moarhof festgehalten.

Abbildung 2 zeigt das Milch-Fettsäurenmuster des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof im Jahresverlauf. Bei der

statistischen Auswertung ergab sich eine Vielzahl an signifikanten Unterschieden zwischen einzelnen Monaten (auch während der Weideperiode), was die Ergebnisinterpretation erschwert. Im März, also noch vor Weidebeginn, und im November unterschieden sich die SFA und MUFA signifikant von den Gehalten im Juli, August und September. Die n-3 Gehalte im März waren im Vergleich zu den Monaten Juli bis Oktober signifikant niedriger. Die CLA Gehalte im März waren im Vergleich zu den Monaten Mai bis November signifikant niedriger. Die n-6 Gehalte im März unterschieden sich signifikant von den Gehalten im April und November. Im November waren die n-3 Gehalte signifikant niedriger als im September und die CLA Gehalte signifikant niedriger als im September und Oktober. Die n-6 Gehalte waren im November signifikant niedriger als in den anderen Monaten. Das Verhältnis n-6 zu n-3 lag vor der Weideperiode (März, April) bei 1,5 und während der Weideperiode zwischen 1,3 und 1,0.

Tabelle 4: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der österreichischen Trinkmilchmarken aus dem Supermarkt (März - November)

in g /100 g Milchfett	Ø ²		Trinkmilchmarken ¹		Ø 3	Ø 3
	aller 13	SEM*	Minimum	Maximum	günstigsten	ungünstigsten
SFA	64,6	0,52	62,8	65,6	63,6	65,3
MUFA	19,7	0,44	19,0	21,0	20,2	19,3
PUFA	3,2	0,10	2,8	3,7	3,6	2,9
CLA	0,69	0,06	0,48	0,98	0,96	0,49
Omega-3	0,87	0,03	0,63	1,11	1,07	0,70
Omega-6	1,61	0,04	1,41	1,74	1,61	1,68
Omega-6 : Omega-3	1,9	0,08	1,3	2,8	1,5	2,5

¹sämtliche Werte sind Lsmean-Werte (Ø-Werte wurden aus den Lsmeans berechnet); ²Beprobungszeitraum März - November

*standard error of the mean; bei unterschiedlichen SEM wird der höchste angeführt

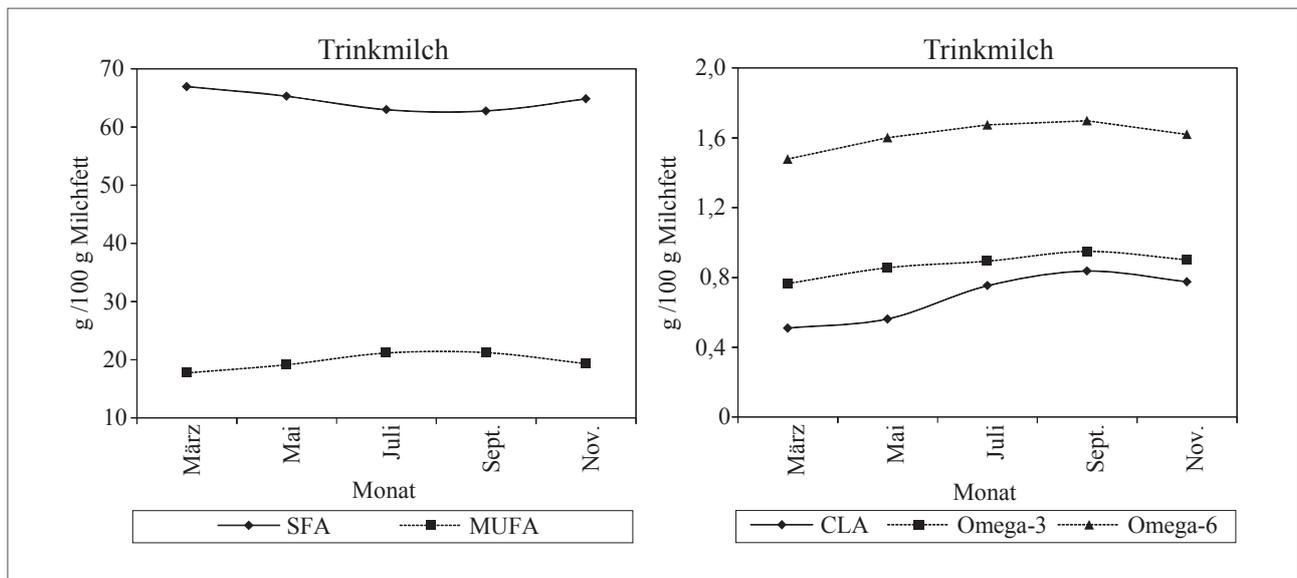


Abbildung 3: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der österreichischen Trinkmilchmarken im Jahresverlauf

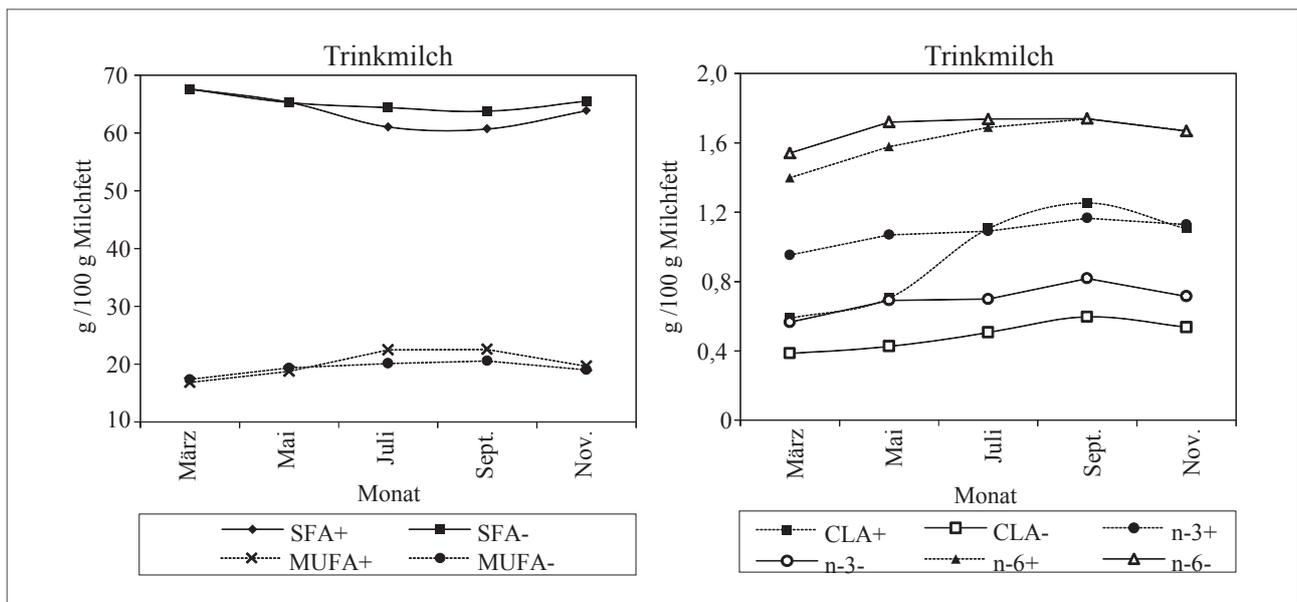


Abbildung 4: Durchschnitt der drei österreichischen Trinkmilchmarken mit dem günstigsten (+) und ungünstigsten (-) Fettsäurenmuster

3.3 Trinkmilch aus Supermärkten

Im Ergebnisteil werden die Trinkmilchmarken nicht einzeln dargestellt, da im vorliegenden Projekt der *status quo*

von österreichischer Trinkmilch erhoben wurde und keine Wertung erfolgen soll. Detaillierte Informationen zu einzelnen Trinkmilchmarken können beim Projektleiter erfragt werden. Bei den Trinkmilchmarken zeigten sich relativ ein-

Tabelle 5: Durchschnittliche Nährstoffgehalte der Rationskomponenten

in g /kg TM		Konservierung				EKF ¹
		Bodenheu	Entfeuchterheu	Kaltluftheu	Silage	
Trockenmasse	g/kg FM	892	892	891	382	882
Energie	MJ ME	-	-	-	-	-
XP	g	143	145	145	164	164
XL	g	23	22	23	34	23
XF	g	251	245	250	238	44
NDF	g	479	474	477	437	174
ADF	g	289	288	290	292	61

¹(30 % Mais, 29 % Weizen, 26 % Gerste, 7 % Ackerbohne, 5 % Rapsextraktionsschrot, 3 % Maiskleber)

- Cellulase-Bestimmung noch ausständig

Tabelle 6: Einfluss des Konservierungsverfahrens auf das Milch-Fettsäurenmuster

in g /100 g Milchlakt	Konservierung				SEM*
	Bodenheu	Entfeuchterheu	Kaltluftheu	Silage	
SFA	67,0 ^b	67,3 ^b	68,2 ^a	66,6 ^b	0,17
MUFA	17,2 ^{ab}	16,8 ^b	16,1 ^c	17,7 ^a	0,19
PUFA	3,3	3,3	3,1	3,2	0,06
CLA	0,66	0,65	0,62	0,76	0,03
Omega-3	1,02 ^a	1,02 ^a	0,95 ^{ab}	0,88 ^b	0,03
Omega-6	1,62	1,66	1,57	1,55	0,03
Omega-6 : Omega-3	1,7	1,7	1,8	1,8	0,08

*standard error of the mean

deutig drei Marken mit dem günstigsten bzw. ungünstigsten Fettsäurenmuster (siehe letzten beiden Spalten in *Tabelle 4*). Bei den n-3 und CLA zeigten sich zwischen der Milchmarke mit dem höchsten bzw. niedrigsten Gehalt, Unterschiede von rund 100 % (CLA) bzw. 80 % (n-3).

Abbildung 3 beschreibt die durchschnittlichen Fettsäuregehalte zwischen März und November 2011. Im Juli und September waren die SFA signifikant niedriger und die MUFA signifikant höher als in den anderen Monaten. Die CLA waren im März und Mai und die n-3 im März signifikant niedriger als in den anderen Monaten. Bei den n-6 zeigten sich im Juli und September die statistisch höchsten Gehalte.

Abbildung 4 zeigt, dass es bei den SFA, MUFA und n-6 zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem günstigsten und ungünstigsten Fettsäurenmuster keine nennenswerten Unterschiede (maximal 5 % Unterschied bei den SFA und maximal 10 % Differenz bei den MUFA und n-6) gibt. Die n-3 waren bei den drei „günstigsten“ Milchmarken um rund 50 % höher. Die CLA waren in den Monaten Juli, September und November doppelt so hoch wie bei den drei „ungünstigsten“ Milchmarken.

3.4 Gumpensteiner Versuche

Dafne-Projekt 100574: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität.

Die durchschnittlichen Energie- und Nährstoffgehalte der drei Heuvarianten sowie der Ballensilage sind in *Tabelle 5* dargestellt. Zwischen den drei Heu-Konservierungsverfahren zeigten sich in den Nährstoffgehalten keine nennenswerten Unterschiede. Bei der Grassilage stachen die gegenüber dem Heu um rund 20 g höheren Rohproteingehalte hervor. Die Kühe nahmen durchschnittlich 15,9 kg TM Heu bzw. Grassilage auf und 3,5 kg Kraftfutter TM; dies ergibt einen ungefähren Rationsanteil von 82 % Heu bzw. Grassilage und 18 % Kraftfutter.

Hinsichtlich des Fettsäurenmusters zeigten sich kleine, aber dennoch statistisch signifikante Unterschiede bei den SFA, MUFA und n-3 (*Tabelle 6*). Die SFA waren in der Variante Kaltbelüftungsheu mit 68 g/100 g Milchlakt am höchsten, während die MUFA mit 16 g am niedrigsten waren. Die n-3 waren in den Varianten Bodenbelüftungsheu und Entfeuchtertrocknungsheu signifikant höher als in der Milch aus Ballensilage. Bei den anderen Fettsäuregruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Konservierungsverfahren.

Dafne-Projekt 100344: Prüfung des Futterwertes aktueller Silomaisorten.

Die durchschnittlichen Energie- und Nährstoffgehalte der drei Silomais-Reifegruppen (I (früh- bis mittelfrühreifend, RZ 230 - 260), II (mittelfrüh- bis mittelspätreifend, RZ 260 - 320) und III (mittelspät- bis sehr spätreifend, RZ > 320)) sind in *Tabelle 7* dargestellt.

Die Kühe nahmen durchschnittlich 13,3 kg TM Maissilage, 1,7 kg TM Heu und 3,1 kg TM Kraftfutter auf; dies ergibt einen ungefähren Rationsanteil von 70 % Maissilage, 9 % Heu und 21 % Kraftfutter.

Zwischen den Silomais-Reifegruppen zeigten sich keine Unterschiede im Fettsäurenmuster. Einzige Ausnahme war das Verhältnis n-6 zu n-3 im Erntejahr 2010; hier unterschieden sich die drei Silomaisreifegruppen signifikant voneinander (*Tabelle 8*). Der SEM war bei den SFA und MUFA im Jahr 2010 deutlich höher als im Jahr 2008.

4. Diskussion

Zu Beginn des Diskussionskapitels werden die Projekt-Ergebnisse nochmals in *Abbildung 5* sowie *Tabelle 9* gegenübergestellt. In *Abbildung 5* ist die Rationszusammensetzung der Produktionssysteme dargestellt. Die erste Säule entspricht der Ration aus dem Dafne-Projekt 100344 „Silomaisorten“ und die zweite und dritte Säule

Tabelle 7: Durchschnittliche Energie- und Nährstoffgehalte der Rationskomponenten

in g /kg TM		Maissilage-Reifegruppe			Heu	EKF ¹	Soja ²
		I	II	III			
Trockenmasse	g/kg FM	333	322	305	892	879	887
Energie	MJ ME	10,5	10,5	10,6	-	-	-
XP	g	75	73	75	155	115	531
XL	g	33	33	32	27	24	17
XF	g	224	220	212	24t9	34	61
NDF	g	422	416	405	496	132	124
ADF	g	245	240	233	286	46	87

¹(30 % Gerste, 35 % Mais, 33 % Weizen, 2 % Rapsöl), ²Sojaextraktionsschrot

- Cellulasebestimmung noch ausständig

Tabelle 8: Einfluss der Silomais-Reifegruppe auf das Milch-Fettsäuremuster

in g /100 g Milchfett	Erntejahr 2008			SEM*	Erntejahr 2010			SEM*
	Silomais-Reifegruppe				Silomaisreifegruppe			
	I	II	III		I	II	III	
SFA	67,9	68,5	68,9	0,56	68,5	67,9	67,7	2,31
MUFA	17,0	16,3	15,9	0,43	16,6	17,1	17,4	2,15
PUFA	2,6	2,7	2,6	0,13	2,4	2,5	2,4	0,16
CLA	0,44	0,42	0,39	0,02	0,38	0,36	0,35	0,04
Omega-3	0,40	0,40	0,40	0,03	0,49	0,43	0,46	0,03
Omega-6	1,77	1,85	1,84	0,09	1,54	1,69	1,58	0,10
Omega-6 : Omega-3	4,5	4,6	4,6	0,12	3,2 ^c	4,1 ^a	3,5 ^b	0,01

*standard error of the mean

Tabelle 9: Fettsäuremuster in den Produktionssystemen

Fettsäure ¹ g/100 g Milchfett	Maissilage/ Heu/KF ²	Heu/ KF ²	Grassilage/ KF ²	Grassilage/ Heu/KF ²	Kurzrasen- Weide/Heu	Almen	Österr. Trinkmilch
Zeitraum	-	-	-	März - April	Mai - Okt.	Mai - Sept.	Mai - Sept.
Anzahl Milchproben	54	48	15	20	57	46	51
SFA	68	67	67	64	60	60	64
MUFA	17	17	18	20	23	24	21
PUFA	2,5	3,3	3,2	3,4	4,3	4,0	3,3
CLA	0,4	0,6	0,7	0,6	1,3	1,1	0,7
n-3	0,4	1,0	0,9	1,1	1,4	1,0	0,9
n-6	1,7	1,6	1,5	1,7	1,6	1,8	1,7
n-6/n-3	4,1	1,7	1,8	1,5	1,2	1,8	1,9

¹arithmetische Mittelwerte, ²Kraftfutter

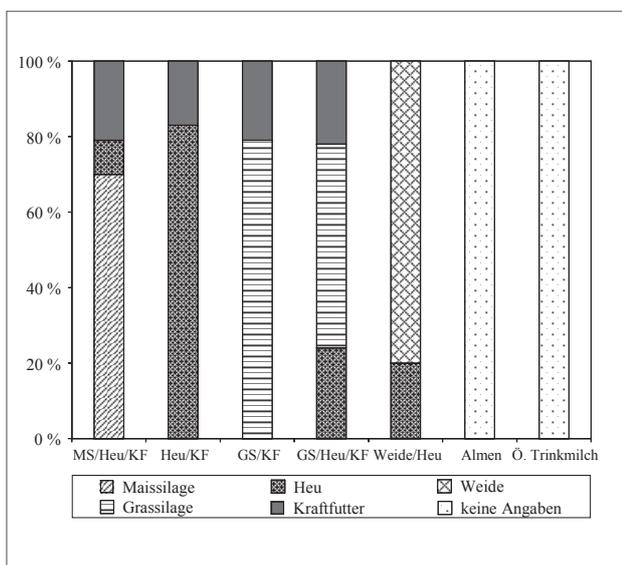


Abbildung 5: Rationszusammensetzung in den Produktionssystemen

jener aus dem Dafne-Projekt 100574 „Konservierung von Wiesenfutter“. Die vierte Säule zeigt die Stallration des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof im März/April und die fünfte Säule die Ration während der Vollweideperiode. Laut Angaben der 13 für die statistische Auswertung herangezogenen Almwirte (Säule 6) hatten 46 % der Almbetriebe 23 Stunden Weidegang pro Tag und 54 % 12 Stunden. Durchschnittlich wurden 3,6 kg Kraftfutter FM (von 1 bis 8 kg) pro Tier und Tag gefüttert. Die Stallfuttermittel waren bei 67 % der Betriebe Grünfutter, Heu und Kraftfutter und bei 34 % der Betriebe Grünfutter und Kraftfutter.

4.1 Gesättigte (SFA) und einfach ungesättigte (MUFA) Fettsäuren

Die SFA Gehalte der Milch unterschieden sich zwischen den im vorliegenden Projekt untersuchten Produktionssystemen um maximal 19 % (58 g /100 g Milchfett bei Vollweidehaltung im September (Abbildung 2) vs. 69 g bei Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration (Tabelle 8). COUVREUR et al. (2006) fanden, dass die SFA der Milch bei 100 % Grünfütterung plus 3 kg Kraftfutter im Vergleich

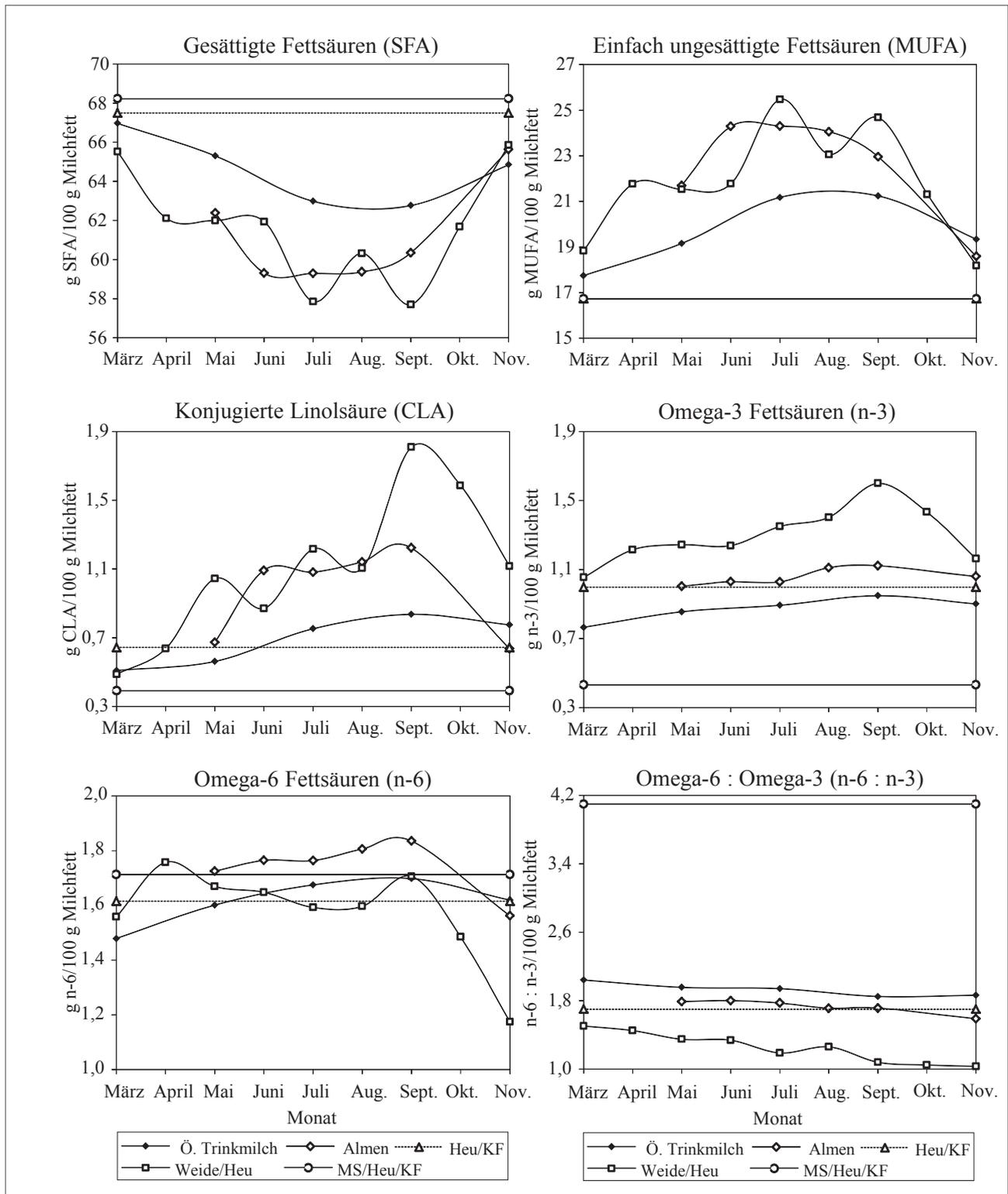


Abbildung 6: Fettsäurenmuster der Produktionssysteme im Jahresverlauf

zu 100 % Maissilage plus 3 kg Kraftfutter um rund 11 % sanken. Der Einfluss der Fütterung auf die SFA der Milch konnte mit den vorliegenden Ergebnissen belegt werden, das Ausmaß der Beeinflussung bewegt sich jedoch in einem moderaten Bereich.

Bei dem MUFA Gehalt der Milch verhielt es sich genau umgekehrt wie bei den SFA. Die niedrigsten MUFA (16 g

wurden bei der Heu/Kraftfutter-Ration (Tabelle 6) und der Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration (Tabelle 8) gefunden und die höchsten bei Vollweidehaltung (26 g im Juli) (Abbildung 2). Die Unterschiede zwischen den untersuchten Produktionssystemen betragen bis zu 60 %. Dem gegenüber fanden COUVREUR et al. (2006) in ihrer Studie mit unterschiedlich hohen Grünfütteranteilen einen maximalen Unterschied von 20 % in den MUFA.

Während der Sommermonate zeigten sich bei der Alm- und Vollweidehaltung niedrigere SFA (58 vs. 66 g) und höhere MUFA (26 vs. 19 g) Gehalte als während der Frühjahrs- und Herbstfütterung im Stall (*Abbildung 1, Abbildung 2*). Dies deckt sich gut mit den Studien von LOCK und GARNSWORTHY (2003), WYSS et al. (2007b), BISIG et al. (2008) und HECK et al. (2009). Auch die in der vorliegenden Studie untersuchten österreichischen Trinkmilchmarken ließen den Trend von niedrigeren SFA und höheren MUFA Gehalten während der Sommermonate erkennen (*Abbildung 3*). Allerdings zeigten sich bei den SFA und MUFA keine Unterschiede zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem günstigsten bzw. ungünstigsten Fettsäurenmuster (*Abbildung 4*). Im Durchschnitt enthielt österreichische Trinkmilch 65 g SFA und 20 g MUFA (*Tabelle 4*).

4.2 Konjugierte Linolsäure (CLA) und Omega-3 (n-3) Fettsäuren

Bei den CLA (c9t11CLA) und n-3 konnten in der vorliegenden Studie beachtliche Unterschiede zwischen den Produktionssystemen festgestellt werden, was bereits in zahlreichen Studien bestätigt wurde (JAHREIS et al. 1996, LEIBER 2005, COUVREUR et al. 2006, CROISSANT et al. 2007, BUTLER et al. 2008, SAMKOVA et al. 2009). Bei den n-3 konnten Unterschiede von bis zu 300 % festgestellt werden (1,6 g n-3 pro 100 g Milchfett bei Vollweidehaltung im September vs. 0,4 g bei Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration). Bei der CLA zeigten sich sogar Unterschiede von über 300 % (1,8 g bei Vollweidehaltung im September vs. 0,4 g bei Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration) (*Abbildung 2, Tabelle 8*). Auch LOCK und GARNSWORTHY (2003) und HECK et al. (2009) fanden, dass bei den CLA die größte Variation im Jahresverlauf bzw. bei unterschiedlichen Rationen auftritt.

Der jahreszeitliche Einfluss auf das Fettsäurenmuster wurde in der vorliegenden Studie sowie in Studien von JAHREIS et al. (1996), LOCK und GARNSWORTHY (2003), THORS DOTIR, et al. (2004), ELGERSMA et al. (2006) und BISIG et al. (2008) belegt. Der Unterschied ist aber nicht auf die Jahreszeit *per se*, sondern auf die unterschiedliche Fütterung zurückzuführen. In der vorliegenden Studie war der Unterschied zwischen Sommer- und Winterfütterung erwartungsgemäß bei der Alm- und insbesondere der Vollweidehaltung deutlich ausgeprägt (*Abbildung 1, Abbildung 2*). So war im Vollweide-Haltungssystem der CLA Gehalt der Milch im März/April (Stallfütterung mit rund 20 % Kraftfutter) um rund zwei Drittel niedriger als während der Vollweideperiode im September/Oktober (*Abbildung 2*). Einen Anstieg der CLA Gehalte zu Weideende wurde auch teilweise von ELGERSMA et al. (2006), WYSS et al. (2007a), BISIG et al. (2008) und BUTLER et al. (2008) beobachtet. Der Einfluss des Weide-Vegetationsstadiums bzw. des späten Laktationsstadiums wären als Grund für die hohen CLA Gehalte zu Weideende denkbar. Ein direkter Zusammenhang mit dem Milchfettgehalt kann laut ELGERSMA et al. (2006) ausgeschlossen werden.

Milch aus Vollweidehaltung enthielt mit 1,3 g CLA und 1,4 g n-3 die höchsten Werte (*Abbildung 2*), gefolgt von der Alm-Milch (*Abbildung 1, Tabelle 2*). Diese Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen von LEIBER (2005) überein. LEIBER (2005) fand in Milch, die auf intensiv

bewirtschafteten Weiden im Schweizer Flachland erzeugt wurde, durchschnittliche CLA und n-3 Gehalte von 1,5 g und 1,3 g. Auf der Alm (2.000 m NN) lagen die CLA bzw. n-3 Gehalte bei 1,2 g bzw. 1,7 g. BISIG et al. (2008) verglichen die Tankmilch aus fünf Schweizer Bergregionen bei Sommer- bzw. Winterfütterung. Die Sommerfütterung enthielt rund 93 % Raufutter (davon 74 % Gras), während die Winterfütterung rund 88 % Raufutter und 12 % Kraftfutter enthielt. Die Sommermilch enthielt signifikant niedrigere Gehalte an CLA (1,7 vs. 1,0 g). Die n-3 Fettsäuren waren zwar statistisch nicht signifikant verschieden zwischen Sommer- und Wintermilch (durchschnittlich 1,5 g). Mit steigendem Grünland-Anteil in der Ration stiegen jedoch die n-3 und der Gehalt an ALA (=α-Linolensäure; n-3 Fettsäure, die als Vorstufe für die n-3 Fettsäuren EPA, DPA und DHA dient) war in der Sommermilch signifikant höher als in der Wintermilch.

Auch bei der österreichischen Trinkmilch war bei den CLA und n-3 während der Sommermonate (Juli/September) ein Trend zu höheren Gehalten feststellbar (*Abbildung 3, Abbildung 4*). Bei den CLA Gehalten war im Sommer der Unterschied zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem „günstigsten“ und „ungünstigsten“ Fettsäurenmuster sehr stark ausgeprägt (1,2 g vs. 0,6 g) (*Abbildung 4*).

Österreichische Trinkmilch und Milch, die aus einer Ration bestehend aus 80 % Heu und 20 % Kraftfutter produziert wurde, wiesen ähnliche CLA (0,7 g) und n-3 Gehalte (0,9 g) auf (*Abbildung 3, Tabelle 6*). EHRlich (2006) beprobte 15 deutsche Molkereien und fand im Februar/März 2006 durchschnittliche CLA und n-3 Gehalte von 0,6 bzw. 0,9 g. SCHREIBER (2002) untersuchte ebenfalls Milch von 17 österreichischen Molkereien im August und Dezember 2001 und fand im August mit durchschnittlich 1,0 g CLA höhere Werte als in dieser Arbeit.

In der Literatur wird auch der Einfluss der Höhenlage auf das Fettsäurenmuster diskutiert. So stiegen in der Studie von COLLOMB et al. (2001), LEIBER et al. (2005) und BISIG et al. (2008) mit steigender Höhenlage die Gehalte an CLA und n-3 signifikant an. Nach LEIBER (2005) dürfte das Fettsäurenmuster von Alm-Milch nicht durch die Höhenlage *per se* oder Hypoxie (Sauerstoffmangel), sondern durch die Futterration und Futterzusammensetzung auf Almen sowie ein Energiedefizit der Tiere zurückzuführen sein, die wiederum die Biohygenisierung im Pansen verändern. Der Einfluss der Höhenlage konnte mit den in dieser Studie vorliegenden Daten nicht beurteilt werden. In der vorliegenden Studie dürften die Unterschiede zwischen der Vollweide-Milch und der Almmilch hauptsächlich auf die Futterration (höherer Kraftfuttoreinsatz auf der Alm als am Bio-Vollweidebetrieb Moarhof) zurückzuführen sein.

Zwischen der Ration, die aus Heu und Kraftfutter bzw. Grassilage und Kraftfutter (Dafne-Projekt Konservierung von Wiesenfutter) zeigten sich in den CLA der Milch keine Unterschiede; die n-3 waren in der Milch aus Silage signifikant niedriger als in der Milch aus Boden- und Entfeuchtertrocknungsheu (*Tabelle 6*). WYSS et al. (2007b) stellten fest, dass in von Naturwiesen produzierter Milch im Gegensatz zu Kunstwiesen mehr n-3 und CLA enthalten sind. Die Naturwiesen bestanden aus 45 % Gräsern und 45 % Kräutern und die Kunstwiesen aus rund 85 % Gräsern. Das Fettsäurenmuster der Milch dürfte also großteils durch

den Anteil an Kräutern und Gräsern, die botanische Futterzusammensetzung sowie das Alter des Futters und nicht durch die Konservierungsart *per se* (Weide vs. Heu vs. Grassilage) bestimmt werden (MOREL et al. 2006, DOHME 2007, WYSS et al. 2007b, BRAACH 2012).

Milch aus Maissilage-Kraftfutter lag in den CLA und n-3 Gehalten deutlich niedriger (jeweils 0,4 g) als die anderen Herkünfte, was mit Ergebnissen von COUVREUR et al. (2006), EHRLICH (2006) und SAMKOVA et al. (2009) übereinstimmt.

4.3 Omega-6 (n-6) Fettsäuren

Bei den n-6 zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Produktionssystemen (*Abbildung 1, Abbildung 2, Abbildung 3, Tabelle 6, Tabelle 8*). Die n-6 bewegten sich durchschnittlich zwischen 1,6 und 1,8 g/100 g Milchfett (*Tabelle 9*). Auch COUVREUR et al. (2006) und KLIEM et al. (2008) konnten beim Verfüttern von Grassilage bzw. Maissilage keinen wesentlichen Einfluss auf die n-6 Gehalte feststellen. Auch LEIBER et al. (2005) konnte in seinen Versuchen bei den n-6 keinen klaren Trend erkennen. SAMKOVA et al. (2009) beobachteten, dass wenn in der Ration ein Teil der Grassilage durch Maissilage ersetzt wird, die n-6 Gehalte der Milch sinken. BISIG et al. (2008) fanden beim Vergleich der Milch aus Sommer- und Winterfütterung zwar deutliche Unterschiede in anderen Fettsäuregruppen, nicht jedoch bei den n-6. In der Studie von BISIG et al. (2008) war jedoch ein Trend zu höheren n-6 Gehalten mit sinkendem Grünlandanteil in der Ration erkennbar. BUTLER et al. (2008) fanden in „High input-Milchsystemen“ (56 % Gras und Graskonserven und 34 % Kraftfutter) signifikant höhere n-6 Gehalte der Milch als in „Low-input-Systemen“ (93 % Gras und Graskonserven und 7 % Kraftfutter). DALEY et al. (2010) fanden in ihrer Literaturübersicht kein einheitliches Bild hinsichtlich dem Einfluss der Fütterung auf den n-6 Gehalt in Rindfleisch. Somit lässt sich festhalten, dass der Einfluss der Fütterung auf die n-6 Gehalte der Milch nicht eindeutig belegt ist.

In der vorliegenden Studie waren die n-6 Gehalte der Milch während der Sommermonate höher als in den Wintermonaten. Dies war besonders deutlich bei der Vollweide- und Almmilch ausgeprägt (*Abbildung 1, Abbildung 2*), jedoch auch bei der österreichischen Trinkmilch zu erkennen (*Abbildung 3, Abbildung 4*).

Das Verhältnis n-6 zu n-3 lag bei der Milch aus Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration bei rund 4,1, während es bei den anderen Produktionssystemen durchschnittlich unter 2 lag.

4.4 Bedarfsberechnung Omega-3

Der Tagesbedarf an Omega-3 (n-3) Fettsäuren variiert nach Alter, Geschlecht und körperlicher Aktivität. Der n-3 Ta-

gesbedarf eines Erwachsenen liegt laut DGE et al. (2008) bei durchschnittlich 1,3 g (Annahme: Mann mit Energieerichtwert von 10,2 MJ (2.400 kcal; PAL 1,4; 30 % Fett der Energie =80 g Gesamtfett). Omega-3 Fettsäuren haben eine Reihe von positiven gesundheitlichen Wirkungen wie beispielsweise bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen (senken Blutfette), (2) Hauterkrankungen (z.B. Neurodermitis), (3) Rheumatismus sowie (4) entzündungshemmende, (5) antikarzinogene, (6) antidiabetogene, (7) anabole, (8) antithrombotische, (9) antiarteriosklerotische Wirkung (MACRAE et al. 2005, DEWHURST et al. 2006). DGE et al. (2008) weisen allerdings auch darauf hin, dass ein Mangel an essenziellen Fettsäuren sehr selten ist. Ein durchschnittlicher Erwachsener verzehrt täglich bis zu einem Liter Milch (inklusive Milchprodukte wie Jogurt, Obers, Rahm, Butter, Käse,...). *Tabelle 10* zeigt, dass mit einem Liter Milch aus Vollweidehaltung durchschnittlich 40 % des täglichen Bedarfs an n-3 Fettsäuren eines Erwachsenen gedeckt werden kann, während es bei Milch aus Maissilage-Kraftfutterbetonten Rationen nur rund 12 % sind. Mit 1 Liter österreichischer Trinkmilch können durchschnittlich 30 % des Bedarfs an n-3 Fettsäuren gedeckt werden.

Für die CLA gibt es keine einheitlichen Bedarfs-Empfehlungen, weshalb hier keine Tagesbedarfs-Deckung angeführt ist.

5. Schlussfolgerungen

- Durch die Milchkuh-Fütterung lassen sich die Gehalte an konjugierter Linolsäure (CLA) und Omega-3 (n-3) Fettsäuren sehr stark beeinflussen. Der Einfluss der Fütterung auf die gesättigten Fettsäuren (SFA) und einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) der Milch ist zwar gegeben, aber nur mäßig. Der Einfluss auf die Omega-6 (n-6) Gehalte der Milch ist nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie nicht klar gegeben.
- Zwischen österreichischen Trinkmilchmarken zeigen sich im Gehalt an CLA und n-3 deutliche Unterschiede. Im Gehalt an SFA und MUFA zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede. Österreichische Trinkmilch enthält durchschnittlich 65 g SFA, 20 g MUFA, 0,7 g CLA, 0,9 g n-3 und 1,6 g n-6 pro 100 g Milchfett.
- Im Jahresverlauf zeigen sich bei Alm-Milch, Weide-Milch sowie bei der österreichischen Trinkmilch deutliche Unterschiede in den CLA und n-3 Gehalten, sowie in moderaterem Ausmaß bei den SFA und MUFA. Während der Sommermonate sind in der Milch die CLA, n-3 und MUFA Gehalte höher und die SFA Gehalte niedriger als während der Winterfütterungs-Periode. Dies ist jedoch nicht auf die Jahreszeit *per se* zurückzuführen, sondern auf die unterschiedliche Fütterung.
- Milch aus Vollweidehaltung (Kurzrasenweide und Heubefütterung), hat im Vergleich zu den anderen in der vor-

Tabelle 10: Tagesbedarf-Bedeckung an n-3 Fettsäuren durch Milch aus unterschiedlicher Produktion

Produkt	Fettgehalt	Tagesbedarfsdeckung in % (g n-3 /100 g Fett)				
		Vollweide Mai - Okt.	Almen Mai - Sept.	Österr. Trinkmilch 3 besten	Mai - Sept. Ø	Maissilage/Heu/KF ¹
1 Liter Milch	40 g	43 % (1,4 g n-3)	31 % (1,0 g n-3)	34 % (1,1 n-3)	28 % (0,9 g n-3)	12 % (0,4 g n-3)

¹Kraftfutter

liegenden Studie untersuchten Produktionssystemen das günstigste Fettsäurenmuster (höchsten CLA und n-3 und niedrigsten SFA Gehalte). Almmilch hat etwas niedrigere CLA und n-3 Gehalte als Milch aus Vollweidehaltung. In den SFA und MUFA der Milch zeigen sich zwischen Alm- und Vollweide-Milch keine nennenswerten Unterschiede. Die Unterschiede in den CLA und n-3 dürften hauptsächlich auf die auf den untersuchten Almen eingesetzten Kraftfuttergaben zurückzuführen sein. Zwischen einzelnen Almen zeigen sich erwartungsgemäß sehr große Unterschiede im Fettsäurenmuster der Milch.

- Zwischen Milch, die aus Grassilage bzw. Heu (und Kraftfutter) produziert wird, zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede im Fettsäurenmuster. Das Konservierungsverfahren *per se* (Weide, Heu, Grassilage) dürfte nicht primär das Fettsäurenmuster der Milch bestimmen, sondern vielmehr die botanische Zusammensetzung des Futters, das Verhältnis Gräser-Kräuter und das Vegetationsstadium (Alter) der Futterpflanzen und schlussendlich natürlich die Beifutter-Komponenten.
- Milch, die aus Maissilage/(Heu)/Kraftfutter-Rationen erzeugt wird, hat das, von allen in der vorliegenden Studie untersuchten Produktionssystemen, ungünstigste Fettsäurenmuster (niedrigsten CLA, n-3, MUFA Gehalte, höchsten SFA Gehalte).
- Die CLA und n-3 Gehalte sind gut als ein Qualitätskriterium geeignet, um die Intensität von Produktionssystemen zu beurteilen. In einem weiterführenden Projekt könnte versucht werden aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie CLA, n-3, MUFA und SFA Grenzwerte für Milch aus grünlandbasierter Produktion (Alm-, Weidehaltung, etc.) abzuleiten.

6. Danksagung

Unser besonderer Dank gilt DI Franz Legner, Amt der Tiroler Landesregierung, und DI Barbara Kircher, Amt der Kärntner Landesregierung, für die Hilfestellung bei der Alm-Auswahl sowie bei der Datenerhebung vor Ort.

7. Literaturverzeichnis

- BERGAMO, P., E. FEDELE, L. IANNIBELLE und G. MARZILLO, 2003: Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chem.* 82, 625-631.
- BISIG, W., P. EBERHARD, M. COLLOMB und B. REHBERGER, 2007: Influence of processing on the fatty acid composition and the content of conjugated linolenic acid in organic and conventional dairy products - a review. *Lait* 87, 1-19.
- BISIG, W., M. COLLOMB, U. BÜTIKOFER, R. SIEBER, M. BREGY und L. ETTER, 2008: Saisonale Fettsäurezusammensetzung von Schweizer Bergmilch. *Agrarforschung* 15, 38-43.
- BRAACH, J., 2012: Spezielle Milchinhaltsstoffe bei unterschiedlichen Futterrationen im Vergleich zu graslandbasierter Milch. Universität für Bodenkultur, Wien, Diplomarbeit.
- BUTLER, G., J.H. NIELSEN, T. SLOTS, C. SEAN, M.D. EYRE, R. SANDERSON und C. LEIFERT, 2008: Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J. Sci. Food Agric.* 88, 1431-1441.
- COUVREUR, S., C. HURTAUD, C. LOPEZ, L. DELABY und J.L. PEYRAUD, 2006: The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *J. Dairy Sci.* 89, 1956-1969.
- CHOUINARD, P.Y., L. CORNEAU, W.R. BUTLER, Y. CHILLIARD, J.K. DRACKLEY und D.E. BAUMAN, 2001: Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *J. Dairy Sci.* 84, 680-690.
- COLLOMB, M., U. BÜTIKOFER, R. SIEBER, J.O. BOSSET und B. JEANGROS, 2001: Conjugated linoleic acid and trans fatty acid composition of cows' milk fat produced in lowlands and highlands. *J. Dairy Res.* 68, 519-523.
- CROISSANT, A.E., S.P. WASHBURN, L.L. DEAN und M.A. DRAKE, 2007: Chemical properties and consumer perception of fluid milk from conventional and pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.* 90, 4942-4953.
- DALEY C.A., A. ABBOTT, P.S. DOYLE, G.A. NADER und S. LARSON, 2010: A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef [serial online], *Nutrition Journal* 2010, 9: 10. Available from <http://www.nutritionj.com/content/9/1/10> (accessed Jul 27, 2012).
- DEWHURST, R.J., K.J. SHINGFIELD, M.R.F. LEE und N.D. SCOLLAN, 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.
- DGE, ÖGE, SGE und SVE (eds.), 2008: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Neuer Umschau Buchverlag, Frankfurt/Main.
- DGF (eds.), 2006: Methode C-VI 11 (98) - Fettsäurenmethylester (TMSH-Methode). In: DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- DOHME, F., 2007: Fettsäurenmuster von Milch aus reiner Grasfütterung und Gras-Heufütterung. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: Stoll W., E. Frioud und M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, S. 108-110.
- EHRlich, M.E., 2007: Fettsäurezusammensetzung (CLA, Omega-3 Fettsäuren) und Isotopensignatur (C) der Milch ökologischer und konventioneller Betriebe und Molkereien. Universität Kassel, Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet: Landnutzung und regionale Agrarpolitik. Kassel, Diplomarbeit.
- ELGERSMA, A., S. TAMMINGA und G. ELLEN, 2006: Modifying milk composition through forage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 207-225.
- ELLIS, K.A., G. INNOCENT, D. GROVE-WHITE, P. CRIPPS, G. MCLEAN, C.V. HOWARD und M. MIHM, 2006: Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *J. Dairy Sci.* 89, 1938-1950.
- FOLCH J., M. LEES und G.H. SLOANE STANLEY, 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- GLASSER, F., A. FERLEY und Y. CHILLIARD, 2008: Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow milk - a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 91, 4687-4703.
- HECK, J.M.L., H.J.F. Van VALENBERG, J. DIJKSTRA und A.C.M. Van HOOIJDONK, 2009: Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *J. Dairy Sci.* 92, 4745-4755.
- HERZALLAH, S.M., M.A. HUMEID und K.M. Al-ISMAIL, 2005: Effect of heating and processing methods of milk and dairy products on

- conjugated linoleic acid and trans fatty acid isomer content. *J. Dairy Sci.* 88, 1301-1310.
- JAHREIS, G., J. FRITSCHKE und H. STEINHART, 1997: Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems - conventional versus ecological. *Lipid* 98, 356-359.
- KAPS, M. und W. LAMBERSON, 2007: *Biostatistics for animal science*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK, Cambridge, USA.
- KELSEY, J.A., B.A. CORL, R.J. COLLIER und D.E. BAUMAN, 2003: The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 2588-2597.
- KLIEM K.E., R. MORGAN, D.J. HUMPHRIES, K.J. SHINGFIELD und D.I. GIVENS, 2008: Effect of replacing grass silage with maize silage in the diet on bovine milk fatty acid composition. *Anim.* 2, 1850-1858.
- LEIBER, F., 2005: Causes and extent of variation in yield, nutritional quality and cheese-making properties of milk by high altitude grazing of dairy cows. ETH-Zürich, Dissertation.
- LOCK, A.L. und P.C. GARNSWORTHY, 2003: Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and [Δ 9]-desaturase activity in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 79, 47-59.
- MACRAE, J., L. O'REILLY und P. MORGAN, 2005: Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livest. Prod. Sci.* 94, 95-103.
- MOREL, I., U. WYSS und M. COLLOMB, 2006: Grünfütter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. *Agrarforschung* 13, 228-233.
- MOREL, I., M. COLLOMB, A. Van DORLAND und R. BRUCKMAIER, 2010: Einfluss eines Energiedefizits auf die Zusammensetzung der Milch. *Agrarforschung* 1, 66-73.
- MURPHY, J.J., M. COAKLEY und C. STANON, 2008: Supplementation of dairy cows with a fish oil containing supplement and sunflower oil to increase the CLA content of milk produced at pasture. *Livest. Sci.* 116, 332-337.
- REHBERGER, B., W. BISIG, U. BÜTIKOFER, M. COLLOMB, P. EBERHARD, S. MALLIA, P. PICCINALI, H. SCHLICHOTHERLE-CERNY und U. WYSS, 2008: Einfluss der Milchverarbeitung auf die konjugierten Linolsäuren. *Agrarforschung* 15, 300-355.
- SAMKOVA, E., M. PESEK, J. SPICKA, T. PELIKANOVA und O. HANUS, 2009: The effect of feeding diets markedly differing in the proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech J. Anim. Sci.* 54, 93-100.
- SCHREIBER, M., 2002: Gehalt an konjugierten Linolsäuren (CLA) in österreichischer Trinkmilch unterschiedlicher Provenienz. Universität Wien, Wien, Diplomarbeit.
- SCHROEDER, G.F., G.A. GAGLIOSTRO, F. BARGA, J.E. DELAHOY und L.D. MULLER, 2004: Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture - a review. *Livestock Prod. Sci.* 86, 1-18.
- STEHLE, P., 2007: Ernährungsphysiologischer Wert von Fettsäuren in der Humanernährung. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: W. Stoll, E. Frioud und M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, S. 57-65.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, L. PODSTATZKY, J. GASTEINER, R. PFISTER, H. ROHRER und M. GALLNBÖCK, 2011: Einfluss des Abkalbezeitpunktes von Milchkühen auf Produktionsparameter bei Vollweidehaltung im Berggebiet. *Züchtungskunde* 83, 203-215.
- THORSODDOTTIR, I., J. HILL und A. RAMEL, 2004: Short Communication: Seasonal variation in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content in milk fat from Nordic countries. *J. Dairy Sci.* 87, 2800-2802.
- VLAEMINCK, B., V. FIEVEZ, A.R.J. CABRITA, A.J.M. FONSECA und R.J. DEWHURST, 2006: Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk - a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 389-417.
- WHITE, S.L., J.A. BERTRAND, M.R. WADE, S.P. WASHBURN, J.T. GREEN Jr. und T.C. JENKINS, 2001: Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 84, 2295-2301.
- WYSS, U., A. MÜNGER und M. COLLOMB, 2007a: Verlauf des Fettsäurenmusters in der Milch während der Weideperiode. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: Stoll W., E. Frioud und M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, S. 111-113.
- WYSS, U., I. MOREL und M. COLLOMB, 2007b: Einfluss der Verfütterung von Grünfütter und dessen Konserven auf das Fettsäurenmuster von Milch. In: 13. Alpenländisches Expertenforum - Milch und Fleisch vom alpenländischen Grünland. 29. März 2007, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irndning, S. 15-20.

Die Arbeit mit meinen Mutterkühen – es kann nur eine Herde geben

Daniel Heindl*¹

Die Mutterkuhherde auf unserem Betrieb ist hinsichtlich der Tiere, des Arbeitsablaufes und der Produktionsbedingungen einem ständigen Wandel unterworfen. Einige Grundsätze haben wir uns zugelegt, um einen roten Faden über die Jahre verfolgen zu können. Diese Grundsätze werden verworfen, wenn sie nicht mehr unseren Bedürfnissen entsprechen.

In Stichworten stelle ich unsere Arbeit mit unseren Mutterkühen dar. Eventuell in den Ausführungen zu entdeckende Lücken spielen entweder keine Rolle auf unserem Betrieb oder wir nehmen sie im positiven wie im negativen Sinne derzeit nicht wahr.

- Grundsatz: Wie wir es jetzt machen, ist es für uns jetzt passend. Andere Betriebe haben andere Lösungen, die auch richtig sind.
- Grundsatz: Die Rinder werden als eine Herde geführt.
- Grundsatz: Eine Tätigkeit oder Maßnahme erfordert oft eine andere.
- Grundsatz: Mutterkühe haben keinen Kündigungsschutz.
- Papier hat ein besseres Gedächtnis als das Gehirn.

1. Betriebsdaten

1.1 Betriebsstandort

St. Aegydy, NÖ, Biobetrieb, Grünlandgebiet, 19 ha Talwiesen, 8 ha Almwiesen, 114 BHK-Punkte, Seehöhe von 550 bis 1.100 m, 1.400 mm Regen, 800 mm Niederschlag in den Monaten April bis September, Weidebetrieb ab Mitte/Ende April bis Mitte Oktober (früher Ende Mai bis Ende Oktober)

1.2 Betriebszweige

Forstwirtschaft, Weidegänse, Christbäume, Mutterkuhhaltung

1.3 Mutterkuhhaltung

mit der Rasse Murbodner, 12 Kühe mit Kälbern, gesamte weibliche Nachzucht, Stier

Verkauf von Bio-Kälbern, Einstellochsen, teilweise Bio-Jungrindern, Schlachtkühen. Die unterschiedlichen Verkaufsschienen werden abhängig vom Tiermaterial und den aktuellen Vermarktungsmöglichkeiten genutzt. Weibliche Kälber werden nachgezogen und zur Bestandsergänzung bzw. Selektion herangezogen. Die Tiere sind behornt.

Die Mutterkühe stehen hinsichtlich des Arbeits- und Maschineneinsatzes an erster Stelle, hinsichtlich des Einkommensbeitrages an letzter Stelle.

2. Was bedeutet der Begriff „eine Herde“ für uns

Die Herde wird gebildet aus den Mutterkühen, den Kälbern, der Nachzucht und zeitweise einem Stier. Alle Tierkategorien befinden sich gemeinsam im Stall und auf der Weide. Der Stier ist zwei bis vier Monate am Betrieb. Nach dem Deckeinsatz verlässt er den Betrieb. Die weiblichen Kälber werden für die Nachzucht behalten.

3. Wie kamen wir zu einer Herde

Alle Nutztiere werden während der Vegetationszeit geweidet. Dies führte zu folgenden Herden:

1. Mutterkühe mit Kälbern und nichtträchtigen Kalbinnen
2. Stier mit trockenstehenden Kühen
3. Schafe
4. Gänse
5. Enten

Für fünf Herden mussten Zaunbau, Wasserversorgung, Umtrieb und Kontrolle durchgeführt werden. Reduziert wurde nicht wegen der Arbeitsbelastung, sondern um eine ruhigere Weidesaison zu haben auf:

1. Rinder
2. Gänse
3. Enten

4. Einige wesentliche Punkte hinsichtlich der Arbeiten mit der Mutterkuhherde

4.1 Geblockte Abkalbung

Abkalbearbeiten nur in einem kurzen Zeitraum, Ohrmarken einziehen zu Besuchszeiten bzw. bei Weideumtrieb. Die Kälber sind gleich alt, das Problem Milchräuber im Stall konnte ausgeschaltet werden. Werden Kühe lange im Fressgitter fixiert, verleitet man ältere Kälber Milch zu stehlen. Es können mehrere Tiere gleichzeitig verkauft werden – Vorteil hinsichtlich der Abholung.

4.2 Der Stier ist nur ein paar Monate am Betrieb

Ankauf bzw. Miete eines Stieres für zwei bis vier Monate. Während des Deckeinsatzes sind die weiblichen Kälber noch zu jung und alle weiblichen Tiere können in der Herde verbleiben. Die Vermeidung eines zusätzlichen Fressers das

¹ Mitterbach 2, A-3193 St. Aegydy am Neuwalde

* Ansprechpartner: Daniel Heindl, email: daniel-heindl@gmx.at

ganze Jahr über wird als Begleiterscheinung angesehen, nicht als eigentlicher Vorteil.

4.3 Die Kalbinnen müssen mit 24 bis 26 Monaten abkalben, um im Rad zu bleiben

Die Kalbinnen müssen immer Zugang zu bestem Futter haben. Dies funktioniert nur bei freier Futterwahl im Stall und fixieren für zwei bis vier Stunden am Tag.

Dieses frühe Abkalbealter benötigt rahmige Tiere, denn wer auf Leichtkalbigkeit züchtet, erntet Schweregeburten. Diesem Umstand muss am Betrieb in Zukunft mehr Augenmerk geschenkt werden. Das erste Kalb wird als Mastkalb verkauft, damit kann sich die Erstlingskuh die restliche Zeit bis zur zweiten Abkalbung wieder sich selbst widmen. Die Kalbinnen kommen rasch in den Arbeitseinsatz, bekommen jedoch Zeit sich zu beweisen.

4.4 Kühe spänen ihre Kälber selbst ab

Dieser Umstand, dass sich unsere Kuhl意思 selbst trockenstellen, wurde durch Zufall entdeckt. Der Prozess findet in aller Ruhe statt, es gibt kein weiteres Besaugen mehr. Die weibliche Nachzucht verbleibt ohne (sinnlose) Hilfsmittel wie Saugringe in der Herde. Die Familien bleiben immer zusammen. Als nachteilig muss angemerkt werden, dass die Laktationsdauer der Mutterkühe nicht bekannt ist.

4.5 Fütterung mit freier Aufnahme

Jederzeit Zugang zu ausreichend gutem Futter, Wasser und Mineralstoffmischungen/Salz. Hinsichtlich des Grundfutters in der Winterration müssen die Tiere mit dem auskommen, was am Betrieb vorhanden ist und produziert wird. Wir produzieren nicht die besten Grundfutterqualitäten für den Winter. Unser Grünland bietet während des Weidebetriebes optimale bis zu gute Futterqualitäten. Die derzeitige Abkalbesaison in der Zeit Ende August bis Oktober birgt gerade bei den hochträchtigen Kalbinnen die Gefahr der Verfettung.

4.6 Umstieg von der intensiven Koppelwirtschaft auf ein Mischesystem Kurzrasenweide/Koppeln

Deutliche Reduzierung der Zaunarbeit und Umtriebe. Die Herde ist wesentlich ruhiger und drängt nicht auf die nächste Weide.

4.7 Optimierung der Wasserversorgung

Jede Unsicherheit im Versorgungssystem kostet nur Nerven, das bedeutet Stress beim Bauern und den spüren die Rinder. Dabei wurden die Wasserfässer durch fix installierte Tränken mit Zuleitungen ersetzt. Die Zuleitung des Wassers erfolgt über die Schwerkraft und über Wasserpumpen.

5. Unsere ideale Kuh

- Soll schön sein
- Liefert ein verkaufsfähiges Kalb

- Mittelrahmig, lange Mittelhand
- Charakterlich gefestigt
- Nicht liebesbedürftig
- Das Tier lässt in aller Ruhe mit sich arbeiten
- Leichtkalbig
- Sorgt sich um das eigene Kalb
- Kennt den Betriebsablauf
- Ist gut zu Fuß
- Ist unsichtbar, nimmt man nur wahr, wenn der AMA-Kontrollor nach dem Tier fragt

Welche weiblichen Tiere werden rasch ausgeschieden?

- Tiere, die ich nicht mag – eine problematische Beziehungsebene ist immer von Nachteil
- Tiere, die den Betriebsablauf nicht erlernen
- Kühe, die sich nicht um das Kalb kümmern
- Kühe mit Schwächen im Euter
- Tiere mit denen man nicht arbeiten kann

Die Kühe haben keinen Kündigungsschutz, eine Verwarnung wird deutlich ausgesprochen. Die Selektion der weiblichen Tiere erfolgt zum zweiten und dritten Kalb. Der zweite Selektionsdurchgang findet zum sechsten/siebenten Kalb statt. In diesem Alter stehen die Kühe noch in guter körperlicher Konstitution hinsichtlich Schlachtkörperqualität.

6. Beispiele einiger Arbeiten

Im Stall wird mit Hilfe eines Motormähers ausgemistet – Nachteile sind körperliche Arbeit und höherer Zeitaufwand; Vorteil ist, dass man jeden Tag hinter und zwischen den Tieren ist.

Ohrmarken einziehen erfolgt alleine auf der Weide zur Besuchszeit; bei mehreren erfolglosen Versuchen, dann im Rahmen des Tierumtriebes im Stall.

Werden die Tiere auf der Weide nur kontrolliert, dann werden sie in Ruhe gelassen. Will ich mit ihnen arbeiten, dann sollen die Tiere dies merken, sobald ich über den Zaun steige. Damit ist die Hälfte der Arbeit schon getan.

Anwendung der Arbeitstechnik Stockmanship.

Tiere werden beim Verladen für die Schlachtung verabschiedet.

Tiere verwiegen, umtreiben, Mineralstoffversorgung sicherstellen, Parasitenbekämpfungen, Impfungen, Haarkleidscheren, Klauenpflege.

7. Ausblicke

Die Umstellung auf Kurzrasenweide brachte Probleme bei den im Herbst abkalbenden Kalbinnen hinsichtlich Schweregeburten durch hohe Kälbergewichte. Eine unmittelbare Abhilfe wird sein, diese Tiere von der Herde zu trennen und alleine auf die Alm zu stellen oder im Stall bei Heu zu füttern. Langfristig werden wir uns von der Herbstabkalbung wegbewegen, weil eine Zwischenkalbezeit von 330 Tagen angestrebt wird. Dies ist mit unseren Kuhl意思 möglich, da wir seit drei Jahren eine Zwischenabkalbezeit in der Herde unter 365 Tagen hatten, um die Abkalbung zu blocken. Wir leben von den geborenen – aufgezogenen – verkauften Kälbern je Kuh und Jahr.

Fruchtbarkeit in der Mutterkuhhaltung – eine tägliche Herausforderung

Fertility in suckler – a daily challenge

Bernhard Samm^{1*}

Zusammenfassung

Anhand der einzelnen Produktionsabschnitte wird aufgezeigt, wo Schwerpunkte in der Betreuung zu setzen sind, um die Wirtschaftlichkeit der Mutterkuhhaltung zu gewährleisten (WRANGLER 2007, BUNDESBERICHT ARBEITSKREIS MUTTERKUH 2009). Die Abschnitte Spätlaktation und Trockenstehzeit haben den Schwerpunkt Optimierung der Körperkondition und Herstellung einer guten Klauengesundheit, da ansonsten mit einer höheren Krankheitsinzidenz post partum gerechnet werden muss (BÖEKLUND 2003, MARTIN 2010). Der Abschnitt Geburt befasst sich im Besonderen mit der Hygiene bei der Geburt sowie der essentiellen Kolostrumversorgung der Kälber, um die Endometritisgefahr sowie die Kälbersterblichkeit niedrig zu halten (KANITZ 2008, DONOVAN et al. 1998). Im Abschnitt Puerperium geht es um ein rasches Erkennen und Therapieren von Zyklusabweichungen (BUCHHOLZ et al. 1979). Ebenso wird die wirtschaftliche Notwendigkeit einer guten Brunsterkennung dargestellt (DISKIN und SREENAN 2000). Im Abschnitt Hygiene werden Infektionen kurz angeführt. Zuletzt werden einige Schwerpunkte der Fütterung dargestellt (STEINWIDDER und HÄUSLER 2004, MÄNNER und LAIBLIN 1998).

Schlagwörter: Körperkondition, Herdenmanagement, Klauengesundheit, Kälberkrankheiten

Abstract

Based on the production cycle it is shown, where priorities should be placed to be economically successful (WRANGLER 2007, BUNDESBERICHT ARBEITSKREIS MUTTERKUH 2009). In the section late lactation, dry period the focus is placed on optimization of body condition and claw health, since otherwise there is a higher incidence of sickness (BÖEKLUND 2003, MARTIN 2010). The section birth is concerned in particular with the hygiene and the management of the birth and the administration of the colostrum to the calf to minimise calf mortality and the rate of endometritis (KANITZ 2008, DONOVAN et al. 1998). The section puerperium aims a fast detection and therapy of cycle variations (BUCHHOLZ et al. 1979). Likewise, the economic necessity of good heat detection is presented (DISKIN and SREENAN 2000). In section hygiene infections are mentioned briefly. Nutrition is briefly described (STEINWIDDER and HÄUSLER 2004, MÄNNER and LAIBLIN 1998).

Keywords: Body condition score, Herd health management, Claw check, Calf diseases

Einleitung

Die Mutterkuhhaltung hat in Österreich einen hohen Stellenwert, der in den letzten drei Jahrzehnten durch eine intensive Zucht spezieller Fleischrinderrassen an Bedeutung zugenommen hat. Etwa 34 % unserer Kühe werden als Mutterkühe gehalten (GRABNER 2010). Speziell im Grünland stellt die Mutterkuhhaltung eine interessante Alternative zur Milchviehhaltung dar. Einen wirtschaftlichen Erfolg erzielt man allerdings nur dann, wenn die Fruchtbarkeitslage gut ist. Hier sind oft Verbesserungsmöglichkeiten gegeben, da viele Betriebe das Ziel ein Kalb pro Kuh und Jahr nicht erreichen (BUNDESBERICHT ARBEITSKREIS MUTTERKUH 2009).

Methode

Ich kann Ihnen als Landtierarzt keine Neuigkeiten mit hochwertigen Statistiken etc. präsentieren. Mein Ziel ist es, Sie auf Schwerpunkte in den einzelnen Produktionsabschnitten hinzuweisen. Ähnlich einem HACCP- Konzept werde ich

kritische Kontrollpunkte darstellen, wo die Fruchtbarkeit beeinflusst werden kann.

So stellt die Fütterung der spätlaktierenden und der trockenstehenden Mutterkühe so einen Kontrollpunkt dar, da die gesundheitlichen Folgen der Fehlernährung sowohl für das Muttertier als auch für das Kalb weitreichend sind. Zwei Methoden stehen zur Verfügung. Eine Methode ist die visuelle und palpatorische Erhebung der Körperkondition (Body Condition Score), eine andere die sonographische Messung der Rückenfettdicke.

Ein weiterer Kontrollpunkt ist die Klauengesundheit, wobei diese in allen Produktionsabschnitten wesentlich ist.

Ein Abschnitt im Leben der Mutterkuh, der mir ganz wesentlich ist, ist die Geburt. Hier lege ich besonderen Wert auf eine saubere Abkalbebox. Jede Kuh hat das Recht auf eine saubere Abkalbemöglichkeit! Die Kolostrumaufnahme ist ein ganz wichtiger Kontrollpunkt, da eine nicht ausreichende Aufnahme von Biestmilch Auswirkungen sogar bis zur späteren Milchleistung hat. Besonders nach Schweregeburten ist darauf zu achten.

¹ Praxisgemeinschaft Weghofer-Samm OG, A-2821 Lanzenkirchen

* Ansprechpartner: Dr. Bernhard Samm, email: drsamm@aon.at

Sind die Geburt und die Biestmilchaufnahme erfolgreich verlaufen, so muss die Mutterkuh schnell wieder trächtig werden. Die Brunsterkennung muss vom mutterkuhhaltenden Landwirt beherrscht werden. Anhand von Berechnungen zeige ich, wie sich Brunsterkennung und Brunstnutzung auf die Konzeptionsrate auswirken. Hier liegt ein Kernpunkt der Wirtschaftlichkeit in der Mutterkuhhaltung. Nach der Geburt gilt es aber auch, die Zeichen von Fruchtbarkeitstörungen rasch zu erkennen. Beginnend von der Nachgeburtshaltung über die Endometritis bis zu Ovarialzysten werde ich einen kurzen Bogen über die wesentlichen Erkrankungen der Mutterkuh spannen. Essentiell bei all diesen Erkrankungen sind das frühe Erkennen sowie das frühzeitige richtige Therapieren (BUCHHOLZ 1979, KANITZ 2008).

Ein weiterer Kontrollpunkt ist die Hygiene. Bereits beim Zufahren zu einem Betrieb kann man sich oft schon ein Bild von der Hygiene der Futterreserven eines Betriebes machen. Ich werde einige Bilder von Parasitosen, bakteriellen und viralen Erkrankungen zeigen. Ein guter Gesundheitsstatus der Tiere ist wichtig, um ihr genetisches Leistungspotential ausschöpfen zu können.

Ein letzter wesentlicher Kontrollpunkt ist die Fütterung. Die Auswirkungen von Energiemangel, Energieüberschuss sowie Eiweißüberschuss werden dargestellt. Auch die Wichtigkeit der Mineral- und Spurenelementversorgung wird besprochen.

Literatur:

- BAUER, K. und R. GRABNER, 2012: Mutterkuhhaltung. 3. Auflage, Stocker Verlag, 187 S.
- BITTERMANN, A., 2010: Mit Mutterkuhkennzahlen die Wirtschaftlichkeit beurteilen. Erfolg mit Fleischrindern, 5-7.
- BUCHHOLZ, G.W., H. NATTERMANN und K. STUMPE, 1979: Untersuchungen in einem Rinderbestand über Beziehungen zwischen Puerperalverlauf und Bakterienflora des Uterus. Monatsh. Veterinärmed. 34, 372-376.
- DE KRUIF, A., R. MANSFELD und M. HOEDEMAKER, 1997: Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind.
- DONOVAN, G., D. DOHOO und L. BENETT, 1998: Association between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida. Prev. Vet. Med. 34, 31-46.
- FRERKING, H., 1999: Abgangsursachen von ganzjährig milchleistungsgeprüften Kühen im Bereich der Landwirtschaftskammer Hannover von 1958-1997. Prakt. Tierarzt 89, 607-612.
- JÖRG, M., 2010: Fleischrindertagung, Tagungsunterlagen.
- IMSHOOT, J., 2012: Nie mehr ohne meine Fiebermesser. Top agrar, Heft 1, 36-38.
- LOTTHAMMER, K.-H. und G. WITTKOWSKI, 1994: Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder. 1. Auflage, 247 S.
- MÄNNER, K. und C. LAIBLIN, 1998: Energie- und Nährstoffversorgung von Mutterkühen und deren Nachzucht unter extensiven Haltungsbedingungen. Prakt. Tierarzt 79, 236-250.
- MÜLLER, K., 2012: Leitfaden zum Atemwegweiser für Kälber und Rinder. MSD Tiergesundheit, 20 S.
- STEINWIDDER, A. und J. HÄUSLER, 2004: Anforderungen an die Fütterung im Mutterkuhbetrieb. 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2004, Bericht BAL Gumpenstein, Irdning, 27.-28. April 2004, 5-20.
- VICKERS, M., 2008: Optimising suckler herd fertility for better return. Eblex Beef BRP Manual 8, 20 S.
- WRANGLER, A., 2007: Mondseetagung, Tagungsunterlagen.
- ZIEGER, P., 2008: Subklinische Erkrankungen – die heimlichen Profitkiller, Tierärztetagung 2008, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 5.-7.6.2008, Vortragsunterlagen.

Einfluss von Zeolith und einem Milchsäurebakterien-Präparat auf Futteraufnahme und Milchleistung sowie Nährstoffverdaulichkeit von Milchkühen

Influence of zeolite and a supplement of lactic acid bacteria on feed intake, milk yield and nutrient digestibility of dairy cows

Leonhard Gruber^{*1}, Anna Patz², Anton Schauer¹, Johann Häusler¹, Walter Somitsch³, Matthias Frühwirth⁴, Barbara Steiner¹ und Marcus Urdl¹

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die Prüfung der Wirkung von natürlichem Zeolith (Klinoptilolith) und eines Kräuterextrakts mit Milchsäurebakterienstämmen *L. rhamnosus* und *L. paracasei* auf Futteraufnahme, Milchleistung und Milchqualität sowie Zellzahlgehalt. Klinoptilolith sedimentären Ursprungs darf als Bindemittel, Fließhilfsstoff und Gerinnungshilfsstoff verwendet werden. Dies wurde erstmals in der Verordnung (EG) Nr. 1887/2000 festgelegt. Vorläufig wurde Klinoptilolith als Zusatzstoff für Mastschweine, Masthühner und Masttrüthühner sowie für Rinder und Lachs zugelassen. Diskutiert wird aber auch eine senkende Wirkung auf die Zellzahl sowie eine steigernde Wirkung auf Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Futteraufnahme. Kombioflor-F ist ein Futterzusatzstoff zur Aufwertung des Grund- und Kraftfutters. Es handelt sich um einen fermentierten Kräuterextrakt mit natürlich enthaltenen Gärssäuren, der eine Steigerung der Fresslust und Bekömmlichkeit des Futters zur Folge haben soll. Das Produkt besteht aus Zuckerrohrmelasse, Meersalz und Milchsäurekulturen. Die verwendeten Milchsäurebakterien-Stämme sind *Lactobacillus rhamnosus* und *Lactobacillus paracasei*.

Die Kühe für den Fütterungsversuch wurden aus der Herde des LFZ Raumberg-Gumpenstein bestehend aus den Rassen Holstein und Fleckvieh sowie Kreuzungen von Holstein, Fleckvieh und Brown Swiss ausgewählt. Die Tiere wurden in die drei Gruppen „Kontrolle“, „Klinoptilolith“ und „Kombioflor-F“ (n = 11 je Gruppe, N = 33) eingeteilt. Die Ration war bezogen auf die Trockenmasse wie folgt gestaltet: 40 % Grassilage, 35 % Maissilage, 25 % Heu, Kraftfutter konstant (25 % der Futteraufnahme). Das Kraftfutter war aus folgenden Komponenten zusammengesetzt: 24 % Gerste, 25 % Mais, 8 % Weizen, 8 % Trockenschnitzel, 5 % Kleie, 15 % Sojaextraktionsschrot 50, 15 % Rapsextraktionsschrot. Die Deckung des Bedarfs an Natrium, Mineralstoffen und Vitaminen erfolgte mittels Viehsalz und einer Mineral-

Abstract

The aim of this paper was to evaluate the effect of natural zeolite (clinoptilolite) and a herbal extract with lactic acid bacteria strains of *L. rhamnosus* and *L. paracasei* on feed intake, milk yield and milk quality, and on the somatic cell count. Clinoptilolite of sedimentary origin may be used as binders, anti-caking agents and coagulants. This was the first time in the Commission Regulation (EC) No 1887/2000. Clinoptilolite was authorized as an additive for pigs, chicken and turkeys, as well as for cattle and salmon. Discussed are also a decreasing effect on the somatic cell count, and an increasing effect on milk yield, milk composition and feed intake. Kombioflor-F is a feed additive to enhance the forage and concentrate. It is a fermented herbal extract with fermentation acids which should have a positive effect on feed intake and digestibility. The product is made of molasses, salt and lactic acid cultures. The lactic acid bacteria are *Lactobacillus rhamnosus*, and *Lactobacillus paracasei*.

The cows in the feeding experiment were from the herd of the AREC Raumberg-Gumpenstein consisting of the breeds Holstein, Simmental and crossbreeds of Holstein, Simmental and Brown Swiss. There were three groups, “Control”, “Clinoptilolite” and “Kombioflor-F” (n = 11 for each group, N = 33). The diet was based on 40 % grass silage, 35 % corn silage and 25 % hay. The concentrate was held constant at a level of 25 % of dry matter (DM). The concentrate was composed of the following components: 24 % barley, 25 % corn, 8 % wheat, 8 % dried sugar beet pulp, 5 % bran, 15 % soybean meal and 15 % rapeseed meal. In the present experiment, the following parameters were measured: forage intake and concentrate intake, milk yield and milk composition, somatic cell count and milk urea. Under the given conditions no significant influence was found by the use of the feed additives clinoptilolite and the lactic acid bacteria preparation Kombioflor-F on the parameters yield of milk and ECM as well as yield of milk fat, milk protein

¹ Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdring

² Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, A-1180 Wien

³ Firma IPUS Mineral- und Umweltechnologie GmbH, A-8786 Rottenmann

⁴ Human Research Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung GmbH, A-8160 Weiz

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

Wirkstoff-Mischung. Im Auslauf wurde ein Leckstein angeboten. Im vorliegenden Versuch wurden folgende Parameter erhoben: Aufnahme an Grundfutter und Kraftfutter, Milchmenge und Milchinhaltsstoffe, Zellzahl und Milhharnstoffgehalt. Unter den gegebenen Versuchsbedingungen wurde kein signifikanter Einfluss durch den Einsatz des Futtermittelzusatzstoffes Klinoptilolith und des Milchsäurebakterienpräparates Kombioflor-F auf die Parameter Milch- und ECM-Leistung (energy corrected milk) sowie Menge an Milchprotein, Milchlaktose festgestellt. Auch bezüglich der Gehalte an Fett, Eiweiß und Laktose sowie an Harnstoff traten keine signifikanten Unterschiede auf, allerdings war die Zellzahl bei Einsatz von Klinoptilolith und Kombioflor-F signifikant erhöht. Auch in Bezug auf die Aufnahme an Grundfutter, Kraftfutter und Gesamtfutter zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Futtermittelzusatzstoffe. Auch hinsichtlich der Verdaulichkeit und Nährstoffbilanz wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass für den Einsatz der Futtermittelzusatzstoffe Klinoptilolith und Kombioflor-F keine steigernde Wirkung auf die Milchleistung, die Milchinhaltsstoffe sowie die Futteraufnahme und Verdauungsvorgänge belegt werden konnte.

Schlagwörter: Zeolith, Milchsäurebakterien, Futteraufnahme, Milchleistung, Verdaulichkeit

and lactose. Also there were no significant differences between the experimental groups regarding the content of the milk components fat, protein and lactose as well as urea. The somatic cell count was significantly increased in group clinoptilolite and Kombioflor-F. There were no significant differences between the experimental groups regarding intake of forage, concentrate and total dry mater. Further, there were no significant differences regarding digestibility and nutrient balance. In conclusion it can be stated that for the use of the feed additives clinoptilolite and Kombioflor-F an enhancing effect on the milk yield, the milk constituents as well as feed intake and digestibility could not be found. The somatic cell count was negatively affected.

Keywords: zeolite, lactic acid bacteria, feed intake, milk yield, digestibility

1. Einleitung und Literaturübersicht

Die Deckung des Nährstoff- und Energiebedarfes von hochleistenden Milchkühen ist eine der zentralen Fragen der Milchviehfütterung. Grundvoraussetzung einer hohen Energieaufnahme ist die hohe Energiekonzentration des Grundfutters (GRUBER 2013). Die Differenz zwischen der Energieversorgung aus dem Grundfutter und dem Energiebedarf der Kühe wird über Kraftfutter gedeckt (GRUBER 2007), wobei pansenphysiologische Grenzen zu beachten sind, deren Überschreitung durch zu hohe Kraftfutteranteile zu (subakuter) Pansenazidose führt (ØRSKOV 1986, NOCEK 1997, ZEBELI et al. 2008, DOEPEL et al. 2009). Darüberhinaus wird versucht, mit Futterzusatzstoffen die Verdaulichkeit und Ausnutzung der Nährstoffe zu erhöhen. Im vorliegenden Versuch wird der Einfluss von Klinoptilolith (Zeolith) und Kombioflor-F (Milchsäurepräparat mit Kräuterextrakt) auf Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe von Milchkühen geprüft.

Der Versuch ist Teil des von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft geförderten Kooperations- und Innovations-Projektes (COIN) „Integriertes Verfahren zur Optimierung des Stickstoffflusses in der Tierhaltung“ (Kurztitel MINAMMON). Das Projekt zielt darauf ab, in den einzelnen Abschnitten der komplexen Nahrungskette der Rinderhaltung entsprechende Maßnahmen der Guten Landwirtschaftspraxis (GLP) so zusammenzuführen, dass eine Verbesserung der Nährstoffausnutzung, des Stallklimas, der Tiergesundheit und der flüssigen Wirtschaftsdünger (Gülle) sowie eine Reduktion von umweltrelevanten Emissionen um mindestens 10 % erreicht wird. Um diese kostensparenden Effekte in einem integrierten Konzept zur

Optimierung des Stickstoffflusses in der Tierhaltung zu erzielen, müssen laut Projekt stallhygienische Vorkehrungen getroffen und gegebenenfalls mineralische sowie biologische Hilfsmittel eingesetzt werden. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines in die bestehende Praxis der Tierhaltung integrierten, biotechnologischen Verfahrens zur Steuerung des Stickstoffflusses von der Fütterung bis zur Güllelagerung. In der Literatur wird die positive Wirkung von physiologisch regulierenden Mineralien (Migulatoren wie z.B. Klinoptilolith) sowie von Pro- und Präbiotika auf Leistungs- und Gesundheitsparameter in der Tierhaltung beschrieben. Anhand eines wissenschaftlich angelegten Fütterungs- und Bilanzversuches sollen die positiven Effekte von Migulatoren und Synbiotika überprüft werden.

Mineralische Futteradditive auf Basis von natürlichem Klinoptilolith-Zeolith wurden bereits mehrfach hinsichtlich ihrer Wirkung auf Leistungsparameter und Stoffwechselcharakteristika von Rindern untersucht, da ihre große Oberfläche und Absorptionswirkung eine intensive Interaktion mit dem Pansensaft und der Pansenbiozönose nahelegen. Klinoptilolith sedimentären Ursprungs ist in der EU als Bindemittel E568 unter anderem für Rinder unbefristet zugelassen (Verordnung EC/1831/2003).

Klinoptilolith-Zeolith ist ein natürliches alumosilikatisches Mineral, dessen Kristallstruktur ein Netz an Kanälen definierter Größe aufweist, in denen bestimmte Ionen und kleine Moleküle temporär eingelagert werden können. Im natürlichen Mineral sind neben Wasser auch Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium und weitere Spurenstoffe eingelagert, die im Austausch gegen andere Stoffe wie insbesondere Ammonium abgegeben werden. Dadurch wirkt das Mineral als chemischer Puffer, der in Abhängigkeit von

seiner Umgebung das Pansenmilieu entscheidend verändern kann. Die Sorptionsfähigkeit des Klinoptiloliths lässt sich durch bestimmte Vermahlungstechnologien noch deutlich verbessern, sodass man beim gezielten Einsatz in biologisch reaktiven Systemen von mineralischen Bioregulatoren (sog. Migulatoren) spricht.

KARATZIA et al. (2011) untersuchten die Wirkung von Klinoptilolith auf die Blutserumkonzentrationen von Aluminium (Al) und anorganischem Phosphor (P). Ebenso wurden der ruminale pH-Wert, die Konzentrationen von Al, P und flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft bei Milchkühen (Holstein) bestimmt. Die Klinoptilolith-Supplementierung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Konzentrationen von Al und P. In der Klinoptilolith-Gruppe waren jedoch der pH-Wert und der Acetatgehalt im Pansen höher und der Gehalt von Propionat und Valeriat niedriger als in der Kontrollgruppe (KARATZIA et al. 2011). KATSOULOS et al. (2005) untersuchten die Wirkung von Klinoptilolith auf die Inzidenz von Gebärpärese und die Serum-Konzentrationen von Gesamt-Calcium (TCA), anorganischem Phosphor, Magnesium, Kalium und Natrium bei Milchkühen. Die Klinoptilolith-Supplementierung hatte eine verringerte Wirkung auf die Inzidenz der Gebärpärese bei Milchkühen. Aus den Versuchsergebnissen wurde des Weiteren geschlossen, dass die Wirksamkeit der Klinoptilolith-Supplementierung von der Menge in der Ration abhängt. Im Versuch wurden Mengen von 1,25 % und 2,50 % untersucht, eine Signifikanz zeigte sich bei der Supplementierung von 2,50 %. Während der Trockenstehzeit von Milchkühen könnte die Zugabe von Klinoptilolith im Kraftfutter eine kostengünstige vorbeugende Behandlung von Gebärpärese sein (KATSOULOS et al. 2005). An der Universität Bologna wurde die Wirkung des Zusatzes von Klinoptilolith zur TMR von Milchkühen auf die Milchleistung und die Zusammensetzung der Milch untersucht. Die Klinoptilolith-Supplementierung hatte keinen Einfluss auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe. Der Harnstoffgehalt war jedoch höher. Der Zusatz von Klinoptilolith hatte keinen Einfluss auf pH-Wert, Ammoniakgehalt und Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Pansen. Keine diätetische Wirkung wurde auch auf den Mineralstoffgehalt im Blutplasma (Na, K, Zn und Ca) beobachtet (BOSI et al. 2002). DSCHAAK et al. (2010) untersuchten die Wirkung von Klinoptilolith auf Futteraufnahme, Verdauung, ruminale Fermentation und Laktationsleistung bei Milchkühen. Neben der Kontrollgruppe wurde bei einer Gruppe Klinoptilolith und bei einer zweiten Versuchsgruppe Natrium-Bicarbonat zugefüttert. Bei Futteraufnahme und Milchleistung zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch der Milchfettgehalt war bei Klinoptilolith-Supplementierung nicht signifikant unterschiedlich zu jenem der Kontroll- und der Natrium-Bicarbonat-Gruppe. Der Milchproteingehalt war tendenziell höher als in der Kontrollgruppe, der Milchsäuregehalt wurde nicht beeinflusst. Bei Klinoptilolith-Supplementierung zeigte sich aber auch eine tendenziell geringere Konzentration flüchtiger Fettsäuren im Pansen, während die molaren Anteile von Acetat und Propionat nicht beeinflusst wurden. Die Autoren der Studie schlagen vor, Klinoptilolith als eine kostengünstige Alternative zu Natrium-Bicarbonat als Puffersubstanz in der Milchviehration einzusetzen (DSCHAAK et al. 2010). In *Tabelle 1* sind die verschiedenen Ergebnisse des Einsatzes von natürlichem Zeolith bei Milchkühen zusammengefasst.

Aus rechtlicher Sicht sind Probiotika und Präbiotika mikroorganismenhaltige Futterzusatzstoffe, deren Einsatz in der EU-Verordnung VO (EG) 1831/2003 geregelt ist. Nach FULLER (1989) sind Probiotika Futtermittelzusatzstoffe, die lebende Mikroorganismen beinhalten, welche einen positiven Effekt auf die Balance des Verdauungstraktes haben. Häufig genutzte Spezies sind *Lactobacillus (L.) bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. helveticus*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium spp.* und *E. coli* (FULLER 1989). Nach einer Definition der FAO/WHO (2002) sind Probiotika „Lebende Mikroorganismen, welche, wenn sie in ausreichender Menge verabreicht werden, dem Wirt einen gesundheitlichen Nutzen bringen“.

Die Bedenken bezüglich der Verwendung von Antibiotika und anderen Wachstumsförderern in der Futtermittelindustrie haben zugenommen, wie KREHBIEL et al. (2003) in einer Übersichtsarbeit feststellten. Damit hat sich auch das Interesse an den Auswirkungen von Mikroorganismen auf die Tiergesundheit und Leistung erhöht. Bei Wiederkäuern werden mikrobielle Kulturen verwendet, um den Einsatz von Antibiotika zu ersetzen oder zu verringern. Angewendet werden diese direct-fed microbials (DFM) beispielsweise bei neugeborenen Kälbern, um die Milchproduktion bei Milchkühen zu steigern und um die Futterverwertung und tägliche Gewichtszunahme bei Mastrindern zu verbessern (KREHBIEL et al. 2003).

McALLISTER et al. (2011) berichten, dass DFM bei Wiederkäuern seit über 30 Jahren eingesetzt werden. Ursprünglich wurden DFM vor allem für junge Wiederkäuer verwendet, um den Aufbau der Darmflora zu fördern, die Verdauung des Futters zu verbessern und die Darmgesundheit zu fördern. Weitere Entwicklungen führten zu komplexeren Mischungen von DFM, die auf die Verbesserung der Faser-Verdauung und die Vermeidung von Pansenazidose bei erwachsenen Rindern ausgerichtet sind (McALLISTER et al. 2011).

Jene DFM, die für Wiederkäuer interessant sind, können laut SEO et al. (2010) in milchsäurebildende Bakterien und milchsäurenutzende Bakterien unterteilt werden. Häufig verwendete Mikroorganismen sind *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* und *Propionibakterium* sowie Stämme von *Megasphaera elsdenii* und *Prevotella bryantii* sowie Hefeprodukte wie *Saccharomyces* und *Aspergillus*. Die milchsäureproduzierenden Bakterien dürften einen positiven Effekt auf den Pansen und den unteren Verdauungstrakt haben. DFM werden auch bezüglich ihrer verbessernden Wirkung auf Trockenmasseaufnahme, Milchmenge und Milchfettgehalt beschrieben (SEO et al. 2010).

HERRING et al. (2000) untersuchten die Wirkung von DFM auf Milchmenge und Milchsäurezusammensetzung sowie Gewichtsveränderung bei laktierenden Mutterkühen der Rasse Angus. Das DFM-Präparat setzte sich aus *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecium* und *Lactobacillus acidophilus* zusammen. Die Milchleistung sowie Eiweißgehalt und Zellzahl unterschieden sich nicht zwischen den Kühen der Versuchsgruppe (DFM) und der Kontrollgruppe. Allerdings zeigte sich in der Versuchsgruppe ein signifikant höherer Fettgehalt. Die Kühe der Versuchsgruppe verloren insgesamt gesehen auch weniger an Lebendmasse (HERRING et al. 2000). Auch RAETH-KNIGHT et al. (2007)

Tabelle 1: Literaturübersicht zum Einfluss von natürlichem Zeolith auf Milchleistung, Milchhaltsstoffe und Futteraufnahme von Milchkühen

Anzahl Tiere	Gruppenbezeichnung	Grundfutter	Krautfutter	TMR	Futteraufnahme kg TM/d	Milchleistung kg/d	Milchleistung kg ECM/d	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %	Dauer Monate	Autoren
10	Kontrollgruppe	Heu, Maissilage,	KF-	ja	k. A.	30,9	27,6	3,23	3,23	2,5	BOSI et al.
16	Klimopitolith 200 g/d	Luzernesilage	Mischung	ja	k. A.	31,4	28,1	3,26	3,23	2,5	2002
15	Kontrollgruppe	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	4,28 ^a	3,51	15	DOKOVIC et al.
15	Zeolith 2 %	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	4,26 ^a	3,34	15	et al.
15	Zeolith 4 %	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	4,62 ^b	3,44	15	2011
10	Kontrollgruppe	Luzerneheu,	Mais,	ja	26,5	41,5	38,9	3,77	2,94	3	DSCHAAK et al.
10	Zeolith 1,4 %	Maissilage	KF-	ja	26,7	39,6	37,8	3,84	3,09	3	et al.
10	Na-Bikarbonat 1,4 %	Mischung	Mischung	ja	26,4	41,0	39,2	3,94	2,93	3	2010

k. A. = keine Angabe

Tabelle 2: Literaturübersicht zum Einfluss verschiedener DFM-Präparate auf Milchleistung, Milchhaltsstoffe und Futteraufnahme von Milchkühen

Anzahl Tiere	Gruppenbezeichnung	Grundfutter	Krautfutter	Futteraufnahme kg TM/d	Milchleistung kg/d	Milchleistung kg ECM/d	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %	Dauer Monate	Autoren
6	Kontrolle	Grassilage,	Gerste	21,2	k. A.	k. A.	3,54 ^a	k. A.	1,7	CHIQUETTE et al.
6	<i>P. bryantii</i> ¹⁾	Maissilage	Gerste	20,9	35,1	31,7	3,87 ^b	2,25	1,7	2008
10	Kontrolle	Heu	Gerste,	k. A.	5,1	4,6	3,27 ^a	3,33	2,3	HERRING et al.
12	DFM ²⁾	Heu	Hirse	k. A.	5,1	5,0	3,84 ^b	3,44	2,3	2000
18	Kontrolle	Maissilage,	Mais	24,2	41,1	36,2	3,27	2,86	4	RAETH-KNIGHT et al.
17	DFM 1 ³⁾	Luzerneheu	Mais	23,9	42,2	36,3	3,16	2,78	4	et al.
18	DFM 2 ⁴⁾	Maissilage,	Mais	23,6	41,5	35,1	3,08	2,82	4	2007
16	Kontrolle	Maissilage,	Mais,	25,5	37,8	35,6 ^a	3,19	2,95	2,5	WEST und BERNARD
16	B 1 ⁵⁾	Luzerneheu	Baumwollsaat	26,3	39,7	37,5 ^b	3,23	2,94	2,5	2011
16	B 2 ⁶⁾	Maissilage,	Baumwollsaat	26,4	38,6	37,6 ^b	3,40	3,00	2,5	2011
28	Kontrolle	Timothe,	k. A.	k. A.	niedriger ^a	k. A.	niedriger ^a	niedriger ^a	12	YASUDA et al.
30	B (DFM) ⁷⁾	Luzernegras	k. A.	k. A.	höher ^b	k. A.	höher ^b	höher ^b	12	2007

¹⁾ *Prevotella bryantii* 254²⁾ *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*³⁾ *Lactobacillus acidophilus* LA747, *Propionibacterium freudenreichii* PF24⁴⁾ *Lactobacillus acidophilus* LA747, *Lactobacillus acidophilus* LA45, *Propionibacterium freudenreichii* PF24⁵⁾ *Lactobacillus acidophilus*, *Propionibacteria freudenreichii*⁶⁾ *Lactobacillus acidophilus* und ein weiterer *L. acidophilus*-Stamm, *Propionibacterium freudenreichii*⁷⁾ *Lactobacillus casei* und *Dextran*

k. A. = keine Angabe

befassten sich mit einem DFM-Produkt, das *L. acidophilus* enthielt. Ziel war es, die Wirkung des Präparates, das außerdem noch *Propionibacterium freudenreichii* enthielt, auf Leistung, Nährstoffverdaulichkeit und Pansenfermentation von Milchkühen (Holstein Friesian) in der Mitte der Laktation zu erheben. Es ergaben sich keine Unterschiede in der durchschnittlichen TM-Aufnahme, auch bei Milchleistung und Milchinhaltstoffen waren keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Die Autoren kamen zum Schluss, dass die Ergänzung mit DFM-Produkten, welche die Stämme *L. acidophilus* und *P. freudenreichii* enthalten, unter den Bedingungen dieser Studie keinen Einfluss auf die Leistung, Verdaulichkeit und den Pansenstoffwechsel haben (RAETH-KNIGHT et al. 2007). YASUDA et al. (2007) untersuchten ein Produkt bestehend aus *L. casei* und Dextran hinsichtlich der Effekte auf die Milchleistung bei Milchkühen der Rasse Holstein Friesian. Es zeigte sich, dass sowohl die Milchleistung als auch der Fett- und Eiweißgehalt in der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant höher waren. Zudem zeigte sich auch eine signifikant geringere Zellzahl in der Versuchsgruppe. Keinen Einfluss auf die Futteraufnahme, wohl aber auf die Milchleistung, zeigte die Untersuchung von WEST und BERNARD (2011), ebenfalls bei Holstein Kühen. Die erste Versuchsgruppe erhielt ein Produkt, welches *P. freudenreichii* und *L. acidophilus* enthielt, die zweite Versuchsgruppe bekam ein Produkt, das zusätzlich einen weiteren *L. acidophilus*-Stamm enthielt. Sowohl die Milchleistung (ECM) als auch der Fettgehalt waren durch die Verabreichung des Bakterienpräparates höher als in der Kontrollgruppe. Zwischen den Präparaten wurde in den geprüften Parametern kein Unterschied festgestellt. CHIQUETTE et al. (2008) untersuchten die Wirkung des Stammes *Prevotella bryantii* 25A bei Milchkühen. Erhoben wurden Milchmenge, Milchinhaltstoffe, Futteraufnahme und diverse Pansenparameter. Es konnte kein Unterschied zwischen Milchmenge, Gehalt an Milchprotein, Milchlactatstoff wohl aber ein signifikant höherer Milchfettgehalt festgestellt werden. Der pH-Wert der Pansenflüssigkeit war zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. In *Tabelle 2* sind die verschiedenen Versuchsergebnisse zum Einsatz von DFM-Präparaten bei Milchkühen zusammengefasst.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsplan

Der Versuchsplan sah einen einfaktoriellen Versuch mit 3 Gruppen vor:

- Kontrolle (KON)
- Klinoptilolith (ZEO)
- Kombioflor-F (MSB)

Pro Gruppe standen 11 Tiere im Versuch ($n = 33$). Der Versuch dauerte 12 Wochen mit zusätzlich 2 Wochen Vorperiode zur Ermittlung des Futteraufnahmevermögens und der Milchleistung der Versuchstiere (*Tabelle 3*). Diese Parameter dienten der gleichmäßigen Zuteilung der Tiere in die Versuchsgruppen und als Kovariable bei der statistischen Auswertung. Die Angaben zu den Tieren vor Versuchsbeginn zeigen, dass die 3 Versuchsgruppen hinsichtlich wesentlicher Kriterien (Laktationszahl, Lakta-

tionstag, Lebendmasse, Futteraufnahme und Milchleistung) sehr ausgeglichen waren (*Tabelle 3*). Die Tiere gehörten den Rassen Fleckvieh und Holstein an, sowie Kreuzungen von Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss.

Die Ration bezogen auf Trockenmasse war wie folgt gestaltet:

- 40 % Grassilage (1. Schnitt)
- 35 % Maissilage
- 25 % Heu (2. Schnitt)
- Kraftfutter konstant (25 % der Futteraufnahme)

Das Kraftfutter war aus folgenden Komponenten zusammengesetzt:

- 24 % Gerste
- 25 % Mais
- 8 % Weizen
- 8 % Trockenschnitzel
- 5 % Weizenkleie
- 15 % Sojaextraktionsschrot 50
- 15 % Rapsextraktionsschrot

2.2 Fütterungsversuch

Die Fütterungszeiten waren 04:30 – 08:30 Uhr und 15:00 – 19:00 Uhr. Die Melkung begann um 04:30 bzw. 16:00 Uhr und erfolgte in einem 2 × 4 Autotandem-Melkstand. Die Milchleistung wurde täglich erhoben, ebenso wurden die Milchinhaltstoffe täglich analysiert (Milchprüflabor St. Michael).

Die Futtermittel wurden in der Reihenfolge Heu, Maissilage und Grassilage angeboten. Kraftfutter konnten die Tiere über eine transponder-gesteuerte Kraftfutter-Station abholen. Die Futterzusatzstoffe wurden auf die Maissilage aufgebracht, um eine vollständige Aufnahme sicher zu stellen (150 g Klinoptilolith, 10 ml Kombioflor-F). Die Ergänzung mit Mineral- und Wirkstoffen erfolgte mit 60 g einer Mineral-Wirkstoff-Mischung (Garant Rimirin Phos 6 % Ca, 12 % P, 6 % Mg, 8 % Na, 750.000 i.E. Vit. A, 75.000 i.E. Vit. D3, 3.000 mg Vit. E., 800 mg Cu), 50 g kohlensaurem Futterkalk (380 g Ca) und 30 g Viehsalz (380 g Na) je Tag, wobei die Normen der GfE (2001) als Richtlinie dienten. Wasser stand den Tieren jederzeit über Selbsttränken zur Verfügung. Die Tiere wurden im Forschungsstall des LFZ Raumberg-Gumpenstein gehalten (Laufstallsystem). Die Fütterung erfolgte über Calan-Gates. Die Feststellung der täglichen, tierindividuellen Futteraufnahme errechnete sich aus der Einwaage der einzelnen Futtermittel minus der Rückwaage des nicht aufgenommenen Futters unter Berücksichtigung der jeweiligen Trockenmasse. Die Lebendmasse der Tiere wurde mit einer automatischen Wiegeeinrichtung im Kraftfutterstand mehrmals täglich festgestellt.

2.3 Verdauungs- und Bilanzversuch mit Kühen

Am Ende des Fütterungsversuches wurden von den 33 Kühen 6 Tiere für einen Verdauungs- und Bilanzversuch ausgewählt ($n = 2$ pro Gruppe). Die Tiere waren in einem Anbindestall untergebracht, der Vorrichtungen für die

Tabelle 3: Charakterisierung der Versuchskühe vor dem Versuch (Woche -2 und -1)

Tier	Rasse	Laktationszahl	Laktationstage	Lebendmasse kg	Futteraufnahme kg TM/d	Milchleistung kg/d	ECM-Leistung kg/d	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %
Kontrollgruppe (KON)									
5	FV	5	127	719	20,9	29,2	32,3	4,92	3,42
15	FV	2	78	683	21,6	27,2	27,4	4,25	3,11
18	HF	2	41	580	19,1	22,9	24,6	4,54	3,60
24	HF×BS	1	41	545	16,0	23,9	20,6	3,15	2,93
29	BS×HF	2	75	632	22,4	38,8	39,5	4,47	2,89
30	HF	2	100	549	22,1	28,2	29,5	4,65	2,98
42	FV	2	219	670	16,8	22,7	21,8	3,78	3,30
44	HF	1	212	585	13,9	24,6	25,6	4,36	3,46
50	HF	1	149	571	14,3	26,6	27,1	4,25	3,33
52	HF×BS	1	29	433	13,1	24,2	24,0	4,19	3,02
59	HF×BS	1	76	555	15,4	24,6	25,3	4,37	3,24
Mittelwert KON		1,82	104	593	17,8	26,6	27,1	4,27	3,21
Gruppe Klinoptilolith (ZEO)									
4	HF	5	82	705	22,6	33,6	33,1	4,03	3,21
7	HF	2	70	596	24,1	40,4	38,3	3,95	2,78
13	HF	1	28	547	14,7	23,2	23,8	4,45	3,07
26	HF×BS	1	38	558	18,7	27,8	26,5	3,9	2,92
34	FV	1	112	631	17,7	20,7	21,7	4,27	3,76
45	HF	3	212	591	17,5	23,3	26,5	5,19	3,39
48	BS×HF	1	182	535	15,6	21,3	23,0	4,66	3,48
49	FV	1	156	576	17,2	22,3	25,2	4,85	3,92
51	FV×HF	2	206	682	20,6	23,3	25,8	4,82	3,65
58	RH×BS×HF	1	22	524	12,9	18,5	18,8	4,26	3,27
63	FV	3	104	796	18,6	28,1	29,4	4,41	3,42
Mittelwert ZEO		1,91	110	613	18,2	25,7	26,6	4,44	3,35
Gruppe Kombioflor-F (MSB)									
1	HF×FV	1	38	533	18,4	31,1	29,4	3,94	2,73
2	FV	3	74	721	20,9	30,6	33,2	4,81	3,31
6	HF	1	34	412	14,4	22,7	22,8	4,37	2,89
8	BS×HF	2	104	610	18,1	27,9	28,3	4,16	3,4
37	RH×HF	1	27	553	13,9	22,1	22,5	4,22	3,37
38	HF	2	69	646	20,6	33,9	33,8	4,02	3,4
46	HF	1	209	571	18,6	21,5	26,5	5,6	4,09
56	HF	1	134	602	18,0	22	24,2	4,71	3,73
57	BS×HF	4	123	668	17,9	25,5	28,5	4,96	3,55
60	FV	7	173	745	22,1	20,4	19,1	3,53	3,36
61	FV	2	162	550	15,8	22,4	24,2	4,12	4,48
Mittelwert MSB		2,27	104	601	18,1	25,5	26,6	4,40	3,48
Gesamtmittelwert		2,00	106	602	18,0	25,9	26,7	4,37	3,35

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

quantitative Sammlung von Kot und Harn aufwies. Die Futteraufnahme wurde wie im Fütterungsversuch ermittelt. Der Versuch dauerte 5 Tage. Die Ausscheidung an Kot und Harn wurde den ganzen Tag über festgestellt (24 Stunden). Von den Exkrementen wurden aliquote Proben gezogen und diese gekühlt. Der Harn wurde zur Vermeidung von N-Verlusten angesäuert. Nach dem Ende des Bilanzversuches wurden die Proben der 5 Erhebungstage gemischt und zur Analyse gebracht.

2.4 Chemische Analysen und Bestimmung des Futterwertes

Von allen Futtermitteln wurden die chemischen Analysen monatlich durchgeführt. Dabei wurden täglich bei der Fütterung Proben entnommen und zu einer monatlichen Sammelprobe vereinigt. Der Gehalt an Trockenmasse wurde täglich (Mo – Fr) durch Trocknung im Trockenschrank

bestimmt (24 h bei 104 °C). Die bei der Trocknung von Silagen entstehenden Verluste über flüchtige Substanzen wurden nach den Angaben von WEISSBACH und KUHLA (1995) berücksichtigt. Die Weender Analyse (Trockenmasse [TM], Rohprotein [XP], Rohfett [XL], Rohfaser [XF], Rohasche [XA]) erfolgte nach den Methoden von VDLUFA (1976) bzw. ALVA (1983) mit Tecator-Geräten. Die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) wurden nach VAN SOEST et al. (1991) ebenfalls mit Tecator-Geräten analysiert. Ca und Mg wurden komplexometrisch bestimmt, P spektralfotometrisch sowie K, Na, Mn, Zn und Cu mit Atomabsorptionsspektroskopie.

Die Verdaulichkeit der Grundfuttermittel wurde *in vivo* mit Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1991) für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen festgestellt (14 Tage Vorperiode und 14 Tage Sammelperiode, Futterniveau 1 kg TM Versuchsration pro Tag, 4 Tiere pro Futtermittel).

Die Verdaulichkeit der Kraftfutter-Komponenten wurde den Angaben der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (1997) entnommen.

Die Energiebewertung der einzelnen Futtermittel wurde nach den Gleichungen der GfE (2001) vorgenommen. Die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) wurde entsprechend den Angaben der GfE (2001) – unter Berücksichtigung des in den DLG-Futterwerttabellen (DLG 1997) angegebenen UDP-Anteils der eingesetzten Futtermittel – kalkuliert.

2.5 Statistische Auswertung

Die Daten wurden mit dem Programm SAS (2010; Version 9.22, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) nach der Prozedur *Mixed* statistisch ausgewertet (Varianzkomponentenschätzung Methode *REML*, Freiheitsgradapproximation *Kenward-Roger*). Das statistische Modell für die Ergebnisse des Fütterungsversuches berücksichtigte die fixen Effekte Gruppe, Rasse, Laktationszahl und Versuchswoche, die Interaktionen Gruppe \times Rasse und Gruppe \times Laktationszahl sowie die Kovariablen Milchleistung und Futtermittelaufnahme aus der Vorperiode. Die zu Wochenabschnitten ($n = 12$) zusammengefassten Werte wurden im *repeated* statement als wiederholte Messungen am Einzeltier berücksichtigt. Zur Modellierung der Kovarianz wurden mehrere Strukturen geprüft, aufgrund des Akaike-Informationskriteriums (*AIC*) die autoregressive Struktur *AR(1)* gewählt. Der paarweise Mittelwertvergleich erfolgte mit dem Verfahren nach *Tukey-Kramer*. Als Signifikanzniveau wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ($p < 0,05$) festgelegt.

Bei der Auswertung des Verdauungsversuches mit Kühen ($n = 6$) wurde nur der Effekt der Gruppe sowie im *repeated* statement der Versuchstag als wiederholte Messung am Einzeltier ($n = 5$) berücksichtigt.

In den Ergebnistabellen werden die LS means und die gepoolte Standardabweichung innerhalb Gruppen (RSD) sowie die P-Werte für die Effekte angeführt.

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + L_k + W_l + (G \times R)_{ij} + (G \times L)_{ik} + b_1 ECM_{vor} + b_2 GESTM_{vor} + \varepsilon_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn}	= Beobachtungswert der abhängigen Variable
μ	= gemeinsame Konstante
G_i	= fixer Effekt der Gruppe i ($i = 1, 2, 3$)
R_j	= fixer Effekt der Rasse j ($j = 1, 2, 3$)
L_k	= fixer Effekt der Laktationszahl k ($k = 1, 2, 3$)
W_l	= fixer Effekt der Versuchswoche l ($l = 1, 2, \dots, 11, 12$)
GR_{ij}	= Wechselwirkung zwischen Gruppe i und Rasse j
GL_{ik}	= Wechselwirkung zwischen Gruppe i und Laktationszahl k
$b_1 ECM_{vor}$	= Kovariable ECM der Vorperiode
$b_2 GESTM_{vor}$	= Kovariable Gesamtfuttermittelaufnahme der Vorperiode
ε_{ijklmn}	= Restkomponente

2.6 Beschreibung der Futterzusatzstoffe

2.6.1 Klinoptilolith

Klinoptilolith ist ein Mineral aus der Gruppe der nanoporösen Struktur-Aluminiumsilicate, den Zeolithen. Laut Firmenangabe zeichnet sich das Klinoptilolith-Produkt „IPUSagro F“ durch eine hohe Qualität des Rohstoffes aus, das nur geringe Mengen an Begleitmineralen enthält. Der Rohstoff stammt aus einer natürlichen Lagerstätte in der Ostslowakei. Das Produkt ist pulverförmig und die Farbe hellgrün. Gemäß der derzeit gültigen Verordnung (EG) 1810/2005 der Kommission der Europäischen Union ist Klinoptilolith sedimentären Ursprungs als Fließhilfsmittel für Mastschweine, Masthühner, Mastruthühner, Rinder und Lachs in der Menge von bis zu max. 2 % der Rationstrockenmasse auf unbegrenzte Zeit zugelassen. Das Produkt erfüllt die Anforderung von mindestens 80 % Klinoptilolith sowie einem Höchstgehalt von 20 % Tonmineralien und ist frei von Fasern und Quarz.

2.6.2 Kombioflor-F

Kombioflor-F ist ein Futterzusatzstoff zur Aufwertung des Grund- und Kraftfutters. Es handelt sich um einen fermentierten Kräuterextrakt mit natürlich enthaltenen Gärssäuren, von dem eine Steigerung der Fresslust und Bekömmlichkeit des Futters erwartet wird. Das Produkt besteht aus Zuckerrohrmelasse, Meersalz und Milchsäurekulturen. Die verwendeten Milchsäurebakterienstämme sind *Lactobacillus rhamnosus* und *Lactobacillus paracasei*. Die Zuckerrohrmelasse dient als Fermentationsbasis. Die Aktivität der Milchsäurekulturen beträgt zum Zeitpunkt der Abfüllung $2 - 5 \times 10^8$ pro Milliliter. Der pH-Wert wird mit 3,5 – 3,7 angegeben. In *Tabelle 4* ist die Zusammensetzung des Präparats angeführt. Die Milchsäurebakterien sollen einerseits ein gesundes Milieu im Verdauungstrakt schaffen, zum anderen pathogene Keime unterdrücken. Vom Hersteller wird eine Dosierung von täglich 10 ml je GVE angegeben. Das Produkt kann in der ökologischen/biologischen Produktion gemäß den Verordnungen (EG) Nr. 834/2007 und (EG) 889/2008 verwendet werden und ist auch AMA-Gütesiegel tauglich.

3. Ergebnisse und Diskussion

In den *Tabellen 5* und *6* ist der Gehalt an Inhaltsstoffen der einzelnen Grund- und Kraftfuttermittel sowie der Gesamtration angeführt. In *Tabelle 7* werden die Ergebnisse zur Futter- und Nährstoffaufnahme sowie zur Rationszusammensetzung dargestellt und in *Tabelle 8* Angaben zu Lebendmasse, Körperkondition, Milchleistung und Milchinhaltstoffen gemacht.

Tabelle 4: Zusammensetzung der Kräutermischung von Kombioflor-F

Inhaltsstoffe	Einheit	in der FM	in der TM
Trockenmasse	g	35,00	1.000,0
Rohprotein	g	2,80	80,0
Rohfett	g	0,15	4,3
Rohfaser	g	0,25	7,1
N-freie Extraktstoffe	g	24,80	708,6
Rohasche	g	7,00	200,0
Zuckerstoffe	g	10,00	285,7
Summe der Gärssäuren	g	6,00	171,4

3.1 Inhaltsstoffe der Futtermittel und der Gesamtration

Die Qualität der Wiesenfutter (Heu 2. Aufwuchs) und Grassilage (1. Aufwuchs) lag im durchschnittlichen Bereich (130 und 139 g Rohprotein, 283 und 260 g Rohfaser, 506 und 449 g NDF, 5,74 und 5,88 MJ NEL, in der TM). Die ÖAG-Futterwert-Tabelle für das Grundfutter im Alpenraum gibt für Heu 2. Schnitt im Stadium Beginn Blüte 276 g XF an und für Grassilage 1. Schnitt im Stadium Beginn Blüte 274 g XF (ÖAG 2006). Die Maissilage wies einen Gehalt von 245 g XF, 448 g NDF sowie 6,04 MJ NEL auf. Diese nur unterdurchschnittlichen Werte erklären sich aus dem für Silomais als Grenzlage zu bezeichnenden Standort des LFZ Raumberg-Gumpenstein (700 m Seehöhe, 7,9 °C durchschnittliche Jahrestemperatur). Dadurch gelangen die Silomaispflanzen nicht in die vollständige Teigreife und entwickeln einen nur relativ niedrigen Kolbenanteil, wie auch der Vergleich mit der ÖAG-Futterwert-Tabelle (2006) zeigt. Das Kraftfutter wies einen Proteingehalt von 196 g XP und eine Energiekonzentration von 8,36 MJ je kg TM auf, die entsprechenden Werte des Sojaextraktionsschrotes betragen 542 g XP bzw. 8,19 MJ NEL (Tabelle 5).

Mit Ausnahme des Rohasche-Gehaltes unterschieden sich die drei Versuchsgruppen in keinem Parameter bezüglich des Gehaltes an Inhaltsstoffen (Tabelle 6). Der Gehalt an Rohprotein betrug 131, 129 bzw. 128 g XP je kg TM in den Gruppen KON, ZEO bzw. MSB. Ebenso war der Gehalt an Gerüstsubstanzen (390, 391 bzw. 392 g NDF) sowie an Energie (6,47, 6,39 bzw. 6,44 MJ NEL) nahezu identisch.

Tabelle 5: Nährstoffgehalte im Grundfutter und im Kraftfutter

Inhaltsstoff	Einheit	Heu 1. Aufwuchs	Grassil. 2. Aufwuchs	Mais- silage	Kraft- futter	Sojaextr.- schrot 50	Klino- ptilolith
Rohnährstoffe							
TM	g/kg FM	900	266	300	888	876	945
XP	g/kg TM	130	139	78	196	542	-
XL	g/kg TM	23	35	31	26	19	1
XF	g/kg TM	283	260	245	70	42	-
XX	g/kg TM	478	453	596	670	320	-
OM	g/kg TM	913	887	950	962	923	34
XA	g/kg TM	87	113	50	38	77	966
Zellwandbestandteile und Nichtfaser-Kohlenhydrate							
NDF	g/kg TM	506	449	448	204	85	-
ADF	g/kg TM	315	288	259	98	56	-
ADL	g/kg TM	31	30	26	21	6	-
NFC	g/kg TM	254	263	394	536	278	33
Mengenelemente							
Ca	g/kg TM	6,7	8,2	2,7	2,5	3,4	5,6
P	g/kg TM	3,5	3,9	2,7	5,3	6,8	0,5
Mg	g/kg TM	3,0	3,4	1,6	2,1	4,8	1,0
K	g/kg TM	17,4	24,9	13,1	10,5	24,3	12,1
Na	g/kg TM	0,51	0,42	0,21	0,38	0,09	0,45
Spurenelemente							
Mn	mg/kg TM	125	88	28	31	30	102
Zn	mg/kg TM	33	34	25	35	47	14
Cu	mg/kg TM	9,5	10,1	5,7	4,6	9,5	-
Proteinwert							
UDP	g/kg TM	26	21	19	49	190	-
nXP	g/kg TM	129	129	124	186	321	-
RNB	g/kg TM	0,13	1,60	-7,33	1,63	35,30	-
Energiekonzentration							
ME	MJ/kg TM	9,70	9,87	10,15	13,24	13,20	-
NEL	MJ/kg TM	5,74	5,88	6,04	8,36	8,19	-

Der Gehalt an RNB lag für alle Gruppen nahe bei Null. Das bedeutet, dass die Pansenmikroben ausreichend und bedarfsgerecht mit pansen-abbaubarem Stickstoff (RDP) versorgt waren (GfE 2001).

3.2 Futter- und Nährstoffaufnahme

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Futter- und Nährstoffaufnahme angegeben. Auch in diesen Kriterien bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. In allen drei Gruppen lag die Aufnahme an Heu bei 3.2 kg, an Grassilage bei 5.8 kg und an Maissilage bei 5.0 kg TM je Tag. Dies ergibt eine Aufnahme an Grundfutter von 13.9, 13.8 bzw. 13.8 kg TM in den Gruppen KON, ZEO bzw. MSB sowie an Aufnahme an Gesamtfutter an 19.0, 18.2 bzw. 18.5 kg TM. Bezogen auf Lebendmasse nahmen die Kühe 30.1, 26.4 bzw. 28.3 g TM je kg LM auf. Es zeigt sich ein leichter Trend zu geringerer Futteraufnahme in Gruppe ZEO, der vor allem von der niedrigeren Aufnahme an Kraftfutter herrührt (Abbildung 1). Gründe dafür sind nicht bekannt.

Die Zusammensetzung der Ration nach Versuchsplan wurde weitgehend eingehalten, gewisse Abweichungen ergeben sich durch die Fütterungsreihenfolge sowie die Gärqualität der Silagen und die Präferenz der Tiere für bestimmte Futtermittel.

3.2.1 Klinoptilolith

Im gegenständlichen Versuch zeigten sich keine signifikanten Einflüsse auf die Gesamtfutteraufnahme, auf die Aufnahme von organischer Masse, Rohprotein und den

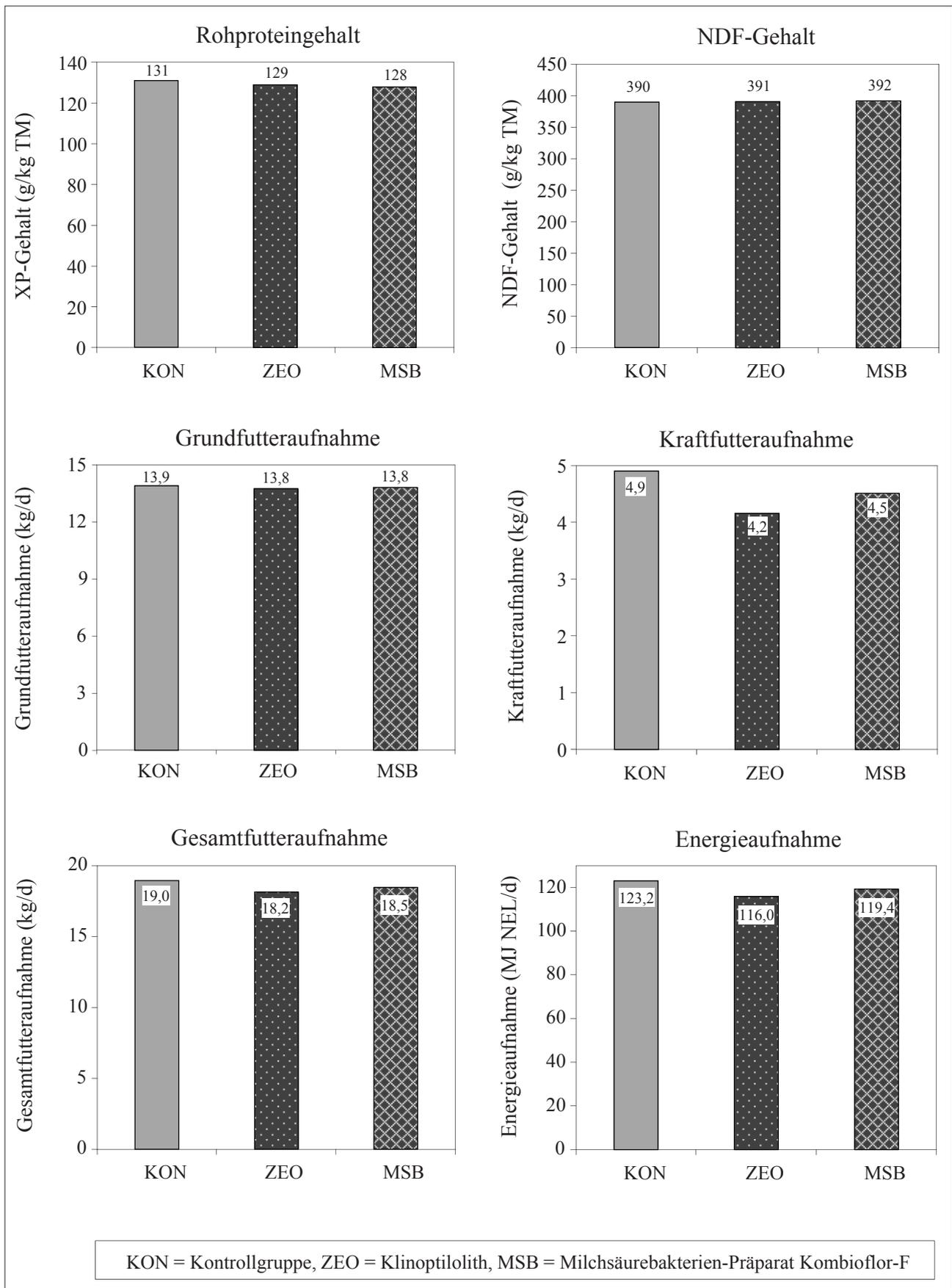


Abbildung 1: Nährstoffgehalt der Ration sowie Futter- und Nährstoffaufnahme

Gerüstsubstanzen NDF und ADF. Dieselben Ergebnisse erzielten auch DSCHAAK et al. (2010). Weder bei der Trockenmasse-Aufnahme noch der Aufnahme von Rohprotein und den Gerüstsubstanzen NDF und ADF wurden signifi-

kante Unterschiede festgestellt. COLE et al. (2007) stellten bei der Trockenmasse-Aufnahme ebenfalls keine steigernde Wirkung durch die Supplementierung mit Zeolith fest. Untersucht wurde die Wirkung von 1 % und 2 % Zeolith-

Zusatz zu einer konzentrierten Endmastration von Ochsen. McCOLLUM und GALYEAN (1983) untersuchten die Wirkung auf die Trockenmasse-Aufnahme bei Kreuzungsmastochsen. Es wurde eine hochkonzentrierte Ration auf Basis von Sorghum gefüttert. Die Klinoptilolith-Dosis betrug 1,25 % und 2,50 %. Auch in der Intensivmast wurden keine signifikanten Einflüsse auf die Trockenmasse-Aufnahme festgestellt, allerdings beobachteten sie tendenziell höhere Tageszunahmen.

Tabelle 6: Gehalt der Gesamtration an Inhaltsstoffen

Inhaltsstoff	Einheit	KON	ZEO	MSB	RSD	P-Wert
Rohnährstoffe						
XP	g/kg TM	131	129	128	18	0,876
XL	g/kg TM	29	29	29	2	0,945
XF	g/kg TM	209	211	211	10	0,892
XX	g/kg TM	537	531	536	10	0,194
XA	g/kg TM	80	87	81	7	0,010
Zellwandbestandteile und Nichtfaser-Kohlenhydrate						
NDF	g/kg TM	390	391	392	14	0,900
ADF	g/kg TM	234	236	235	10	0,920
ADL	g/kg TM	26	26	26	1	0,996
NFC	g/kg TM	356	351	355	13	0,486
Mengenelemente						
Ca	g/kg TM	5,5	5,6	5,6	0,7	0,951
P	g/kg TM	4,7	4,7	4,7	0,2	0,985
Mg	g/kg TM	3,3	3,3	3,3	0,3	0,890
K	g/kg TM	17,2	17,3	17,2	1,7	0,977
Na	g/kg TM	0,89	0,93	0,92	0,13	0,573
Spurenelemente						
Mn	mg/kg TM	74	76	75	7	0,676
Zn	mg/kg TM	70	73	72	7	0,365
Cu	mg/kg TM	13,0	13,4	13,2	1,1	0,389
Proteinwert						
UDP	% des XP	24,7	24,6	24,7	3,6	0,996
nXP	g/kg TM	145	143	143	4	0,426
RNB	g/kg TM	-0,12	-0,17	-0,32	0,73	0,649
Energiekonzentration						
NEL	MJ/kg TM	6,47	6,39	6,44	0,14	0,421

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

Tabelle 7: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Rationszusammensetzung

Parameter	Einheit	KON	ZEO	MSB	RSD	P-Wert
Futteraufnahme						
Heu 1. Aufw.	kg TM/d	3,19	3,18	3,12	0,40	0,914
Grassil. 2. Aufw.	kg TM/d	5,75	5,78	5,77	0,98	0,995
Maissilage	kg TM/d	5,01	4,84	4,96	0,73	0,667
Energie-KF	kg TM/d	4,35	3,69	4,10	0,96	0,276
Protein-KF	kg TM/d	0,52	0,45	0,41	0,26	0,638
Grundfutter	kg TM/d	13,91	13,75	13,83	1,38	0,953
Krafftutter	kg TM/d	4,90	4,16	4,51	0,99	0,205
Gesamtfutter	kg TM/d	18,95	18,16	18,50	1,72	0,486
Gesamtfutter	g TM/kg LM	30,1	26,4	28,3	4,0	0,187
Faseraufnahme						
XF	g/d	3.921	3.833	3.875	396	0,861
NDF	g/d	7.334	7.119	7.229	706	0,751
NDF pro LM	g/kg LM	11,7	10,4	11,1	1,7	0,316
Proteinaufnahme						
XP	g/d	2.484	2.327	2.363	487	0,733
nXP	g/d	2.756	2.586	2.654	267	0,262
RNB	g/d	-1,0	-3,8	-6,1	13,1	0,447
Energieaufnahme						
NEL	MJ/d	123,2	116,0	119,4	11,9	0,298
Rationszusammensetzung						
Heu	% des GF	22,8	23,1	22,9	1,9	0,861
Grassilage	% des GF	41,3	41,6	41,4	4,9	0,956
Maissilage	% des GF	36,0	35,3	35,8	4,6	0,825
Krafftutter	% des GES	24,8	23,3	24,1	4,8	0,756

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

3.2.2 Kombioflor-F

Im vorliegenden Versuch wurde hinsichtlich der Futteraufnahme kein signifikanter Unterschied zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch WEST und BERNARD (2011). Sie untersuchten die Wirkung von verschiedenen *Lactobacillus acidophilus*-Stämmen in Verbindung mit *Propioni*-Bakterien an Holstein Friesian-Kühen. Es wurde kein signifikanter Unterschied bezüglich der Trockenmasse-Aufnahme gefunden. Die Milchleistung (ECM) war aber im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant höher, woraus WEST und BERNARD (2011) schlossen, dass die Effizienz pro Einheit Trockenmasse-Aufnahme gesteigert werden konnte. Dies wurde im gegenständlichen Versuch nicht bestätigt, da zwischen den Versuchsgruppen in Bezug auf die Milchleistung (ECM) kein signifikanter Unterschied besteht (siehe Tabelle 8). CHIQUETTE et al. (2008) erhoben die Wirkung von *Prevotella bryantii* 25A auf die Futteraufnahme bei Milchkühen. Auch hier konnte wie im vorliegenden Versuch kein signifikanter Unterschied in der Trockenmasse-Aufnahme festgestellt werden. HERRING et al. (2000) untersuchten die Wirkung von DFM (direct-fed microbials) bei Angus-Fleischrindern. Es wurde ein Mischpräparat aus *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium*, *Saccharomyces cerevisiae* und den Enzymen Amylase, Beta-Glucanase und Hemicellulase verwendet. HERRING et al. (2000) stellten fest, dass der Gewichtsverlust während der

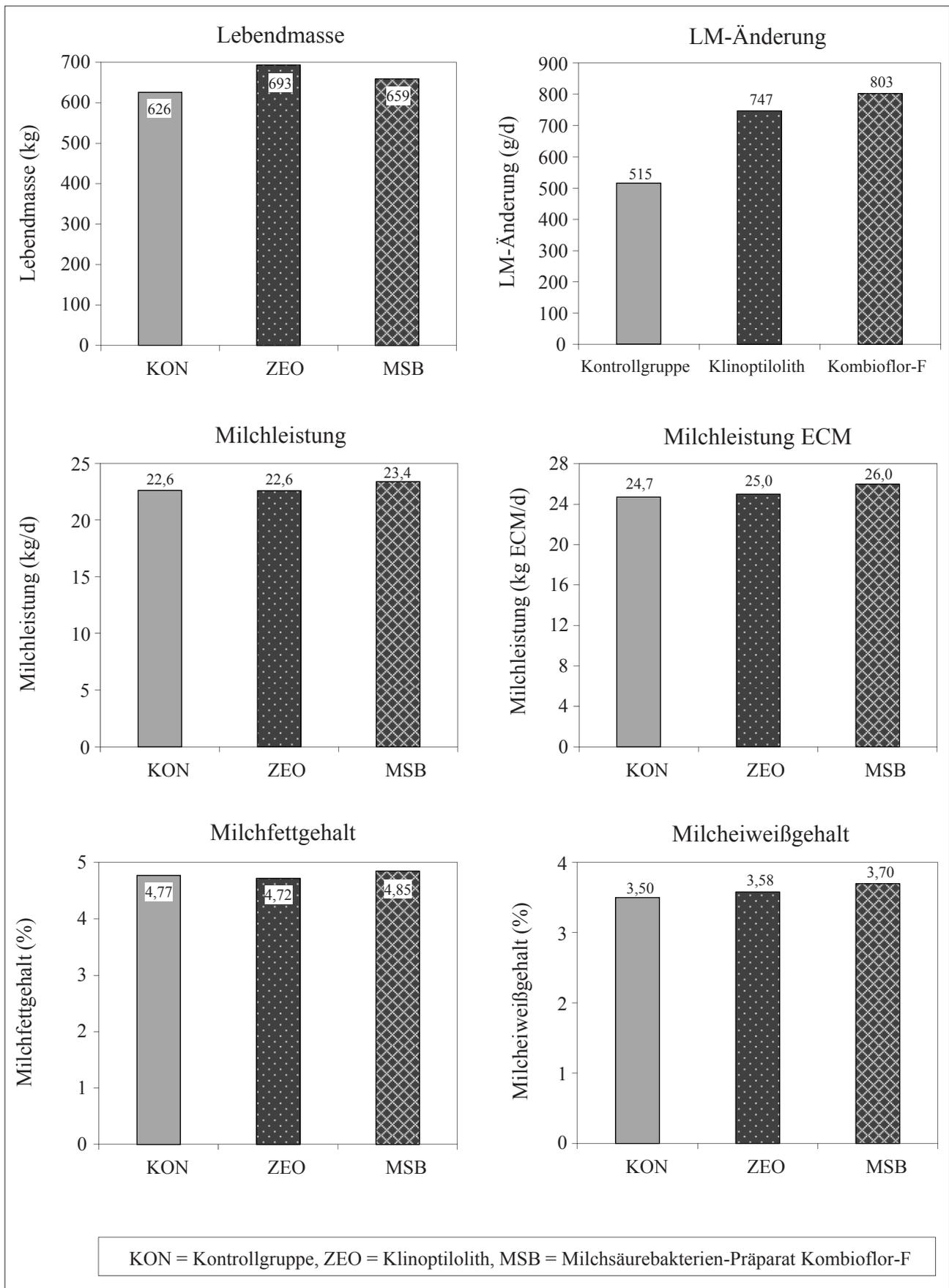


Abbildung 2: Lebendmasse und Milchleistung

Laktation bei den Tieren geringer war, denen DFM verabreicht wurden. Sie stellten die Hypothese auf, dass die Wirkung des DFM-Präparates von der Qualität des Grundfutters abhängt. RAETH-KNIGHT et al. (2007) untersuchten die Wirkung eines DFM-Präparates mit den gleichen Bakterien-Stämmen wie WEST und BERNARD (2011). Die Holstein Friesian-Kühe erhielten über den gesamten Versuchszeitraum dieselbe TMR. Wie im gegenständlichen Versuch konnte bezüglich der Futteraufnahme zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied beobachtet werden. Es wurde weiters kein signifikanter Unterschied in der Aufnahme an XP, NDF und NFC festgestellt. Diese Ergebnisse wurden im gegenständlichen Versuch bestätigt. RAETH-KNIGHT et al. (2007) stellten auch hinsichtlich der Nährstoffverdaulichkeit keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe fest und kamen zu dem Schluss, dass das verwendete DFM-Präparat keine Wirkung auf die untersuchten Futteraufnahme-Parameter hat.

3.3 Lebendmasse, Körperkondition und Milchleistung sowie Zellzahl

In der Lebendmasse und Körperkondition sowie in der täglichen Veränderung dieser Parameter während des Versuches bestanden zwischen den Versuchsgruppen keine signifikanten Unterschiede. Die Lebendmasse betrug in den Gruppen KON, ZEO bzw. MSB 626, 693 bzw. 659 kg und die Körperkondition 2.98, 3.04 bzw. 3.11 BCS-Punkte (Tabelle 8).

Weder in der Milchleistung noch im Gehalt bzw. in der Leistung an Milchinhaltsstoffen unterschieden sich die Gruppen signifikant (Abbildung 2). Die Milchleistung belief sich in den Gruppen KON, ZEO bzw. MSB auf 22,6, 22,6 bzw. 23,4 kg sowie 24,7, 25,0 bzw. 26,0 kg ECM. Somit ist ein leichter Trend zu einer höheren Milchleistung in Gruppe MSB erkennbar ($P = 0,388$).

Der Gehalt an somatischen Zellen (Zellzahl) war in der Kontrollgruppe signifikant niedriger als in den beiden Versuchsgruppen (77,9, 159,3 bzw. 132,6 Tsd. Zellen je ml). Somit ist die Zellzahl mehr oder weniger der einzige Parameter des Versuches, bei dem signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen auftraten.

Tabelle 8: Lebendmasse, Körperkondition, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Parameter	Einheit	KON	ZEO	MSB	RSD	P-Wert
Lebendmasse und Körperkondition						
Lebendmasse	kg	626	693	659	66	0,304
LM-Änderung	g/d	515	747	803	301	0,251
Körperkondition	BCS-Punkte	2,98	3,04	3,11	0,17	0,904
BCS-Änderung/d	BCS-Punkte	0,0019	0,0012	0,0020	0,0005	0,904
Gehalt an Milchinhaltsstoffen						
Milchfett	%	4,77	4,72	4,85	0,66	0,861
Milcheiweiß	%	3,50	3,58	3,70	0,44	0,577
Laktose	%	4,71	4,64	4,70	0,11	0,177
Harnstoff	mg/100 ml	26,9	25,0	25,9	4,6	0,363
Zellzahl	Tsd/ml	77,9 ^a	159,3 ^b	132,6 ^b	62,4	0,001
Milchleistung						
Milch	kg/d	22,62	22,64	23,44	4,54	0,906
ECM	kg/d	24,71	25,00	25,96	2,90	0,388
Milchfett	g/d	1.080	1.089	1.131	122	0,203
Milcheiweiß	g/d	795	824	866	110	0,200
Laktose	g/d	1067	1053	1111	225	0,844

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

3.3.1 Klinoptilolith

Der Effekt der Supplementierung von Klinoptilolith bei Milchkühen ist vor allem auf Gebärparese, Mykotoxikosen, Durchfall, Ketose und diverse Blutparameter untersucht worden (KATSOULOS et al. 2005, PAPAIOANNOU et al. 2005). BOSI et al. (2002) führten ihre Studie zum Einsatz von Klinoptilolith ebenfalls mit Holstein Friesian-Milchkühen durch. Mit 200 g Klinoptilolith je Tier und Tag war die Supplementierung um 50 g höher als im gegenständlichen Versuch. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe in Bezug auf die Milchmenge sowie den Fett- und Proteingehalt. BOSI et al. (2002) vermuten als Ursache für dieses Ergebnis die geringere Gabe an Klinoptilolith. Auch bei DSCHAAK et al. (2010) wurden wie im gegenständlichen Versuch keine signifikanten Unterschiede festgestellt. In diesem Versuch wurden bei Holstein Friesian-Milchkühen 1,4 % Klinoptilolith bezogen auf die Rations-Trockenmasse eingesetzt. DSCHAAK et al. (2010) leiten dieses Ergebnis von der mit 1,4 % aus ihrer Sicht zu niedrigen Gabe von Klinoptilolith her. Bei der Milchleistung, dem Milchfett- und Proteingehalt stellten KATSOULOS et al. (2006) bei einer Konzentration von 2 % sehr wohl eine signifikante Steigerung fest. Zum selben Schluss kamen auch DOKOVIC et al. (2011). Sie verabreichten ein serbisches Zeolith-Präparat in einer Höhe von 2 % und 4 % an Serbisches Fleckvieh. Die Milchfett-Gehalte waren signifikant verschieden, wobei sie in der 4 %-Gruppe am höchsten waren. Die 2 %-Gruppe lag jedoch unter dem Wert der Kontrollgruppe. Im gegenständlichen Versuch wurde mit der vom Hersteller empfohlenen Menge von 150 g, umgerechnet 0,8 % der Trockenmasse-Aufnahme gearbeitet. Die Gabe erfolgte somit in wesentlich geringerem Ausmaß als bei den Versuchen, die eine signifikant positive Wirkung erzielen konnten.

Im gegenständlichen Versuch war die Zellzahl bei der Gruppe Klinoptilolith mit 159.320 Zellen je ml am höchsten, den geringsten Gehalt wies die Kontrollgruppe mit 77.900 Zellen je ml auf. Die Versuchsgruppen waren signifikant unterschiedlich ($P = 0,001$). Bei BOSI et al. (2002) wurde hingegen kein signifikanter Unterschied bei der Zahl somatischer Zellen in der Milch zwischen den Versuchsgruppen festgestellt. Im vorliegenden Versuch war der Harnstoffgehalt von der Klinoptilolith-Gabe nicht signifikant beeinflusst ($P = 0,363$). Es zeigte sich aber mit 25,0 mg je 100 ml Milch ein geringerer Wert als in der Kontrollgruppe (26,9 mg je 100 ml). DSCHAAK et al. (2010) stellten ebenfalls geringe Unterschiede, aber keine Signifikanzen, in Bezug auf den Gehalt an Milhharnstoff fest. Bei BOSI et al. (2002) war der Harnstoffgehalt bei Zeolith-Gabe signifikant höher, was von der auf Luzernesilage basierenden Ration hergeleitet wurde. Allerdings zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Ammoniakgehalt in der Pansenflüssigkeit, was dem erhöhten Milhharnstoffgehalten in der Versuchsgruppe widerspricht (BOSI et al. 2002). Ein erhöhter Milhharnstoff-Gehalt weist

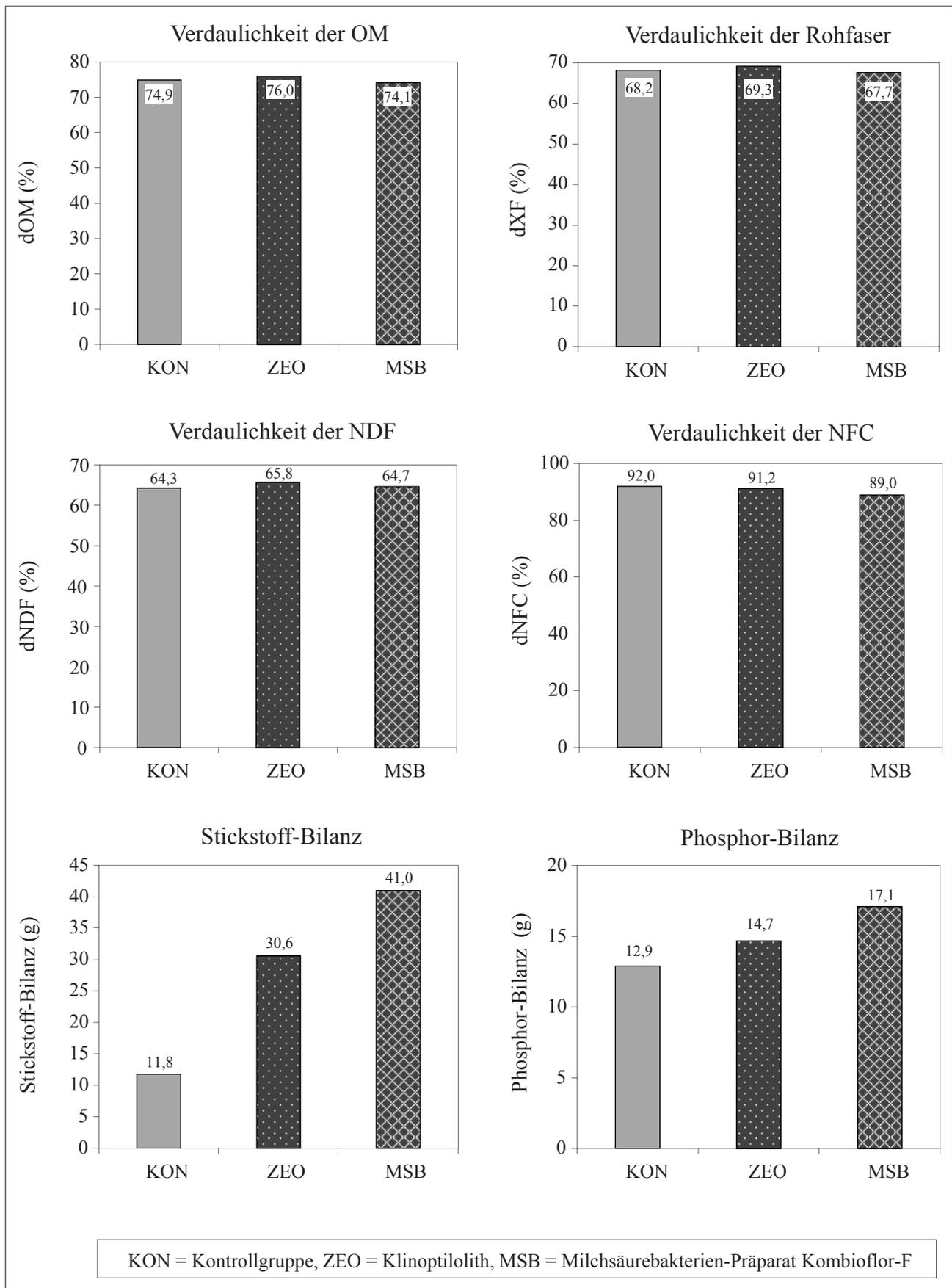


Abbildung 3: Ergebnisse des Verdauungs- und Bilanzversuches mit Kühen

auf eine Proteinübersversorgung oder eine Kombination aus Übersversorgung an Protein und Unterversorgung an Energie hin. Die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) ist ein Indikator für die Versorgung der Pansenmikroben mit abbaubarem Protein, sie sollte ausgeglichen sein. Zu hohe Mengen an abgebautem Protein im Pansen belasten das Tier und die Umwelt (KIRCHGESSNER et al. 2008). Dies trifft im gegenständlichen Versuch nicht zu, wie aus *Tabelle 6* ersichtlich ist. Die ruminale Stickstoffbilanz ist für alle Gruppen im Versuch leicht negativ.

3.3.2 Kombioflor-F

Im vorliegenden Versuch wurde keine signifikante Wirkung des *Lactobacillus*-Präparates auf Milchleistung und Milchhaltsstoffe festgestellt. Auch HERRING et al. (2000) fanden in ihrer Arbeit mit Angus-Kühen gleich lautende Ergebnisse. Die Milchmenge, das Milchprotein und der Gehalt an somatischen Zellen der Versuchsgruppe unterschieden sich von jenen der Kontrollgruppe nicht signifikant. Allerdings war ein signifikant höherer Fett-Gehalt festzustellen (HERRING et al. 2000). Ähnliche Ergebnisse erzielten auch CHIQUETTE et al. (2008) in ihrem Versuch mit *P. bryantii* 25A. WEST und BERNARD (2011) beobachteten eine tendenziell höhere Milchleistung, Milchfett-Gehalt und ECM-Leistung unterschieden sich signifikant. Diese Ergebnisse wurden im vorliegenden Versuch nicht bestätigt. RAETH-KNIGHT et al. (2007) stellten keine signifikanten Unterschiede im Fettgehalt fest. Auch bezüglich der Milchmenge zeigte sich keine signifikante Wirkung des Bakterien-Präparats. Wie im gegenständlichen Versuch wurden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Protein- und den Laktose-Gehalt festgestellt. Hinsichtlich der Zellzahl zeigten sich dieselben Ergebnisse wie im vorliegenden Versuch. Wie erwähnt wurden hier die gleichen Bakterienpräparate wie bei WEST und BERNARD (2011) verwendet. Die gegensätzlichen Versuchsergebnisse werden von RAETH-KNIGHT et al. (2007) damit erklärt, dass bei WEST und BERNARD (2011) eine Ration mit höherer Nährstoffdichte gefüttert wurde, was sich auch in den höheren Milchsäuregehalten im Pansen und dem niedrigeren pH-Wert im Pansen zeigte (RAETH-KNIGHT et al. 2007). YASUDA et al. (2007) stellten bei einem Versuch mit Holstein Friesian-Kühen hingegen sehr wohl eine Steigerung des Milchfettgehalts in der Versuchsgruppe fest. Diese erhielt ein Mischpräparat aus *L. casei* und Dextran. Im Gegensatz zum gegenständlichen Versuch waren auch der Protein-Gehalt und die Milchmenge signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Zusätzlich konnte im ersten Versuchsjahr auch ein signifikanter Unterschied bei den Gehalten

an somatischen Zellen festgestellt werden, im zweiten Versuchsjahr allerdings nicht mehr. Weiters wurde beobachtet, dass die Mastitis-Häufigkeit in der Versuchsgruppe geringer war als in der Kontrollgruppe (YASUDA et al. 2007). Im gegenständlichen Versuch wurde keine senkende Wirkung auf die Zellzahl festgestellt, sie war im Gegenteil in der Kontrollgruppe signifikant geringer als in den Versuchsgruppen. Zum selben Ergebnis kamen auch RAETH-KNIGHT et al. (2007). Der Milchharnstoff-Gehalt war im vorliegenden Versuch nicht signifikant unterschiedlich von jenem der Kontrollgruppe ($P=0,363$). RAETH-KNIGHT et al. (2007) stellten in ihrem Versuch dasselbe Ergebnis fest. WEST und BERNARD (2011) analysierten nur den Blutharnstoffgehalt und stellten fest, dass jener signifikant niedriger war als in der Kontrollgruppe.

3.4 Verdaulichkeit der Nährstoffe sowie N- und Mineralstoff-Bilanz

Die Ergebnisse des Verdauungs- und Bilanz-Versuches mit Kühen sind in *Tabelle 9* und in *Abbildung 3* angeführt. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass pro Gruppe nur zwei Tiere geprüft wurden ($n=6$). Im Vergleich zum Fütterungsversuch ($n=33$) wiesen die Tiere des Verdauungs- und Bilanz-Versuches eine höhere Lebensmasse sowie eine höhere Futteraufnahme und Milchleistung auf. Wie auch beim Fütterungsversuch traten in keinem der Parameter des Verdauungs- und Bilanz-Versuches

Tabelle 9: Ergebnisse des Verdauungs- und Bilanzversuches mit Kühen (n = 6)

Parameter	Einheit	KON	ZEO	MSB	RSD	P-Wert
Lebendmasse und Milchleistung						
Lebendmasse	kg	658	669	619	119	0,911
Milchleistung	kg/d	26,32	31,89	24,77	4,50	0,362
Fett	%	4,52	4,71	4,93	0,79	0,850
Eiweiß	%	3,45	3,62	3,68	0,32	0,694
Laktose	%	4,70	4,60	4,85	0,08	0,056
ECM	kg/d	27,53	35,00	27,65	3,83	0,200
Futteraufnahme sowie Kot- und Harnausscheidung						
Heu	kg TM	3,02	3,21	2,69	0,17	0,070
Grassilage	kg TM	9,10	9,60	8,22	0,65	0,015
Maissilage	kg TM	2,95	3,70	4,52	1,19	0,228
Grundfutter	kg TM	15,04	16,54	15,23	1,44	0,283
Krautfutter	kg TM	7,08	7,07	5,86	0,31	0,047
Gesamtfutter	kg TM	22,13	23,69	21,16	1,25	0,031
Kotausscheidung	kg TM	6,06	6,28	6,03	0,88	0,704
Harnausscheidung	kg FM	21,8	25,0	19,5	4,1	0,321
Verdaulichkeit der Nährstoffe						
Organ. Masse	%	74,9	76,0	74,1	4,4	0,763
Rohprotein	%	63,5	68,7	66,4	7,2	0,606
Rohfett	%	66,0	68,3	64,2	6,3	0,596
Rohfaser	%	68,2	69,3	67,7	6,2	0,912
N-freie Extraktstoffe	%	81,3	81,3	79,6	3,4	0,644
NDF	%	64,3	65,8	64,7	6,4	0,914
ADF	%	63,5	65,6	62,3	6,5	0,704
NFC	%	92,0	91,2	89,0	1,9	0,185
Bilanz (Stickstoff und Mineralstoffe)						
Stickstoff	g/d	11,8	30,6	41,0	25,0	0,179
Calcium	g/d	-3,5	4,0	-8,6	16,6	0,494
Phosphor	g/d	12,9	14,7	17,1	9,7	0,775
Magnesium	g/d	2,8	-0,4	3,0	8,2	0,812
Kalium	g/d	62,1	69,2	53,2	31,0	0,220
Natrium	g/d	-1,5	0,2	5,1	2,4	0,125

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Die Verdaulichkeit der OM betrug 74,9, 76,0 und 74,1 % in den Gruppen KON, ZEO und MSB ($P = 0,763$). In Gruppe ZEO war ein leichter Trend zu etwas höherer Verdaulichkeit der Faser (XF, NDF, ADF) zu erkennen (64,3, 65,8 und 64,7 % dNDF), wogegen die Nichtfaser-Kohlenhydrate (NFC) etwas schlechter verdaut wurden (92,0, 91,2 und 89,0 % dNFC). Die Verdauungskoeffizienten der Gruppe MSB waren im Trend etwas niedriger. DSCHAAK et al. (2010) stellten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Verdaulichkeit der OM und der Nährstoffe (XP, NDF, ADF) zwischen Kontrollgruppe und Klinoptilolith fest.

Die Stickstoff-Bilanz war in allen Gruppen leicht positiv, in ZEO und MSB in einem höheren Ausmaß (11,8, 30,6 und 41,0 g/d). Bei Phosphor und Kalium war die Bilanz deutlich positiv (ohne signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen). Dagegen lagen die Bilanz an Calcium, Magnesium und Natrium bei Null. Daraus ist der Schluss zu ziehen, dass sich die Futterzusatzstoffe ZEO und MSM auf die Verdaulichkeit und Nährstoffbilanz nicht signifikant auswirkten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass durch den Einsatz des Futtermittelzusatzstoffes Klinoptilolith (ZEO) und des Milchsäurebakterienpräparates Kombioflor-F (MSB) unter den gegebenen Versuchsbedingungen kein signifikanter Einfluss auf die Parameter Milchleistung ($P = 0,906$) sowie die Menge an Milchfett ($P = 0,203$) und Milchprotein ($P = 0,200$) festgestellt werden konnte. Auch bezüglich des Gehaltes an Milchinhaltsstoffen sowie beim Harnstoffgehalt ($P = 0,363$) traten keine signifikanten Unterschiede auf. Die Zellzahl war bei Einsatz von Klinoptilolith und Kombioflor-F signifikant erhöht ($P = 0,001$). Auch in Bezug auf die Aufnahme an Grundfutter ($P = 0,953$), Kraftfutter ($P = 0,205$) sowie Gesamtfutter ($P = 0,486$) zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Futtermittelzusatzstoffe. Schlussfolgernd ist festzustellen, dass der Einsatz der Futtermittelzusatzstoffe Klinoptilolith und Kombioflor-F keine steigernde Wirkung auf die Milchleistung, die Milchinhaltsstoffe sowie die Futteraufnahme hat. Auch die Zellzahl wurde nicht positiv beeinflusst. Auch hinsichtlich der Verdauungsvorgänge und Nährstoffbilanz wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt.

4. Literatur

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- BOSI, P., D. CRESTON und L. CASINI, 2002: Production performance of dairy cows after the dietary addition of clinoptilolite. *Italian J. Anim. Sci.* 1, 187-195.
- CHIQUETTE, J., M.J. ALLISON und M.A. RASMUSSEN, 2008: *Prevotella bryantii* 25A used as a probiotic in early-lactation dairy cows: effect on ruminal fermentation characteristics, milk production, and milk composition. *J. Dairy Sci.* 91, 3536-3543.
- COLEN, A., R.W. TODD und D.B. PARKER, 2007: Use of fat and zeolite to reduce ammonia emissions from beef cattle feedyards. *Int. Symp. Air Quality Waste Management for Agriculture*. Broomfield. CO.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main, 212 S.
- DOEPEL, L., A. COX und A. HAYIRLI, 2009: Effects of increasing amounts of dietary wheat on performance and ruminal fermentation of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 92, 3825-3832.
- DOKOVIC R., Z. ILIC, M.P. PETROVIC, S. PESEV und B. RISTANOVIC, 2011: Effect of zeolite on the chemical composition of milk from Serbian spotted dairy cattle. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27, 993-1000.
- DSCHAAK, C.M., J.-S. EUN, A.J. YOUNG, R.D. STOTT und S. PETERSON, 2010: Effects of supplementation of natural zeolite on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactational performance of dairy cows. *Prof. Anim. Sci.* 26, 647-654.
- EU-VERORDNUNG (EG) Nr. 1887/2000 der Kommission vom 6. September 2000 zur vorläufigen Zulassung eines neuen Zusatzstoffs in der Tierernährung (1), DE Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 7.9.2000 L 227/15.
- EU-VERORDNUNG (EG) Nr. 1831/2003 des EUROPÄISCHEN PARLAMENTS und des RATES vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung.
- EU-VERORDNUNG (EG) Nr. 1810/2005 der KOMMISSION vom 4. November 2005 über eine Neuzulassung eines Futtermittelzusatzstoffes für zehn Jahre, die Zulassung bestimmter Futtermittelzusatzstoffe auf unbegrenzte Zeit und die vorläufige Zulassung neuer Verwendungszwecke bestimmter in Futtermitteln bereits zugelassener Zusatzstoffe.
- EU-VERORDNUNG (EG) Nr. 889/2008 der KOMMISSION vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle.
- FAO/WHO, 2002: Working group report on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. London, Ontario, Canada. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Joint working group report on drafting. London, Ontario 1-11.
- FULLER, R., 1989: Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66, 365-378.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., 2007: Einfluss der Kraftfuttermenge auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen. Bericht 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 19.-20. April 2007, 35-51.
- GRUBER, L., 2013: Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau und genetisches Potenzial als Schlüsselfaktoren für die Höhe der Milchleistung. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, 21. März 2013, Salzburg.
- HERRING, A.D., M.B. LARREMORE, L.J. HUGHENS und C.R. RICHARDSON, 2000: Effects of a commercial direct-fed microbial on weight change, milk yield, and milk composition in lactating beef cows: A case study. *Prof. Anim. Sci.* 16, 54-58.
- KARATZIA, M., K. POURLIOTIS, P. KATSIOULOS und H. KARATZIAS, 2011: Effects of in-feed inclusion of Clinoptilolite on blood serum concentrations of Aluminium and inorganic Phosphorus and on ruminal pH and volatile fatty acid concentrations in dairy cows. *Biological Trace Element Research* 142, 159-166.

- KATSOULOS, P.D., N. ROUBIES, N. PANOUSIS, G. ARSENOs, E. CHRISTAKI und H. KARATZIAS, 2005: Effekts of long-term dietary supplementation with clinoptilolite on incidence of parturient paresis and serum concentrations of total calcium, phosphate, magnesium, potassium and sodium in dairy cows. *American J. Vet. Research* 66, 2081-2085.
- KATSOULOS, P. D., N. PANOUSIS, N. ROUBIES, E. CHRISTAKI, G. ARSENOs und H. KARATZIAS, 2006: Effects of long-term feeding of a diet supplemented with clinoptilolite to dairy cows on the incidence of ketosis, milk yield and liver function. *Vet. Record* 159, 415-418.
- KIRCHGESSNER, M., F.X. ROTH, F.J. SCHWARZ und G.I. STANGL, 2008: *Tierernährung*. 12., neu überarbeitete Auflage, Frankfurt am Main, DLG-Verlags-GmbH, 643 S.
- KREHBIEL, C.R., S.R. RUST, G. ZHANG und S.E. GILIAND, 2003: Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. *J. Anim. Sci.* 81, E120-E132.
- McALLISTER, T.A., K.A. BEAUCHEMIN, A.Y. ALAZZEH, J. BAAH, R.M. TEATHER und K. STANFORD, 2011: Review: The use of direct fed microbials to mitigate pathogenes and enhance production in cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 91, 1-19.
- McCOLLUM, F.T. und M.L. GALYEAN, 1983: Effects of clinoptilolite on rumen fermentation, digestion and feedlot performance in beef steers fed high concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 56, 517-524.
- NOCEK, J.E., 1997: Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* 80, 1005-1028.
- ÖAG (Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau), 2006: *Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum*. Hrsg.: R. Resch, T. Guggenberger, L. Gruber, R. Ringdorfer, K. Buchgraber, G. Wiedner, A. Kasal und K. Wurm. *Der fortschrittliche Landwirt* 84, (Heft 24/2006), Sonderbeilage 20 S.
- ØRSKOV, E.R., 1986: Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63, 1624-1633.
- PAPAIOANNOU, D., P.D. KATSOULOS, N. PANOUSIS und H. KARATZIAS, 2005: The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Microporous and Mesoporous Materials* 84, 161-170.
- RAETH-KNIGHT, M.L., J.G. LINN und H.G. JUNG, 2007: Effect of direct-fed microbials on performance, diet digestibility and rumen characteristics of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 1802-1809.
- SADEGHI, A. und P. SHAWRANG, 2006: The effect of natural zeolite on nutrient digestibility, carcass traits and performance of Holstein steers given a diet containing urea. *Anim. Sci.* 82, 163-167.
- SAS Institute Inc., 2010: *SAS/STAT 9.22 User's Guide*. Cary, NC (USA): SAS Institute Inc., 8460 S.
- SEO, J.K., S.W. KIM, M.H. KIM, S.D. UPADHAYA, D.K. KAM und J.K. HA, 2010: Direct-fed microbials for ruminant animals. *Asian-Australian J. Anim. Sci.* 23, 1657-1667.
- VAN SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. *Ergänzungsblätter* 1983, 1988, 1993, 1997: *Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln*. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übers. Tierernährg.* 23, 189-214.
- WEST, J.W. und J.K. BERNARD, 2011: Effects of addition of bacterial inoculants to the diets of lactating dairy cows on feed intake, milk yield, and milk composition. *Prof. Anim. Sci.* 27, 122-126.
- YASUDA, K., S. HASHIKAWA, H. SAKAMOTO, Y. TOMITA, S. SHIBATA und T. FUKATA, 2007: A new synbiotic consisting of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* and dextran improves milk production in Holstein dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.* 69, 205-209.
- ZEBELI, Q., J. DIJKSTRA, M. TAJAJ, H. STEINGASS, B.N. AMETAJ und W. DROCHNER, 2008: Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *J. Dairy Sci.* 91, 2046-2066.

Einfluss des Konservierungsmanagements auf die Qualität von Raufutter österreichischer Rinderbetriebe – Ergebnisse aus LK-Heuprojekten

Reinhard Resch^{1*}

Zusammenfassung

Aufgrund der steigenden Kraftfutterpreise hat die Heu- und Grummetqualität in Zukunft für mehr als 8.000 Heumilchbetriebe eine höhere Bedeutung. Über 1.000 Landwirte nahmen an den bisher durchgeführten Heuprojekten (2007 – 2012) teil, welche von LFZ Raumberg-Gumpenstein, den Landwirtschaftskammern und den Arbeitskreisen Milchproduktion organisiert wurden. Die Teilnehmer ließen ca. 2.000 Raufutterproben chemisch analysieren und dokumentierten ihr Heumanagement. Es stellte sich heraus, dass UBAG-Betriebe unter vergleichbaren Voraussetzungen bessere Heuqualitäten produzierten als Biobetriebe bzw. UBAG-Betriebe + Verzicht. Im Westen Österreichs waren die Raufutterqualitäten deutlich günstiger als in den östlichen Bundesländern. Der Erntezeitpunkt war hinsichtlich Heuqualität der stärkste Einflussfaktor im Management. Betriebe, welche über eine Heubelüftungsanlage verfügten, ernteten bis 10 Tage früher und hatten dadurch signifikant höhere Qualitäten. Kurze Feldphasen und die künstliche Trocknung mittels Warmbelüftung brachten vor allem im 1. Aufwuchs eine Qualitätssteigerung. Heuballen waren schlechter als loses Heu auf dem Futterstock. Qualitätsmindernde Futterverschmutzungen traten bei der Mahd von nassem Futter bzw. zu tief eingestellter Schnitthöhe auf. Riesige Qualitätsreserven liegen in Österreich in punkto Heuqualität noch beim Pflanzenbestand und bei der Vermeidung von Abbröckelverlusten der wertvollen Blattmasse.

Schlagwörter: Heumanagement, Heuqualität, Raufutterqualität, Heu, Grummet, Erntetechnik, Trocknungstechnik

Summary

Based on increasing prices of concentrates, hay quality will be more important in the future for approximately 8,000 Austrian haymilk-farmers. More than 1,000 farmers participate in national quality projects (2007 – 2012), organised by LFZ-Raumberg-Gumpenstein, agricultural chambers and work-groups milk-production. 2,000 hay samples were chemically analysed and hay-management was investigated via questionnaire. UBAG farms (ecologically managed) with abandonment of mineral fertilizer and herbicides and also organic farms (BIO) had lower hay qualities in comparison with UBAG and conventional farmers. Farmers in western Austria produced higher hay qualities than farmers in the east. Date of harvest was the strongest management effect on hay quality. Farms with artificial hay-drying systems harvested 10 days earlier than the others and reached significant better forage quality. Reduction of time on the field and artificial ventilation of hay with warm air achieved higher nutrient values and energy concentrations in hay of first cut. Baled hay had lower quality in comparison with loose hay on a hay stock. Quality reducing forage contamination by soil was observed, when wet forage was cut and cutting height lower than 5 cm. A great potential for Austrian hay quality could be found in the improvement of grassland management and avoidance of losses of valuable plant leaves.

Keywords: hay management, hay quality, roughage quality, harvest technique, drying technique

1. Einleitung

In Österreich gibt es rund 8.000 Milchviehbetriebe, welche in der Fütterung keine vergorenen Futtermittel einsetzen dürfen (ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht), d.h. diese Landwirte haben als Grundfutterbasis keine Silage sondern ausschließlich Grünfutter bzw. Heu und Grummet zur Verfügung. Der wirtschaftliche Erfolg in der Heumilchproduktion steht in engem Zusammenhang mit der wirtschaftseigenen Futtergrundlage, weil Zukauffutter, insbesondere Eiweiß- und Energiekraftfuttermittel, immer kostspieliger werden.

Bei der Produktion von qualitativ hochwertigem Heu und Grummet stoßen viele Betriebe auf Schwierigkeiten im Bereich Pflanzenbestand, Konservierungsmanagement und Trocknungstechnik. Problemfelder sind lückige, verkrautete

Wiesen bzw. die Ausbreitung der Gemeinen Rispe (*Poa trivialis*), erdige Futterschmutzung, hohe Feldverluste durch Abbröckelung, Erhitzung von Heustock bzw. Heuballen, wenn der Wassergehalt der Konserve bei der Einlagerung zu hoch war, und die Schimmelpilzvermehrung auf dem Lager. Minderwertiges, vor allem hygienisch bedenkliches Heu und Grummet, sind für den Betriebserfolg und die Tiergesundheit die größte Herausforderung.

Vielen Heumilchbauern fehlt es zurzeit noch an Fachwissen in punkto standortangepasstes Grünlandmanagement, Einstufung der eigenen Grundfutterqualität und Möglichkeiten der Rationsoptimierung. Ein Ansatz zur Reduktion von Wissensdefiziten der Landwirte rund um die Grundfutterqualität ist die Vernetzung von Heumilchbauern, Fachberatung der Landwirtschaftskammern, Arbeitskreisberatung Milch-

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

produktion, Landwirtschaftliches Bildungswesen und der Forschung. Eine essentielle Rolle spielen dabei Qualitätsdaten von Raufutter aus der Laboranalyse in Kombination mit Fragebogenerhebungen zur Arbeitsweise bei der Heuproduktion. Aktuelle Ergebnisse über die Zusammenhänge zwischen Heuqualität und Konservierungsmanagement müssen für Praxis, Beratung, Bildungseinrichtungen, aber auch für Maschinenringe aufbereitet werden, damit konkrete Empfehlungen zur Verbesserung und Sicherung der Raufutterqualität in Österreich abgeleitet werden können.

Im Jahr 2010 und 2012 wurden österreichweite Heuprojekte durch das LFZ Raumberg-Gumpenstein und die Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern unter Einbindung der Arbeitskreisberatung Milchproduktion organisiert. Von den Heumilchbauern war ein sehr großes Interesse spürbar, wobei insgesamt mehr als 2.000 Raufutterproben eingesendet wurden. Mit der Umsetzung von Heuprojekten, über alle österreichischen Bundesländer hinweg, ist es möglich, eine unmittelbare Wissenserweiterung von Forschung, Beratung und Praxis zu erreichen. Nur eine breite Datenbasis ermöglicht die Analyse der IST-Situation von Heu und Grummet und öffnet Perspektiven für eine zukünftige Entwicklung der Raufutterqualitäten in Österreich.

2. Material und Methoden

2.1 Probenahme

Die Probenziehung ist die Grundvoraussetzung für eine repräsentative Aussage zur Qualität eines beprobten Futterstockes. Bei den österreichischen Heuprojekten wurde die Probeziehung zu ca. 70 % mit standardisierten Edelstahlbohrern aus dem Heustock bzw. den Heuballen gestochen, der Rest wurde händisch an mindestens fünf Entnahmestellen beprobt. Am LFZ Raumberg-Gumpenstein bzw. im Land Salzburg wurde für die Probenzieher ein Eichungsseminar organisiert, bei dem die Probenziehung vom Heustock bzw. Heuballen mittels Edelstahlbohrern unter praktischen Verhältnissen vorgestellt wurde. Die Ziehung der Probe wurde größtenteils durch offizielle Probenzieher (Landwirtschaftskammer, Maschinenring Tirol, LKV Salzburg) durchgeführt. Von der Gesamtprobe wurden ca. 500 – 1.000 g an das Futtermittellabor Rosenau für die chemische Analyse geschickt. Ein Teil der Probe wurde für die Auswertungsseminare (Arbeitskreisbetriebe) aufbewahrt.

2.2 Fragebogen

Im Erhebungsbogen (Anhang *Abbildung 4*) wurden detaillierte Informationen über Betrieb, Wirtschaftsweise, Ausgangsmaterial, Heuernte, Trocknungsart und eigene Einstufung der Qualität durch den Landwirt abgefragt. Die Daten aus dieser Befragung sind die Grundlage für die Verschneidung zwischen chemischen Untersuchungsparametern und dem Management des Betriebes.

2.3 Laboranalyse

In den Heuprojekten wurde ein Mindestumfang für die chemische Analyse festgelegt; das war die Weender Untersuchung (TM und Rohrnährstoffe) sowie die Berechnung von nutzbarem Protein (nXP), ruminaler Stickstoffbilanz

(RNB), Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM), umsetzbare Energie (ME) und Nettoenergie Laktation (NEL). Im Jahr 2012 wurde zusätzlich der Zucker standardmäßig mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) analysiert. Die chemische Analyse der Heu- und Grummetproben erfolgte im Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich in Petzenkirchen) mittels nasschemischer Standardmethoden für Nährstoffe, Gerüstsubstanzen, HFT, Mengen- und Spurenelemente sowie Carotin. Die Verdaulichkeit, Umsetzbare Energie (ME) und Nettoenergie Laktation (NEL) werden in Rosenau durch Regressionsgleichungen (GRUBER et al. 1997) geschätzt.

2.4 Daten

Die Daten der Heuprojekte stammen aus dem Erntejahr 2010 (RESCH 2011) sowie 2012 und umfassten insgesamt 2.001 Datensätze mit chemischen Analysen. Von allen Raufutterproben standen auswertbare Fragebogendaten zur Verfügung. Es konnte ein West-Ost-Gefälle bei den Teilnehmern beobachtet werden, weil der Anteil der westlichen Bundesländer Vorarlberg und Tirol höher war. Salzburg und die Steiermark lieferten eine beachtliche Probenanzahl, während die Teilnahme aus den Bundesländern Kärnten, Ober- und Niederösterreich gering war. Aus dem Burgenland wurden keine Raufutterproben eingesendet, daher können auch keine Aussagen für das östliche Flach- und Hügelland getroffen werden. Die meisten Proben können dem 1. Aufwuchs (46 %) zugeordnet werden, 35 % waren vom 2. Aufwuchs. Um die Auswertung von Aufwuchs 4 bis 6 zu ermöglichen wurden diese Proben gemeinsam mit dem 3. Aufwuchs in einer Gruppe zusammengefasst. Im Heuprojekt wurden auch 36 Raufutterproben eingeschickt, welche aus einer Mischung zwischen 1. und anderen Aufwüchsen bestanden. Diese Gruppe konnte in punkto Futterqualität nicht ausgewertet werden und fehlt somit in dieser Arbeit, weil der Anteil der jeweiligen Aufwüchse nicht bekannt war. Im Erhebungsbogen wurde die Futterzusammensetzung der eingesendeten Heuprobe abgefragt. 98 % der Proben stammen aus Dauergrünlandflächen, der Rest teilte sich auf Feldfutter (Rotklee, Luzerne, Klee gras, Luzernegras) auf. Die geringe Probenanzahl bei Feldfutter war statistisch nicht auswertbar, daher wurde auf eine Darstellung verzichtet.

2.5 Statistische Auswertung

Die Daten wurden in den Bundesländern über eine einheitliche MS-Access-Eingabemaske erfasst und kontrolliert. Nach Sammlung der gesamten Daten im LFZ Raumberg-Gumpenstein erfolgte eine Plausibilitätsprüfung und Validierung der Daten. Die statistischen Berechnungen wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein mit der Software Statgraphics (Version Centurion XV) und mit PASW (SPSS) 20.0 durchgeführt. Für die mehrfaktoriellen Analysen wurde das GLM-Verfahren (Allgemeine lineare Modellierung) herangezogen. Die Mittelwertvergleiche wurden mit der Methode TUKEY-HSD (**H**onestly **S**ignificant **D**ifference) durchgeführt. Anhand der P-Werte in den Tabellen können signifikante Effekte identifiziert werden. Wenn ein P-Wert kleiner 0,05 ist, so war der Einfluss auf die abhängige Variable signifikant. Ein P-Wert kleiner 0,01 gilt als hoch signifikanter Effekt. Signifikante P-Werte sind in den Tabellen mit fetter Schrift dargestellt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Allgemeines zur österreichischen Raufutterqualität

Die aktuelle Lage der Heuqualitäten in Österreich lässt sich anhand einer deskriptiven Auswertung gut darstellen. Aufgrund der großen Qualitätsunterschiede wurden die einzelnen Aufwüchse getrennt angeführt (Tabellen 1 bis 3). Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit wurden neben Mittelwert und Standardabweichung auch die Quartile sowie Minimum und Maximum angeführt. Qualitätstabellen, die auf das Vegetationsstadium der Pflanzenbestände Rücksicht nehmen, bieten die „Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum“ (RESCH et al. 2006) bzw. die „DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (DLG 1997) für Deutschland.

Die TM-Gehalte der Heuproben waren im 1. Aufwuchs bis auf 1 Probe unbedenklich, weil die Werte über 870 g/kg FM lagen. Die Rohproteingehalte umfassten eine riesige Spannweite von 59 bis 206 g/kg TM. Das zeigt die gewaltigen Unterschiede in der österreichischen Heuqualität auf. Der mittlere Rohproteingehalt von 108 g/kg TM ist aus qualitativer Hinsicht recht gering, weil von Seiten der Beratung gute Grundfutterqualitäten, insbesondere hohe Proteingehalte im Grundfutter gefordert werden. Das bessere Viertel der eingesendeten Proben lag nur auf 119 g Protein/kg TM. Die N-Bilanz im Pansen ist zum überwiegenden Teil im negativen Bereich, d.h. es bedarf einer Ergänzung durch teure Eiweiß-Kraftfuttermittel. Bei der Rohfaser gab es zwischen 2010 und 2012 ein extrem differenziertes Bild. Lagen im Jahr 2010 insgesamt 74 % der Proben über 270 g XF/kg TM, so waren es 2012 nur 37 %. Ein ähnlich positives Bild

mit 0,36 MJ höheren NEL-Werten zeichnete sich bei der Nettoenergie Laktation im Jahr 2012 ab.

Der Wassergehalt war beim 2. Aufwuchs im unbedenklichen Bereich. Die Proteingehalte vom 2. Aufwuchs (Tabelle 2) waren im Durchschnitt um 28 g/kg TM höher als im 1. Aufwuchs. In der ruminalen N-Bilanz lagen drei Viertel der Proben im positiven Bereich. Die Rohfaser-situation war im Durchschnitt mit 256 g/kg TM recht zufriedenstellend. Im Hinblick auf erdige Futtermittelverschmutzungen hatte ein Viertel der Probeneinsender Probleme. Die teils hohen Rohaschegehalte drückten auch insgesamt auf die Energiekonzentration. Die Mineralstoffkonzentration der einzelnen Elemente lag beim Grummet günstiger als im 1. Aufwuchs, insbesondere beim Phosphor. Das Grummet des Jahres 2012 unterschied sich im Durchschnitt gegenüber den Partien aus 2010 nur marginal.

Der 3. bis 6. Aufwuchs wurde in einer Gruppe zusammengefasst, weil es aus pflanzenbaulicher Sicht sinnvoll ist und außerdem die Probenanzahl ab dem 4. Aufwuchs nicht mehr auswertbar gewesen wäre. Die Ergebnisse aus Tabelle 3 zeigen, dass im Spätsommer bzw. Herbst geerntetes Raufutter nur mehr einen durchschnittlichen Rohfasergehalt von 241 g/kg TM enthielt und die Rohproteinwerte auf 149 g/kg TM anstiegen. Das strukturell feinere Futter wies im Durchschnitt um 0,15 MJ NEL/kg TM höhere Energiekonzentrationen auf als der 2. Aufwuchs. Die Mineralstoffgehalte lagen bei Phosphor auf 3,3 g/kg TM, allerdings stieg auch der Rohaschegehalt auf 113 g/kg TM an. Das Erntejahr 2012 brachte aus qualitativer Sicht allgemein eine Verbesserung gegenüber 2010. Positiv waren der höhere Protein- und geringere Aschegehalt, die höhere Nettoenergie und die günstigeren Mineralstoffgehalte.

Tabelle 1: Übersicht Heuqualität Österreich 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Einheit	2010	2012	Mittelwert	Standardabweichung	Probenanzahl	Minimum	Perzentile			Maximum
								25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	911,0	913,4	912,2	10,9	735	794	906	913	919	938
Rohprotein (XP)	g/kg TM	105,4	111,1	108,1	20,8	735	59	95	106	119	206
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	21,7	20,1	21,0	4,2	726	12	19	20	22	71
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	121,0	126,4	123,6	9,1	726	95	118	123	130	162
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	-2,5	-2,4	-2,4	2,2	726	-8	-4	-3	-1	9
Rohfett (XL)	g/kg TM	28,8	29,7	29,2	3,2	735	15	27	29	31	38
Rohfaser (XF)	g/kg TM	289,7	263,8	277,1	33,7	735	175	251	275	301	412
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	576,6	479,5	493,2	51,3	64	407	454	481	520	651
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	350,3	329,6	332,5	37,5	64	262	309	329	352	443
Lignin (ADL)	g/kg TM	53,1	57,3	56,7	12,9	63	26	48	57	66	83
Rohasche (XA)	g/kg TM	87,4	88,4	87,9	18,5	735	47	76	85	96	191
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	488,8	507,1	497,7	27,1	735	341	481	499	516	604
Zucker (XZ)	g/kg TM	146,4	137,8	140,3	33,1	422	49	120	138	159	304
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	68,0	71,5	69,7	4,4	725	55,0	66,7	69,7	72,9	83,9
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,37	9,89	9,62	0,66	735	7,13	9,15	9,62	10,07	11,65
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,52	5,88	5,70	0,47	727	4,31	5,37	5,68	6,02	7,23
Kalzium (Ca)	g/kg TM	6,4	7,3	6,8	2,0	696	1,8	5,4	6,6	7,9	14,8
Phosphor (P)	g/kg TM	2,4	2,4	2,4	0,6	696	1,2	2,0	2,4	2,9	4,4
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,3	2,5	2,4	0,7	696	0,9	1,9	2,3	2,8	7,4
Kalium (K)	g/kg TM	21,1	20,6	20,9	4,9	696	7,7	17,5	20,7	24,0	36,2
Natrium (Na)	g/kg TM	0,27	0,40	0,34	0,41	696	0,11	0,19	0,24	0,35	5,08
Eisen (Fe)	mg/kg TM	502	531	520	420	112	69	249	368	710	2304
Mangan (Mn)	mg/kg TM	88,7	88,4	88,5	45,7	112	25,3	52,9	76,6	111,8	265,1
Zink (Zn)	mg/kg TM	27,7	31,0	29,7	9,0	112	10,0	23,8	27,9	33,4	77,2
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	6,8	6,0	6,3	1,5	112	3,2	5,5	6,5	6,7	12,1
Carotin	mg/kg TM	92,9	88,7	90,2	47,7	11	24	58	78	122	175

Tabelle 2: Übersicht Grummetqualität Österreich 2. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Einheit	2010	2012	Mittelwert	Standard- abweichung	Proben- anzahl	Minimum	Perzentile			Maximum
								25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	907,8	913,7	910,5	10,9	573	859	904	911	918	940
Rohprotein (XP)	g/kg TM	133,2	129,8	131,7	18,4	573	72	120	130	142	215
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	26,9	25,9	26,5	4,4	568	14	24	26	28	74
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	126,5	126,0	126,3	7,2	568	104	121	126	131	161
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	1,1	0,6	0,9	2,1	568	-6	0	1	2	11
Rohfett (XL)	g/kg TM	33,2	32,3	32,8	3,4	573	16	31	33	35	41
Rohfaser (XF)	g/kg TM	256,0	256,3	256,2	25,5	573	174	239	256	273	336
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	553,0	454,4	473,2	55,4	21	360	433	481	507	605
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	363,3	327,8	334,5	34,8	21	269	316	333	356	403
Lignin (ADL)	g/kg TM	67,3	62,1	63,0	11,6	21	38	56	65	73	79
Rohasche (XA)	g/kg TM	107,8	103,1	105,7	24,8	573	64	90	101	114	255
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	469,6	478,6	473,7	26,4	573	345	459	475	491	569
Zucker (XZ)	g/kg TM	118,4	112,8	114,8	24,4	338	57	99	112	129	270
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	68,5	68,6	68,5	2,6	567	58,6	66,7	68,5	70,2	77,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,35	9,41	9,37	0,43	573	7,86	9,09	9,39	9,67	10,46
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,51	5,54	5,52	0,30	569	4,62	5,33	5,53	5,72	6,28
Kalzium (Ca)	g/kg TM	8,7	8,7	8,7	2,3	537	2,7	7,2	8,4	10,1	20,5
Phosphor (P)	g/kg TM	2,9	2,9	2,9	0,7	537	1,4	2,4	2,9	3,4	5,0
Magnesium (Mg)	g/kg TM	3,1	3,1	3,1	0,9	537	1,4	2,5	3,0	3,5	7,3
Kalium (K)	g/kg TM	23,1	22,4	22,8	5,4	537	8,7	18,7	22,9	26,5	40,6
Natrium (Na)	g/kg TM	0,32	0,37	0,34	0,35	537	0,11	0,20	0,28	0,38	6,48
Eisen (Fe)	mg/kg TM	747	769	760	834	76	124	258	461	984	5451
Mangan (Mn)	mg/kg TM	102,6	95,6	98,4	46,3	76	28,4	60,9	88,1	127,2	248,6
Zink (Zn)	mg/kg TM	36,6	34,2	35,2	10,0	76	18,6	28,4	32,8	40,3	65,2
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	9,4	7,3	8,2	2,3	76	4,3	6,5	7,7	9,7	17,5
Carotin	mg/kg TM	50,4	120,7	109,0	41,0	6	50	72	114	138	167

Tabelle 3: Übersicht Grummetqualität Österreich 3. – 6. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Einheit	2010	2012	Mittelwert	Standard- abweichung	Proben- anzahl	Minimum	Perzentile			Maximum
								25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	905,7	914,1	910,1	12,1	254	870	903	912	919	937
Rohprotein (XP)	g/kg TM	141,1	155,4	148,5	23,8	254	76	134	149	162	249
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	28,9	31,3	30,2	6,3	254	17	27	30	32	75
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	130,0	133,9	132,1	8,5	254	109	127	132	137	171
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	1,8	3,5	2,7	2,8	254	-5	1	3	4	14
Rohfett (XL)	g/kg TM	33,2	34,3	33,8	3,5	254	22	31	34	36	44
Rohfaser (XF)	g/kg TM	247,6	235,5	241,3	30,3	254	136	222	239	258	339
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	511,2	428,8	447,1	55,5	27	331	416	444	473	554
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	328,2	310,9	314,7	31,5	27	219	295	319	336	365
Lignin (ADL)	g/kg TM	64,2	60,0	60,9	10,2	27	33	56	63	68	76
Rohasche (XA)	g/kg TM	109,4	116,1	112,9	32,1	254	62	95	105	123	305
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	468,7	458,6	463,5	29,9	254	347	446	465	486	539
Zucker (XZ)	g/kg TM	119,0	106,7	111,1	22,2	185	51	97	111	126	171
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	69,6	70,5	70,1	2,9	253	59,4	68,5	70,2	71,9	80,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,52	9,62	9,57	0,46	254	8,28	9,33	9,59	9,88	11,19
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,63	5,70	5,67	0,31	254	4,73	5,49	5,67	5,87	6,84
Kalzium (Ca)	g/kg TM	8,0	8,4	8,2	1,8	236	3,8	6,9	8,1	9,4	15,2
Phosphor (P)	g/kg TM	3,1	3,3	3,2	0,7	236	1,3	2,6	3,2	3,7	5,5
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,8	3,0	2,9	0,7	236	1,6	2,4	2,8	3,2	6,3
Kalium (K)	g/kg TM	23,6	25,2	24,4	5,6	236	10,0	21,0	24,3	28,1	41,3
Natrium (Na)	g/kg TM	0,37	0,46	0,41	0,41	236	0,11	0,23	0,34	0,47	5,25
Eisen (Fe)	mg/kg TM	888	823	856	803	30	176	352	562	986	3824
Mangan (Mn)	mg/kg TM	93,6	92,5	93,1	42,4	30	25,0	61,4	90,4	116,1	218,2
Zink (Zn)	mg/kg TM	38,4	37,2	37,8	9,7	30	22,9	30,6	35,6	44,3	61,4
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	9,0	8,5	8,8	2,4	30	4,4	7,4	8,8	9,8	17,5
Carotin	mg/kg TM	161,1	196,4	169,9	72,4	4	85	100	170	240	254

3.2 Einfluss des Managements auf die Raufutterqualität

Die Arbeitsweise des Landwirtes hat einen Einfluss auf die Grundfutterqualität. In diesem Beitrag wird mittels statis-

tischer Auswertung von Praxisdaten hinterfragt, wie groß der Einfluss des Managements auf die Heuqualität österreichischer Betriebe ist. Die Heuqualität wird nicht nur von einem, sondern von mehreren Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren bestimmt. Die Bewertung des Effekts eines

bestimmten Managementfaktors auf die Raufutterqualität erfordert daher die Einbindung von relevanten Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren, um deren Einfluss zu fassen. Mit Hilfe eines allgemeinen linearen Modells (GLM) ist es möglich, mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Dabei kann der Focus auf einen Managementfaktor gerichtet werden und alle übrigen Einflüsse werden wie in einem Exaktversuch gleichgeschaltet. Das Gleichschalten bzw. Ausblenden von Faktoren bewirkt eine gewisse Adjustierung der Daten, wodurch sich leichte Veränderungen in der Wertegrößenordnung ergeben können.

3.2.1 Management auf österreichischen Heubetrieben

Auf Heubetrieben wird in der Praxis die Heuproduktion ganz unterschiedlich durchgeführt. Im Fragebogen (Anhang *Abbildung 4*) wurden daher eine Reihe von Managementfaktoren abgefragt. In *Tabelle 4* wurde die prozentuelle Verteilung einzelner Verfahren in den Faktoren ausgewertet. Die Häufigkeitsstatistik ist aufschlussreich, weil sie die Bedeutung einzelner Verfahren der Projektteilnehmer zeigt. Rund zwei Drittel der Proben stammen aus Betrieben mit Siloverzicht.

Der Anteil an Bio-Betrieben (45 %) bzw. UBAG + Verzicht (31 %) war bei den Teilnehmern sehr hoch (UBAG = Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen im ÖPUL 2007). Der bevorzugte Erntezeitpunkt war

vormittags bis gegen Mittag, wenn das Futter noch leicht feucht bis abgetrocknet war. Bei der Mähtechnik setzten über 54 % Scheibenmäherwerke ein und 11 % verwendeten einen Aufbereiter. Die Schnitthöhe lag bei mehr als 90 % auf 5 cm und darüber. Es wurde größtenteils zwei- bis dreimal gezettet und kaum über Nacht geschwadet. Fast 80 % fuhren das Heu nach einer Feldphase von 24 bis 48 h ein und 88 % verwendeten dazu den Ladewagen. Künstliche Heutrocknung wurde auf über 74 % der Betriebe eingesetzt, davon ist die Boxentrocknung auf Bodenrost mit etwa 89 % am beliebtesten. Heubetriebe setzten zu 53 % die Solartechnik (Dachabsaugung) ein, während etwa 20 % Luftentfeuchter/Wärmepumpen verwendeten. Die Belüftungen liefen vielfach zwischen 24 und 96 Stunden effektiver Trocknungszeit. Der Großteil der Heuballen wurde mittelfest gepresst. Die Ballenlagerung erfolgte zu 100 % unter Dach.

In den Folgeauswertungen werden qualitative Effekte von Managementfaktoren für Österreichs Heubetriebe aufgezeigt. Die Bedeutung dieser Ergebnisse kann direkt mit den Verteilungen in *Tabelle 4* diskutiert werden.

3.2.2 Erntezeitpunkt

Ein maßgeblicher und unbestrittener Einflussfaktor auf die Futterqualität ist das Datum der Futterernte, welches in unmittelbarem Zusammenhang mit dem pflanzlichen Vegetationsstadium steht (GRUBER et al. 2011). Der

Tabelle 4: Prozentuelle Verteilung der Kategorien von Managementfaktoren (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Kategorie bzw. Verfahren					
	1	2	3	4	5	6
Wirtschaftsweise	Bio 44,9	UBAG 19,5	UBAG + Verzicht 31,2	ohne ÖPUL 4,5		
Siloverzicht (HKT)	ja 66,2	nein 33,8				
Mähzeitpunkt	Morgen 17,7	Vormittag 41,1	Mittag 19,4	Nachmittag 15,3	Abend 6,6	
Bestand bei der Mahd	nass 4,7	feucht 41,8	trocken 53,5			
Mähgeräte	Trommel 14,3	Scheiben 53,9	Messerbalken 20,6	Aufbereiter 11,2		
Schnitthöhe	bis 5 cm 7,9	5 – 7 cm 75,7	über 7 cm 16,4			
Zett- bzw. Wendehäufigkeit	ohne 0,3	1 × 11,5	2 × 34,9	3 × 38,7	> 3 × 14,6	
Nachtschwad	nein 90,6	ja 9,4				
Feldphase	bis 24 h 12,2	24 – 36 h 48,5	36 – 48 h 28,4	48 – 72 h 10,3	> 72 h 0,6	
Erntegerät	Ladewagen 87,5	Presse fix 4,0	Presse variabel 4,9	händisch 2,0	Sonstige 1,7	
Trocknungsverfahren	Bodentrocknung 25,5	Kaltbelüftung 39,2	Warmbelüftung 35,3			
Bauart der Belüftung	Bodenrost 88,9	Ziehlüfter 4,2	Ballentrocknung 5,9	Sonstige 0,9		
Energie für die Belüftung	Solar 53,3	Luftentfeuchter 19,6	Hackschnitzel 9,8	Ölfeuerung 8,7	Sonstige 8,5	
Dauer der Belüftung	bis 12 h 5,7	12 – 24 h 12,4	24 – 48 h 25,0	48 – 72 h 30,4	72 – 96 h 16,5	über 96 h 10,0
Pressdichte bei Heuballen	locker 19,1	mittelmäßig 67,5	fest 13,4			
Lagerung von Heuballen	unter Dach 100,0	im Freien ¹ 0,0	im Freien ² 0,0	Sonstige 0		

1: mit Abdeckung; 2: ohne Abdeckung

Landwirt bestimmt das Erntedatum und entscheidet somit über die Qualität. Die Einflüsse auf den Erntezeitpunkt im 1. Aufwuchs wurden mit Hilfe eines linearen Modells (Tabelle 5) untersucht.

Es stellte sich heraus, dass mit einem mehrfaktoriellen Modell ca. 60 % der Streuung des Erntezeitpunktes erklärt werden konnten. Den stärksten Effekt auf das Erntedatum hatte die Seehöhe. Auf einer mittleren Seehöhe von 893 m wurde das Grünfutter für die Heukonservierung in Österreich am 10. Juni gemäht. Mit Zunahme der Seehöhe um 100 m verschob sich das Erntedatum um 3,6 Tage nach hinten. Ein Gunstlagenbetrieb auf 500 m Seehöhe erntete demnach am 27. Mai, während ein Bergbetrieb auf 1.300 m mit der Heuernte erst am 24. Juni anfang. Das Trock-

nungsverfahren hatte auch einen großen Einfluss auf den Erntezeitpunkt. Betriebe mit einer Warmbelüftung ernteten das Heu unabhängig von der Seehöhe im Durchschnitt am 6. Juni, jene mit einer Kaltbelüftung am 10. Juni und Betriebe ohne Heubelüftung erst am 16. Juni, also um 10 Tage später. Unter Gleichschaltung von Seehöhe und Ausschaltung des Trocknungsverfahrens konnte festgestellt werden, dass die Heubauern in Vorarlberg schon am 30. Mai mit der Heuernte loslegten, die Steirer am 4. Juni, Kärntner, Salzburger und Tiroler am 8. Juni. Signifikant später ernteten die Ober- und Niederösterreicher ihr Heu, nämlich im Schnitt am 24. Juni. Konventionelle und UBAG-Betriebe ernteten am 9. Juni, die Biobetriebe erst am 13. Juni.

Tabelle 5: Einflussfaktoren auf das Erntedatum im 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Ursache	Quadratsumme	Freiheitsgrad	mittleres Abweichungsquadrat	F-Quotient	p-Wert
Jahr	0	1	0,0	0,0	0,994
Bundesland	9.065	6	1.510,9	11,8	0,000
Wirtschaftsweise	994	3	331,2	2,6	0,053
Trocknungsverfahren	6.635	2	3.317,6	25,9	0,000
Seehöhe	50.102	1	50.102,3	390,6	0,000
Residuen	67.605	527	128,3		
Total (korrigiert)	172.181	540			

R² = 60,7 %; R² (korrigiert für Freiheitsgrade) = 59,8 %

3.2.3 Heumanagement vs. Inhaltsstoffe

Anhand Tabelle 6 können praxisrelevante Zusammenhänge mit dem Management für die wichtigsten Inhaltsstoffe von österreichischem Heu und Grummet abgeleitet werden. Eine detaillierte Auswertung der Trockenmasse wurde nicht durchgeführt, weil zum Zeitpunkt der Probenahme sämtliche TM-Gehalte im stabilen Bereich, also über 860 g/kg FM lagen. Dieser Umstand hängt damit zusammen, dass zwischen Einlagerung und Probeziehung mehrere Wochen bis Monate verstrichen sind und daher der Restwassergehalt auf dem Heulager unter

Tabelle 6: Effekte von Einflussfaktoren auf Inhaltsstoffe und Zucker für Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter Aufwuchs	Rohprotein			Rohfaser			Rohasche			Zucker		
	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +
Mittelwert	119,5	137,7	150,9	279,2	250,6	239,7	93,8	109,0	132,9	124,7	108,4	108,1
Standardfehler	6,1	5,3	9,3	8,3	6,1	8,8	6,5	7,6	16,5	10,1	8,6	10,9
Kategorische Variablen	P-Werte											
Jahr	0,061	0,244	0,339	0,000	0,190	0,659	0,559	0,370	0,739	0,036	0,234	0,002
Bundesland	0,005	0,001	0,043	0,003	0,000	0,000	0,001	0,126	0,105	0,347	0,072	0,103
Hangneigung	0,290	0,201	0,045	0,046	0,039	0,077	0,255	0,234	0,230	0,034	0,230	0,176
Regen	0,358	0,275	0,541	0,902	0,785	0,709	0,151	0,101	0,740	0,764	0,164	0,918
Managementfaktoren	P-Werte											
Wirtschaftsweise	0,005	0,000	0,007	0,001	0,196	0,082	0,663	0,060	0,453	0,103	0,769	0,780
HKT (Siloverzicht)	0,054	0,715	0,871	0,008	0,009	0,035	0,311	0,675	0,774	0,094	0,760	0,070
Bestandesfeuchte	0,790	0,368	0,343	0,725	0,399	0,874	0,334	0,006	0,028	0,162	0,487	0,849
Mähzeitpunkt	0,860	0,564	0,294	0,784	0,694	0,031	0,228	0,540	0,965	0,555	0,189	0,409
Mähgerät	0,047	0,809	0,971	0,383	0,875	0,502	0,433	0,491	0,054		0,660	0,148
Schmitthöhe	0,383	0,658	0,305	0,911	0,646	0,736	0,002	0,000	0,041	0,305	0,580	0,565
Zetthäufigkeit	0,694	0,994	0,767	0,641	0,487	0,044	0,842	0,002	0,013	0,446	0,035	
Nachtschwad	0,060	0,155	0,140	0,557	0,051	0,033	0,210	0,070	0,344	0,676	0,636	0,380
Dauer der Feldphase	0,446	0,735	0,606	0,002	0,843	0,247	0,185	0,476	0,052	0,512	0,258	0,307
Erntegerät	0,067	0,135	0,219	0,137	0,194	0,751	0,103	0,254	0,481	0,601	0,201	0,962
Trocknungsverfahren	0,001	0,014	0,008	0,000	0,007	0,141	0,176	0,149	0,062	0,049	0,009	0,899
Regressionsvariablen	P-Werte											
Seehöhe	0,000	0,957	0,389	0,006	0,000	0,000	0,443	0,076	0,485	0,441	0,163	0,680
Erntedatum	0,000			0,000			0,578			0,000		
Rohaschegehalt	0,002	0,057	0,639	0,000	0,000	0,000				0,000	0,000	0,000
Regressionsvariablen	Mittelwerte											
Seehöhe [m über N.N.]	898	856	689	898	856	689	898	856	689	839	818	683
Erntedatum	6.6.			6.6.			6.6.			1.6.		
Rohaschegehalt [g/kg TM]	89	108	118	89	108	118				90	107	120
Regressionskoeffizienten	Mittelwerte											
Seehöhe (für 100 m)	2,0	0,0	1,1	-1,76	-2,2	-5,9	0,2	1,2	1,3	-0,7	1,2	0,7
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,15	0,07	-0,02	-0,34	-0,33	-0,26				-0,61	-0,46	-0,27
Statistische Kennzahlen	Mittelwerte											
R ²	46,6	32,7	40,4	56,4	53,5	66,9	22,4	34,2	43,7	51,9	41,5	42,6
Anzahl Proben	460	381	157	460	381	157	460	291	157	287	248	139

p-Werte bei 95 % Konfidenzniveau: < 0,01 = hoch signifikant, < 0,05 signifikant

die kritische Marke verringert wurde. Unter Einbeziehung der relevanten Umwelt- und Managementfaktoren konnten je nach Inhaltsstoff zwischen 22,4 bis 66,9 % (R^2) der Datenstreuung mit der GLM-Analyse erklärt werden. Das bedeutet, dass im ungünstigsten Fall nur rund ein Viertel und im besten Fall zwei Drittel der Qualitätsunterschiede von Heuproben aus der Praxis durch die statistische Analyse aufgeklärt werden können. Der Restfehler ist durch die vorhandenen Faktoren nicht erklärbar.

Bei den untersuchten Umweltfaktoren (Jahr, Bundesland, Hangneigung, Regen, Seehöhe) hatten alle bis auf den Regen (Niederschlagsereignis bei der Heuernte über 5 mm) zumindest bei einem Inhaltsstoff einen signifikanten Einfluss auf dessen Gehaltswert. In Österreich gibt es bei den Heuqualitäten einen starken regionalen Einfluss. Selbst bei Gleichschaltung von Seehöhe, Rohaschegehalt und Erntedatum waren die Vorarlberger Heuproben beim 1. Aufwuchs allen anderen Bundesländern im Rohfaser- und Rohprotein Gehalt überlegen. Im Projektjahr 2012 hatte das Heu durch die Wetterumstände vor dem 1. Aufwuchs bessere Protein- und Rohfaserwerte als die Heuproben des Jahres 2010. Auch in der Schweiz konnte von BOESSINGER und PYTHON (2012) ein signifikanter Jahreseffekt auf Inhaltsstoffe von belüftetem Dürffutter nachgewiesen werden. Heu von Steillagen über 30 % Hangneigung wies signifikant höhere Rohfaser- und niedrigere Zuckergehalte auf als das Futter von flachen Lagen.

Je nach Art der Wirtschaftsweise unterliegt ein landwirtschaftlicher Betrieb gewissen Rahmenbedingungen. In Österreich existiert im ÖPUL (Österreichisches Programm für Umweltgerechte Landwirtschaft) die Maßnahme Siloverzicht. Betriebe, welche an dieser Maßnahme teilnehmen, befinden sich meist in den ehemaligen Silosperrgebieten für die Hartkäseproduktion (Abbildung 1). Verstärkt befinden sich diese Gebiete in Vorarlberg, Tiroler Unterland, Salzburger Flachgau und im Steirischen Murtal. Im Heuprojekt waren 66 % der befragten Landwirte HKT-Betriebe und 34 % nahmen nicht an der Maßnahme Siloverzicht teil. Die durchschnittlichen Raufutterqualitäten unterscheiden sich zwischen den Teilnehmern bzw. Nicht-Teilnehmern an dieser Maßnahme insofern, als dass HKT-Betriebe in allen Aufwüchsen signifikant geringere Rohfaserwerte aufwiesen als Betriebe ohne Silageverzicht (Anhang Tabelle 10). Dieser Vorteil konnte allerdings nur in einem leicht höheren Protein- oder Zuckergehalt genutzt werden.

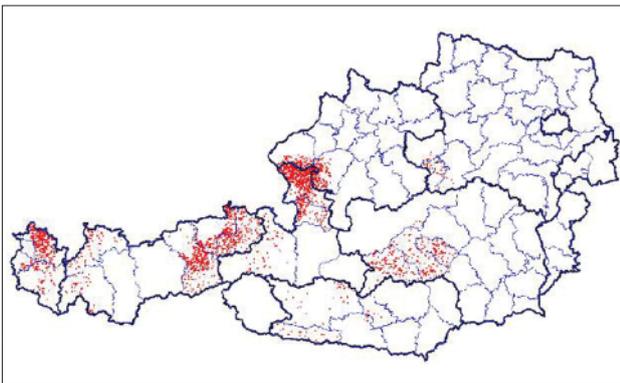


Abbildung 1: Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe mit Teilnahme an der ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht (BMLFUW, Invekosdaten 2012)

UBAG-Betriebe hatten insbesondere beim Grummet höhere Proteingehalte als Betriebe mit der Wirtschaftsweise Bio bzw. UBAG + Verzicht. Die Anzahl an Betrieben ohne ÖPUL-Teilnahme war sehr gering, deshalb sind die Aussagen zur Qualität dieser Kategorie unsicher. Wenn das Erntedatum in der Analyse nicht gleichgeschaltet wird, dann führte ein Biobetrieb den 1. Schnitt am 9. Juni und ein UBAG-Betrieb am 1. Juni durch. Das brachte qualitative Vorteile für den Betriebstyp mit der früheren Ernte.

Der Feuchtezustand des Pflanzenbestandes bei der Futterernte hatte einen Einfluss auf den Gehalt an Rohasche. Je feuchter der Bestand bei der Mahd war, desto höher war der Aschegehalt. Der Effekt war beim 2. und den Folgeaufwüchsen am stärksten ausgeprägt (Tabelle 10). Die Tageszeit des Mähens hatte auf die Inhaltsstoffe von Heu nur einen zufälligen Einfluss. Die Zuckerwerte waren zwischen Mittag und Nachmittag minimal höher als am Morgen bzw. Abend. Die Bauart des Mähwerks hatte unter Gleichschaltung der Schnitthöhe keinen praxisrelevanten Einfluss auf die Inhaltsstoffe. Die Schnitthöhe beeinflusste den Rohaschegehalt auf signifikante Weise. Je geringer die Schnitthöhe war, umso höher war der Aschegehalt. Der tiefe Schnitt unter 5 cm Stoppelhöhe erhöhte bei jedem Aufwuchs die Rohasche um mindestens 11 bis 36 g/kg TM im Vergleich zu einer Stoppelhöhe von 5 bis 7 cm.

Mit zunehmender Zetthäufigkeit konnte keine trendmäßige Qualitätsverschlechterung von Heu und Grummet festgestellt werden. Der Nachtschwad brachte zwar keine statistisch gesicherten Unterschiede, allerdings waren die Inhaltsstoffe wie Rohprotein, Rohasche und Zucker in der Tendenz besser (Tabelle 10). Die Dauer der Feldphase zeigte beim Rohfasergehalt des 1. Aufwuchses einen signifikanten Effekt. Unter konstanten Umwelt- und Managementbedingungen stieg der Gehalt von etwa 268 g (unter 24 Stunden) auf etwa 300 g Rohfaser/kg TM (über 72 Stunden) an (Tabelle 10). Bei der Wahl des Erntegerätes stellten sich die Rundballenpressen gegenüber dem Ladewagen als ungünstiger heraus. Insbesondere die niedrigeren Rohprotein- und Zuckergehalte sowie höhere Rohfasergehalte waren zu erkennen. Der Grund ist in einem erhöhten Blattmasseverlust durch Abbröckelung zu suchen. Das Trocknungsverfahren brachte in qualitativer Hinsicht vor allem bei Warmbelüftung bzw. der Luftentfeuchtung signifikante Verbesserungen im Protein-, Rohfaser und Zuckergehalt. Das Bodentrocknungsverfahren ohne Belüftung erwies sich als das ungünstigste Konservierungsverfahren (Tabelle 10). Mit der Kaltbelüftung konnte unter gleichen Bedingungen nur im Zuckergehalt eine statistisch abgesicherte Verbesserung der Inhaltsstoffe gegenüber der Bodentrocknung festgestellt werden. Zuckerwerte im Heu über 200 g/kg TM kamen ausschließlich auf Gunstlage-Betrieben (Seehöhe 400 bis 700 m, Hangneigung eben bis max. 30 %) mit Heubelüftungsanlagen vor.

3.2.4 Heumanagement vs. Nutzbares Rohprotein, OM-Verdaulichkeit und Energie

Qualitätsparameter, welche die Verwertbarkeit von Futtermitteln durch den Wiederkäuer bewerten, sind für den Landwirt von zentraler Bedeutung. Unter Berücksichtigung der abgefragten Umwelt- und Managementfaktoren konnten zwischen 36 und 71 % der Datenvarianz von OM-Verdaulichkeit, Energiekonzentration bzw. nXP erklärt werden

Tabelle 7: Effekte von Einflussfaktoren auf nutzbares Rohprotein, OM-Verdaulichkeit und Energie von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	nutzbares Rohprotein			OM-Verdaulichkeit			Umsetzbare Energie			Nettoenergie Laktation		
	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+
Mittelwert	124,5	129,2	131,7	69,0	69,2	70,2	9,58	9,46	9,54	5,64	5,58	5,65
Standardfehler	2,5	2,1	3,2	1,2	0,7	1,1	0,18	0,11	0,16	0,13	0,07	0,12
Kategorische Variablen	P-Werte											
Jahr	0,000	0,673	0,425	0,000	0,192	0,614	0,000	0,302	0,530	0,000	0,250	0,555
Bundesland	0,001	0,000	0,004	0,007	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000
Hangneigung	0,091	0,058	0,006	0,068	0,029	0,054	0,063	0,051	0,029	0,058	0,048	0,036
Regen	0,625	0,518	0,718	0,946	0,863	0,708	0,875	0,967	0,747	0,841	0,927	0,743
Managementfaktoren	P-Werte											
Wirtschaftsweise	0,001	0,001	0,006	0,001	0,220	0,177	0,000	0,126	0,145	0,000	0,161	0,166
HKT (Siloverzicht)	0,295	0,050	0,159	0,005	0,002	0,019	0,020	0,009	0,041	0,016	0,008	0,035
Bestandesfeuchte	0,717	0,657	0,746	0,872	0,541	0,917	0,843	0,520	0,912	0,852	0,530	0,912
Mähzeitpunkt	0,660	0,850	0,044	0,586	0,717	0,039	0,635	0,747	0,024	0,652	0,720	0,030
Mähgerät	0,123	0,968	0,686	0,430	0,914	0,214	0,314	0,962	0,336	0,377	0,959	0,306
Schnitthöhe	0,511	0,843	0,144	0,928	0,747	0,592	0,915	0,795	0,668	0,895	0,782	0,654
Zetthäufigkeit	0,675	0,866	0,131	0,763	0,566	0,007	0,752	0,539	0,023	0,768	0,537	0,019
Nachtschwad	0,737	0,102	0,049	0,638	0,051	0,118	0,682	0,047	0,099	0,705	0,050	0,106
Dauer der Feldphase	0,011	0,708	0,695	0,001	0,614	0,191	0,002	0,804	0,372	0,001	0,792	0,333
Erntegerät	0,044	0,080	0,312	0,138	0,178	0,846	0,108	0,109	0,737	0,097	0,132	0,787
Trocknungsverfahren	0,000	0,005	0,052	0,000	0,028	0,602	0,000	0,012	0,301	0,000	0,013	0,374
Regressionsvariablen	P-Werte											
Seehöhe	0,000	0,036	0,004	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
Erntedatum	0,000			0,000			0,000			0,000		
Rohaschegehalt	0,001	0,000	0,000	0,383	0,038	0,444	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Regressionsvariablen	Mittelwerte											
Seehöhe [m über N.N.]	898	854	689	898	854	689	898	854	689	898	854	689
Erntedatum	6.6.			6.6.			6.6.			6.6.		
Rohaschegehalt [g/kg TM]	89	108	118	89	108	118	89	108	118	89	108	118
Regressionskoeffizienten	Mittelwerte											
Seehöhe (für 100 m)	0,73	0,38	1,28	0,2	0,3	0,6	0,040	0,040	0,090	0,030	0,000	0,070
Rohaschegehalt (für 1 g)	-0,06	-0,06	-0,09	0,01	0,01	0,00	-0,009	-0,009	-0,011	-0,005	-0,005	-0,007
Statistische Kennzahlen	Mittelwerte											
R ²	50,3	35,7	53,2	52,1	41,8	51,6	52,4	49,6	70,5	51,9	45,6	64,9
Anzahl Proben	458	379	157	458	379	157	460	381	157	459	381	157

p-Werte bei 95 % Konfidenzniveau: < 0,01 = hoch signifikant, < 0,05 signifikant

(Tabelle 7). Das Jahr 2012 brachte neben den Inhaltsstoffen auch für nXP, OM-Verdaulichkeit und Energie im 1. Aufwuchs eine signifikante Qualitätssteigerung (nXP + 3,7 g; dOM + 2,3 %; ME + 0,34 MJ; NEL + 0,24 MJ). Der regionale Faktor Bundesland zeigte sich als starker Einfluss auf die Raufutterqualität, weil trotz Ausschaltung der unterschiedlichen Arbeitsweise und Gleichschaltung von Seehöhe, Erntedatum und Rohaschegehalt die Proben aus Vorarlberg eine signifikant höhere Verdaulichkeit und Energiedichte als jene von östlichen Bundesländern (Tabelle 11) aufwiesen. Auf den Steiflächen war im 3. und Folgeaufwuchs eine signifikante Verschlechterung von nXP und NEL gegenüber den Gunstlagen zu beobachten.

Die ÖPUL-Maßnahme UBAG + Verzicht verzeichnete schlechtere Qualitäten als Bio- bzw. UBAG-Betriebe. Betriebe mit der ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht lagen in der OM-Verdaulichkeit und der Futterenergie signifikant besser als Betriebe, welche auch Silage verfüttern dürfen. Die Tageszeit der Mahd spielte im 3. bzw. den Folgeaufwuchs eine qualitative Rolle. Am besten schnitten jene Futterpartien ab, welche am Abend gemäht wurden. Die Dauer der Feldphase war im 1. Aufwuchs ein entscheidender Faktor. Je kürzer die Feldzeit war, umso höher war die Qualität. (Tabelle 11). Die Variable Presse hatte im 1. Aufwuchs eine ungünstige Auswirkung auf die Futterqualität. Mit Hilfe der Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung konnte im 1. und

2. Aufwuchs eine signifikant bessere Heuqualität erzeugt werden. Die Kaltbelüftung unterschied sich gegenüber der Bodentrocknung ohne Belüftung nur marginal positiv.

Der Hygienestatus kann die OM-Verdaulichkeit und in der Folge die Futterenergie von Heu maßgeblich beeinträchtigen. Mit der kalkulierten OM-Verdaulichkeit auf der Basis Rohfaser konnten bei der Auswertung keine futterhygienischen Effekte berücksichtigt werden. Die Untersuchungen der Heuprojektproben aus dem Jahr 2010 mit der invitro-Methode nach TILLEY und TERRY (1963) zeigten, dass die Futterenergie bei gleichem Rohfasergehalt durch Faktoren wie Futterhygiene signifikant beeinflusst wurde (RESCH 2011). Gelingt es, die Keimzahlen der Lagerpilze zu reduzieren, hat das sehr positive Auswirkungen auf die Raufutterqualität und somit die tierische Leistung und Gesundheit. Im Fall von stärkerer Lagerverpilzung mit Verderbanzeigern wie *Aspergillus*, *Wallemia* etc. verschlechtert sich die Qualität enorm. Energieeinbußen von mehr als 0,5 MJ NEL/kg TM können dann auftreten.

3.2.5 Heumanagement vs. Mengen- und Spurenelemente

Aus Platzgründen wird bei den Mineralstoffen nur der 1. Aufwuchs dargestellt. In den Auswertungen von 1.779 österreichischen Grünlandflächen hat RESCH et al. (2009) nachgewiesen, dass der Calciumgehalt am stärksten durch den Rohfasergehalt beeinflusst wird. Diese Aussage wird

durch die GLM-Analyse (Tabelle 8) indirekt bestätigt, weil das Erntedatum im 1. Aufwuchs den P-Wert (0,000) aufwies. Die Heuproben aus 2010 hatten deutlich geringere Ca-Gehalte als jene von 2012 (Tabelle 12). Geologisch bedingte Unterschiede in den Bundesländern verursachten unterschiedlich hohe Gehaltswerte bei Calcium. Heu aus Tirol und Vorarlberg hatte höhere Calciumgehalte als die Proben aus Salzburg, Steiermark und Kärnten. Starke regionale Unterschiede in den Mineralstoffen konnten auch BOESSINGER und PYTHON (2012) in ihren Untersuchungen in der Schweiz bei belüfteten Heuproben feststellen. Je häufiger gezettet wurde, umso geringer wurden die Ca-Gehalte im Raufutter des 1. Aufwuchses.

Wenn für den Phosphorgehalt im Raufutter ein Mindestwert von 2,5 g/kg TM empfohlen wird, dann waren im Heuprojekt insgesamt 36 % der Heuproben vom 1. Aufwuchs und 50 % der Grummetproben über diesem Orientierungswert. Die Wirtschaftsweise übte einen spürbaren Einfluss aus, weil Biobetriebe die geringsten und UBAG-Betriebe die höchsten P-Gehalte im Raufutter aufwiesen. Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung brachte gegenüber Bodentrocknung eine Verbesserung im Phosphorgehalt. Offenbar konnte die Blattmasse besser erhalten werden.

Der Mg-Gehalt im Raufutter konnte mit der GLM-Analyse zu etwa 40 % (R^2) erklärt werden, wobei das Bundesland

einen starken Einfluss ausübte (Tabelle 8). Im Bundesland Tirol lagen die Mg-Werte höher, weil viele Proben aus dem Kalkgebiet kamen, hingegen lagen die Gehalte in Salzburg, Steiermark und Kärnten deutlich tiefer. Der Magnesiumgehalt im 1. Aufwuchs brachte es im Durchschnitt auf 2,4 g/kg TM.

Der Gehalt an Kalium im Raufutter lag bei 94 % der Proben unter der kritischen Marke von 30 g/kg TM. Die Wirtschaftsweise hatte einen signifikanten Einfluss auf den K-Gehalt, weil Heu aus UBAG-Betrieben mehr Kalium enthielt als jenes von Biobetrieben. Das Trocknungsverfahren hatte laut GLM-Analyse einen Effekt auf den K-Gehalt. Die warmbelüfteten Heuproben verzeichneten etwas höhere Kaliumgehalte auf als Bodentrocknungsheu.

Im österreichischen Raufutter enthielten 87 % der Heuproben weniger als 0,5 g Natrium/kg TM, d.h. dass der Bedarf der Milchkuh aus dem Grundfutter nicht gedeckt werden kann. Die Na-Mittelwerte lagen für den 1. Aufwuchs bei 0,38 g/kg TM. Wenn der Heustock mit Vieh- oder Kochsalz bestreut wird, um die Feuchtigkeit zu binden, kann der Natriumgehalt auch deutlich ansteigen. Der höchste Natriumgehalt von Raufutter lag auf 6,48 g/kg TM. Das Management hatte nur einen zufälligen Einfluss auf die Natriumkonzentration im Futter.

Tabelle 8: Effekte von Einflussfaktoren auf Mengen- und Spurenelemente von österreichischem Raufutter im 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Calcium (Ca)	Phosphor (P)	Magnesium (Mg)	Kalium (K)	Natrium (Na)	Eisen (Fe)	Mangan (Mn)	Zink (Zn)	Kupfer (Cu)
Mittelwert	7,35	2,65	2,45	21,0	0,38	853	95,7	32,9	6,6
Standardfehler	0,57	0,18	0,22	1,6	0,06	250	36,1	9,8	2,7
Kategorische Variablen					P-Werte				
Jahr	0,000	0,029	0,000	0,019	0,000	0,891	0,059	0,695	0,005
Bundesland	0,000	0,113	0,000	0,000	0,027	0,066	0,636	0,467	0,845
Hangneigung	0,179	0,722	0,577	0,004	0,924	0,897	0,578	0,452	0,578
Regen	0,325	0,491	0,961	0,580	0,244	0,045	0,990	0,447	0,512
Managementfaktoren									
Wirtschaftsweise	0,056	0,000	0,939	0,005	0,061	0,474	0,563	0,715	0,543
HKT (Siloverzicht)	0,015	0,193	0,005	0,000	0,721	0,006	0,005	0,118	0,477
Bestandesfeuchte	0,958	0,286	0,016	0,070	0,408	0,120	0,011	0,621	0,172
Mähzeitpunkt	0,396	0,240	0,866	0,192	0,202	0,622	0,211	0,622	0,103
Mähgerät	0,036	0,504	0,364	0,428	0,289	0,093	0,124	0,750	0,799
Schnitthöhe	0,288	0,716	0,373	0,227	0,256	0,026	0,574	0,534	0,180
Zetthäufigkeit	0,019	0,580	0,066	0,827	0,069	0,564	0,377	0,782	0,607
Nachtschwad	0,545	0,696	0,660	0,046	0,011	0,871	0,317	0,655	0,141
Dauer der Feldphase	0,115	0,387	0,003	0,108	0,726	0,134	0,210	0,600	0,018
Erntegerät	0,395	0,372	0,752	0,243	0,332	0,392	0,031	0,441	0,607
Trocknungsverfahren	0,781	0,001	0,078	0,001	0,778	0,135	0,155	0,994	0,210
Regressionsvariablen					P-Werte				
Seehöhe	0,425	0,005	0,268	0,297	0,099	0,481	0,660	0,627	0,532
Erntedatum	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,568	0,640	0,817	0,986
Rohaschegehalt	0,000	0,000	0,005	0,000	0,222	0,000	0,026	0,080	0,050
Regressionsvariablen					Mittelwerte				
Seehöhe [m über N.N.]	902	902	902	902	902	852	852	852	852
Erntedatum	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.
Rohaschegehalt [g/kg TM]	89	89	89	89	89	85	85	85	85
Regressionskoeffizienten									
Seehöhe (für 100 m)	0,000	0,000	0,000	0,12	0,00	-19,0	-1,7	0,51	-0,18
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,018	0,005	0,005	0,09	0,00	15,6	0,8	0,17	0,05
Statistische Kennzahlen									
R^2	49,4	44,1	39,9	41,7	27,0	91,5	83,5	69,8	73,8
Anzahl Proben	444	444	444	444	444	69	68	69	69

P-Werte bei 95 % Konfidenzniveau: < 0,01 = hoch signifikant, < 0,05 signifikant

Der Block der Spurenelemente umfasst in dieser Arbeit die Elemente Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn) und Kupfer (Cu). Die Spannweite der Eisenwerte in österreichischem Raufutter umfasste den Bereich 69 bis 5.451 mg/kg TM. Im Heuprojekt zeigte sich bei den mittleren Eisengehalten, dass der 1. Aufwuchs mit 502 mg/kg TM die geringsten und der 3. Aufwuchs mit 856 mg/kg TM die höchsten Fe-Konzentrationen im Raufutter aufwies. Das Element Eisen zeigte wie in der Arbeit von RESCH et al. (2009) eine enge Beziehung zum Rohaschegehalt. Die Zunahme um 1 g Rohasche verursachte eine Erhöhung des Eisengehaltes um 16 mg/kg TM beim 1. Aufwuchs bzw. um 25 mg/kg TM beim 2. Aufwuchs. Der Eisengehalt im Futter ist ein guter Indikator für die Futtermittelverschmutzung von Raufutter. Die Schnitthöhe unter 5 cm verursachte signifikant höhere Eisengehalte (1.110 mg/kg TM) als die Einstellung 5 bis 7 cm (807 mg/kg TM) bzw. über 7 cm (643 mg/kg TM). Bodentrocknetes Futter (1.100 mg/kg TM) enthielt mehr Eisen als warmbelüftetes Heu (649 mg/kg TM).

Die Spannweite der Mangangehaltswerte in Österreichs Heu bzw. Grummet reichte von 25 bis 265 mg/kg TM. Der Bedarf der Milchkuh beträgt nach GfE (2001) 50 mg/kg TM. Die bedarfsgerechte Mangan-Versorgung der Milchkuh kann über Raufutter sehr gut abgedeckt werden. Nach RESCH et al. (2009) wird der Mn-Gehalt im Futter am stärksten durch die geologische Formation und den pH-Wert im Boden beeinflusst. Die Manganwerte unterlagen in den einzelnen Kategorien von Managementfaktoren hohen Streubreiten, deswegen ist die Interpretation der Differenzen unsicher.

Im Heuprojekt spannten sich die Zn-Werte von 10 bis 65 mg/kg TM, d.h. dass der Zn-Bedarf durch alleinige Heufütterung nur von 9 % der Proben gedeckt werden konnte und durch Ergänzung ausgeglichen werden muss. Zink wird, ähnlich wie Eisen, stark durch den Rohaschegehalt beeinflusst.

Mit Zunahme der Rohasche um 1 g stieg der Zn-Gehalt im 1. Aufwuchs um 0,17 mg/kg TM an (Tabelle 8). Die in der GLM-Analyse eingesetzten Managementfaktoren ergaben keine praxisrelevanten Zusammenhänge mit dem Zink-Gehalt des Raufutters.

Das Element Kupfer ist ein lebenswichtiges Spurenelement, das seine Funktion hauptsächlich in Enzymen ausübt. Der Kupferbedarf der Milchkuh beträgt nach GfE (2001) rund 10 mg/kg TM. Ein durchschnittliches österreichisches Heu enthielt 6,3 mg Kupfer/kg TM und Grummet zwischen 8,2 und 8,8 mg Kupfer/kg TM. Der Bedarf konnte nur von 18 % der untersuchten Raufutterproben gedeckt werden. Bodentrocknetes Heu hatte höhere Kupfergehalte als belüftetes Raufutter.

3.2.6 Dauer der Feldphase

Die Länge der Feldphase wurde im Heuprojekt abgefragt und sie betrug im Durchschnitt 35 Stunden. Den größten Einfluss auf die Zeit zwischen Mahd und Einfuhr hatten Trocknungsverfahren und Zetthäufigkeit.

Mit einer Warmbelüftung (ca. 31 h) konnte die Feldphase gegenüber Bodentrocknung (ca. 41 h) um rund ca. 10 Stunden verkürzt werden. Der Vorteil der kürzeren Feldphase brachte in qualitativer Hinsicht einen deutlichen Erfolg, der in dieser Arbeit mehrfach nachgewiesen werden konnte. Insofern ist die Heutrocknung mittels Warmbelüftung als schlagkräftig und weniger wetterabhängig zu bezeichnen. Die Auswertung der Zetthäufigkeit dokumentierte, dass die Dauer der Feldphase mit zunehmender Anzahl an Zettvorgängen von 24 auf 42 Stunden anstieg. Bei optimalen Bedingungen von Seiten der Witterung und des Pflanzenbestandes kann mit minimaler Zetthäufigkeit die gewünschte Trocknung erreicht werden, während bei suboptimalen Bedingungen und hohen Futtererträgen öfter gewendet werden muss und sich dadurch die Trocknungsdauer auf dem Feld verlängert.

Tabelle 9: Qualitätsvergleich zwischen unterschiedlichen Trocknungsverfahren in den einzelnen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Aufwuchs	Bodentrocknung (ohne Belüftung)	Kaltbelüftung	Solar (Dachabsaugung)	Luftentfeuchter/ Wärmepumpe	Hackschnitzel	Ölfeuerung	Sonstige
Anzahl Proben	1.	131	208	119	44	21	26	13
	2.	134	158	113	32	18	16	8
	3.	25	50	58	31	8	6	6
Rohprotein	1.	103	107	116	116	116	137	117
	2.	128	131	140	140	126	140	141
	3.	149	153	155	156	136	168	154
Rohfaser	1.	288	278	260	260	258	255	257
	2.	262	253	238	245	255	250	239
	3.	243	235	229	230	233	220	226
Rohasche	1.	86	90	91	88	101	85	94
	2.	103	111	112	106	125	114	112
	3.	108	115	123	111	123	170	101
Zucker	1.	127	139	150	143	158	144	152
	2.	107	118	124	109	123	115	118
	3.	105	113	115	112	137	122	110
NEL	1.	5,52	5,66	5,92	5,92	5,94	6,05	5,97
	2.	5,41	5,54	5,69	5,61	5,48	5,55	5,68
	3.	5,60	5,72	5,75	5,72	5,73	5,88	5,77
Phosphor	1.	2,28	2,37	2,72	2,65	2,47	2,88	2,56
	2.	2,87	2,84	3,17	3,09	3,02	3,05	3,06
	3.	3,42	3,24	3,46	3,28	2,93	3,42	2,94

3.3 Qualitätseffekte der Heubelüftung

Von den teilnehmenden Betrieben wurde von mehr als 88 % das Boxentrocknungssystem mit einem Bodenrost bevorzugt. Ältere Ziehkanal-, Ziehlüfter- bzw. Giebelrostanlagen waren noch mit einem Anteil von 4 % vertreten. Ballentrocknungen nahmen insgesamt 6 % ein. Von sämtlichen untersuchten Heuballen wurden ca. 54 % ohne künstliche Nachtrocknung konserviert. Unter Ausschaltung der Effekte Jahr, Seehöhe, Erntedatum (im 1. Aufwuchs) und Rohasche zeigten sich deutliche Qualitätsunterschiede in der Praxis zwischen den unterschiedlichen Trocknungsverfahren. Mit der Kaltbelüftung konnten geringfügige Verbesserungen erzielt werden. Schon deutlich günstiger war die Heuqualität mit Hilfe der vorgewärmten Luft über eine Dachabsaugung (Tabelle 9). Luftentfeuchter- und Hackschnitzelanlagen waren gleich gut wie die Dachabsaugung. Die Ölfeuerungsanlagen schnitten im 1. und 3. Aufwuchs insbesondere im Rohprotein und Energiegehalt gut ab.

Im 2. und den Folgeaufwüchsen war die Belüftungsdauer um mehr als 7 Stunden kürzer als im 1. Aufwuchs (67 Stunden). In der Frage der Belüftungsdauer stellte sich außerdem heraus, dass über 35 % der kaltbelüfteten Heupartien länger als 72 h belüftet wurden, während dieser Anteil bei der Warmbelüftung weniger als 25 % betrug (Abbildung 2).

Mit der Warmbelüftung konnte die effektive Trocknungszeit gegenüber der Kaltbelüftung um knapp 5 Stunden auf etwa 55 reduziert werden. Die Trocknungseffizienz von Warmbelüftungsanlagen war somit höher als die von Kaltbelüftungen. Mit der Ölfeuerung konnte die Belüftungsdauer signifikant auf 42 h abgesenkt werden. Hackschnitzelöfen benötigten im Durchschnitt 45 h und Wärmepumpe/Luftentfeuchter 52 h für die Heutrocknung. Die Dachabsaugung erforderte 60 h effektive Trocknungszeit. Heuballen wurden im Durchschnitt 36 Stunden belüftet.

In *Abbildung 3* wird der Zusammenhang zwischen effektiver Belüftungsdauer und Energiedichte

dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Proben mit höheren Proteingehalten im Durchschnitt länger belüftet wurden als jene mit geringen Qualitäten. Diese Aussage stimmt mit den Praxiserfahrungen überein, weil grobes Futter schneller trocken wird als feines, blattreiches Heu. Optimal wäre Heu mit hohen Proteingehalten und kurzer Belüftungsdauer. Schlecht ist Raufutter mit geringer Qua-

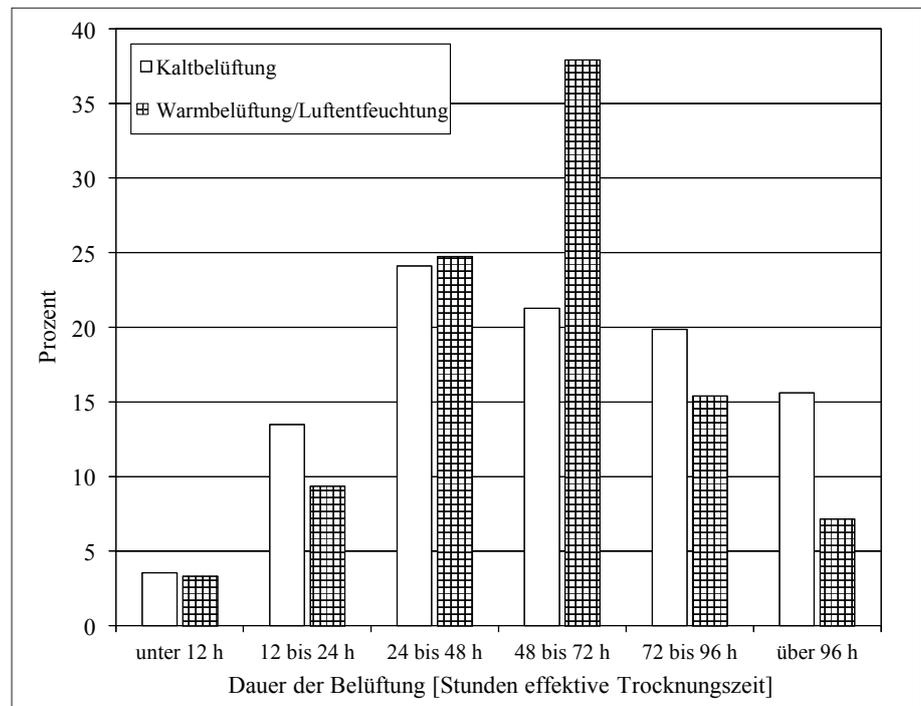


Abbildung 2: Belüftungsdauer der künstlichen Heutrocknung auf österreichischen Betrieben in Abhängigkeit vom Trocknungsverfahren (Heuprojekt 2010 und 2012)

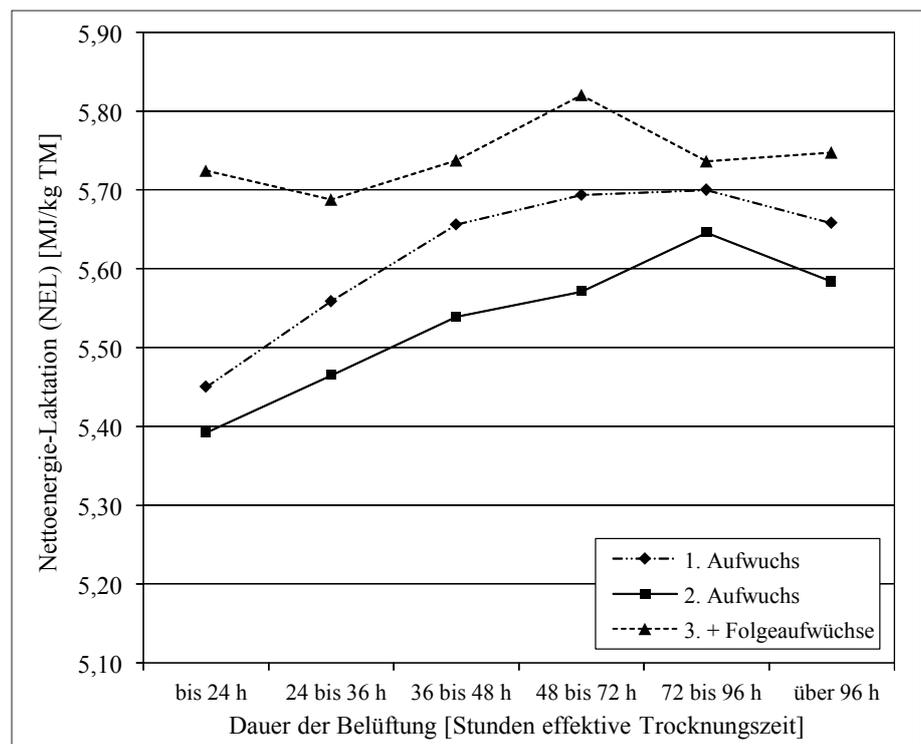


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Belüftungsdauer und Energiegehalt von Raufutter bei unterschiedlichen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010 und 2012)

lität und langer Belüftungsdauer, weil die Energieeffizienz sehr ungünstig wird und die Kosten je Qualitätseinheit steigen. Nach NYDEGGER et al. (2009) ist eine optimale Abstimmung der Belüftungstechnik (Lüfterleistung, Entfeuchter, etc.) auf die betrieblichen Anforderungen und die Einhaltung der Belüftungsregeln für eine energieeffiziente Trocknung essentiell.

3.4. Verstärker-Effekte

In dieser Arbeit konnten positive und auch negative Aspekte von bestimmten Managementverfahren herausgearbeitet werden. Die dargestellten Effekte sind additiv, d.h. dass sich positive Einflüsse verstärken können, wenn mindestens zwei im Management angewendet werden. Dasselbe gilt für den negativen Bereich. Zwei Fehler verringern die Qualität stärker als ein Fehler. Das Wissen um die Wirkung von Managementverfahren zeigt dem Landwirt auf, welche qualitätsstärkenden Maßnahmen er kombinieren kann, um so zur Top-Qualität zu gelangen.

4. Fazit für die Praxis

Über 1.000 Betriebe nahmen an den bisher durchgeführten Heuprojekten teil und ließen ihre eigene Futterpartie objektiv in einem Futterlabor analysieren. Das zeugt von einem wachsenden Interesse der Heumilchbauern an der Grundfutterqualität. Bei der Untersuchung des Managementeinflusses auf die Heuqualität stellte sich heraus, dass UBAG-Betriebe unter vergleichbaren Voraussetzungen bessere Heuqualitäten produzierten als Biobetriebe bzw. UBAG-Betriebe + Verzicht. Ein hohes Qualitätsbewusstsein liegt im Westen Österreichs vor, insbesondere im Bundesland Vorarlberg, wo die Raufutterqualitäten deutlich günstiger als in den östlichen Bundesländern waren. Folglich gibt es in Teilen Österreichs noch großes Potential für die fachliche Betriebsberatung zur Anhebung der Qualitäten.

Der Erntezeitpunkt war hinsichtlich Heuqualität der stärkste Einflussfaktor im Management. Betriebe, welche über eine Heubelüftungsanlage verfügten, ernteten früher und hatten dadurch signifikant bessere Qualitäten. Heuballen waren in der Qualität schlechter als das lose Heu auf dem Futterstock. Betriebe mit Warmbelüftungs- bzw. Luftentfeuchteranlagen hatten bei der Heuqualität die Nase vorne. Futtermittelverschmutzung ist auch beim Heu ein Thema, wo durchaus noch Qualitätspotential für die Landwirte zu holen wäre. Riesige Reserven liegen in punkto Heuqualität sicherlich beim Pflanzenbestand und bei der Vermeidung von Abbröckelverlusten.

5. Danksagung

Die Heuprojekte 2010 und 2012 wurden in einer effizienten Zusammenarbeit von Heubauern, Beratungsdienst der Landwirtschaftskammern (LK-Fütterungsreferenten, Arbeitskreise Milchproduktion, Fütterungsberatung), Futter-

mittellabor Rosenau der LK Niederösterreich, Maschinenring Tirol, LKV Salzburg, ARGE Heumilch Österreich und LFZ Raumberg-Gumpenstein erfolgreich durchgeführt, um die aktuelle Situation der Raufutterqualität in Österreich untersuchen zu können. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind eine wichtige Grundlage und Orientierungshilfe für die gesamten Heumilchbauern, die Beratung und Lehre. Aus den erarbeiteten Erkenntnissen können Wege aufgezeigt werden, die eine Verbesserung der Heuqualität ermöglichen. Allen teilnehmenden Landwirten und den Projektmitarbeitern sei an dieser Stelle für ihr Engagement herzlich gedankt.

6. Literatur

- BOESSINGER, P. und P. PYTHON, 2012: Faktoren mit Einfluss auf die Nähr- und Mineralstoffgehalte von belüftetem Dürrfutter. *Agrarforschung Schweiz* 3, 36-43.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Frankfurt/Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER 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 (2. Auflage 1997).
- GRUBER, L., A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, M. URDL, K.-H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER und R. JÄGER, 2011: Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Milcherzeugung. Tagungsband 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 13. und 14. April 2011, 43-65.
- NYDEGGER, F., G. WIRLEITNER, J. GALLER, A. PÖLLINGER, L. CAENEGERN, H. WEINGARTMANN und H. WITTMANN, 2009: Qualitätsheu durch effektive und kostengünstige Belüftung. *Der Fortschrittliche Landwirt* (3) 2009, Sonderbeilage 12 S.
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2006, 20 S.
- RESCH, R., L. GRUBER, J. GASTEINER, K. BUCHGRABER, G. WIEDNER, E.M. PÖTSCH und T. GUGGENBERGER, 2009: Mineralstoffgehalte machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2009, 8 S.
- RESCH, R., 2011: Raufutterqualität auf österreichischen Betrieben. Abschlussbericht zur wissenschaftlichen Tätigkeit (3583), 56 S.
- TILLEY, J.M.A. und R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18, 104-111.

7. ANHANG

Betrieb: Betriebsnr.:

Straße:

PLZ: Ort:

Telefonnr.: E-Mail:

Betrieb liegt im HKT-Gebiet (ausschließliche Heufütterung): ja ⁽¹⁾ nein ⁽²⁾ Anteil in der GF-Ration % d. TM

Wirtschaftsweise: Bio ⁽¹⁾ UBAG ⁽²⁾ Ökopunkte ⁽³⁾ keine ÖPUL-Teilnahme ⁽⁴⁾
 + Verzicht ^(2,1) (nur in Niederösterreich)

Standort:
 eben ⁽¹⁾ hängig (bis 30 % Neigung) ⁽²⁾ steilhängig (über 30 % Neigung) ⁽³⁾ **Seehöhe:** m über N.N.

Futterzusammensetzung:
 Dauergrünland ⁽¹⁾ Rotklee rein (sonst 4) ⁽²⁾ Luzerne rein (sonst 5) ⁽³⁾
 Rotklee gras (Grasanteil > 25 %) ⁽⁴⁾ Luzerne gras (Grasanteil > 25 %) ⁽⁵⁾

Aufwuchs:
 1. Aufwuchs ⁽¹⁾ 2. Aufwuchs ⁽²⁾ 3. Aufwuchs ⁽³⁾ weitere Aufwüchse ⁽⁴⁾

Erntedatum (Datum der Einfuhr):

Mähzeitpunkt: Morgen ⁽¹⁾ Vormittag ⁽²⁾ Mittag ⁽³⁾ Nachmittag ⁽⁴⁾ Abend ⁽⁵⁾

Bestand bei Mahd: nass ⁽¹⁾ feucht ⁽²⁾ trocken ⁽³⁾

Mähgeräte: Trommel ⁽¹⁾ Scheiben ⁽²⁾ Messerbalken ⁽³⁾ Mähaufbereiter ⁽⁴⁾

Feldphase (Zeit vom Mähbeginn bis zum Räumen der Fläche):
 24 Std. ⁽¹⁾ 24 bis 36 Std. ⁽²⁾ 36 bis 48 Std. ⁽³⁾ 48 bis 72 Std. ⁽⁴⁾ über 72 Std. ⁽⁵⁾

Regen über 5 mm: nein ⁽¹⁾ ja ⁽²⁾

Schnitthöhe: unter 5 cm ⁽¹⁾ 5 bis 7 cm ⁽²⁾ über 7 cm ⁽³⁾

Zett- und Wendehäufigkeit: einmal zetten ⁽¹⁾ zweimal zetten ⁽²⁾ dreimal zetten ⁽³⁾ öfter als dreimal ⁽⁴⁾

Nachtschwad nein ⁽¹⁾ ja ⁽²⁾

Erntegerät:
 Ladewagen ⁽¹⁾ Fixkammerpresse ⁽²⁾ Variable Presse ⁽³⁾ Händisch ⁽⁴⁾ Sonstige ⁽⁵⁾

Art der Trocknung:
 Boden ⁽¹⁾ Gerüst ⁽²⁾ Kaltbelüftung ⁽³⁾ Warmbelüftung ⁽⁴⁾

Belüftung Bauart:
 Boxentrocknung (Bodenrost) ⁽¹⁾ Ziehkanal / Ziehlüfter / Giebelrost ⁽²⁾ Ballentrocknung ⁽³⁾ Sonstige ⁽⁴⁾:

Energie für Warmbelüftung
 Solar (Dachabsaugung) ⁽¹⁾ Luftentfeuchtung/Wärmepumpe ⁽²⁾ Hackschnitzel ⁽³⁾ Ölfeuerung ⁽⁴⁾
 Sonstige: ⁽⁵⁾

Dauer der Belüftung (effektive Trocknungszeit)
 unter 12 h ⁽¹⁾ 12 bis 24 h ⁽²⁾ 24 bis 48 h ⁽³⁾ 48 bis 72 h ⁽⁴⁾ 72 bis 96 h ⁽⁵⁾ über 96 h ⁽⁶⁾

Heuballen:
Pressdichte: locker ⁽¹⁾ mittelmäßig ⁽²⁾ fest ⁽³⁾ **Pressdruck:** bar

Ballenlagerung: unter Dach ⁽¹⁾ im Freien mit Abdeckung ⁽²⁾ im Freien ohne Abdeckung ⁽³⁾
 sonstige Lagerung ⁽⁴⁾

Ballenlagerung: auf festen Boden (Beton, Asphalt, Holz) ⁽¹⁾ auf Schotter ⁽²⁾ auf Erde ⁽³⁾
 sonstige Lagerung ⁽⁴⁾

Heuqualität – Eigene Einstufung (Landwirt): sehr gut ⁽¹⁾ gut ⁽²⁾ mäßig ⁽³⁾ schlecht ⁽⁴⁾

Futtermittelfür: Milchkühe ⁽¹⁾ Mutterkühe ⁽²⁾ Trockensteher ⁽³⁾ Jungtiere ⁽⁴⁾
 Schafe, Ziegen ⁽⁵⁾ Pferde ⁽⁶⁾ Sonstige ⁽⁷⁾

bitte jede Tierkategorie ankreuzen, welche mit diesem Heu gefüttert wird

Probenahme: Heustockbohrer ⁽¹⁾ Siloprobenbohrer ⁽²⁾ händische Entnahme ⁽³⁾

Abbildung 4: Fragebogen Heuprojekt 2012

Tabelle 10: Einfluss von Umwelt- und Managementfaktoren auf Inhaltsstoffe von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Faktoren	Anzahl Proben			Rohprotein [g/kg TM]			Rohfaser [g/kg TM]			Rohasche [g/kg TM]			Anzahl Proben			Zucker [g/kg TM]		
	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+
Mittelwerte	460	381	157	119,5	137,7	150,9	279,2	250,6	239,7	93,8	109,0	132,9	287	248	139	124,7	108,4	108,1
Jahr																		
2010	182	158	35	117,9	138,8	149,2	287,5	252,0	240,4	93,2	107,8	131,8	49	60	28	129,5	110,8	116,2
2012	278	223	122	121,1	136,7	152,7	271,0	249,2	238,9	94,3	110,1	134,0	238	188	111	119,9	106,0	100,1
Bundesland																		
Kärnten	19	21	4	118,0	137,2	155,8	284,9	262,8	244,6	88,5	101,4	121,6	10	13	4	124,3	106,6	118,7
Oberösterreich	6	8	3	118,3	126,9	155,3	276,3	258,6	237,7	89,3	105,1	139,1	5	6	3	128,1	116,3	112,9
Niederösterreich	4	1	6	119,8	143,2	167,8	284,1	230,6	212,8	87,0	124,4	131,1	3	1	5	96,5	97,4	107,6
Salzburg	54	60	49	116,3	130,4	137,0	280,7	256,8	242,8	93,8	103,3	131,5	46	53	46	133,5	116,8	113,8
Steiermark	44	25	4	115,9	141,4	147,3	285,0	259,1	269,0	92,6	103,1	122,6	36	22	4	126,5	98,9	78,9
Tirol	236	175	34	119,7	138,6	145,9	277,3	253,3	239,6	100,5	112,1	129,8	95	71	21	131,8	107,5	108,6
Vorarlberg	97	91	57	128,7	146,2	147,2	266,2	233,1	231,2	104,8	113,3	154,8	92	82	56	132,0	115,3	116,3
Hangneigung																		
eben	131	112	54	121,7	135,5	158,1	274,8	252,9	233,7	91,9	108,6	139,4	86	71	47	131,7	112,3	114,2
bis 30 %	245	192	88	119,9	139,3	153,1	278,1	247,4	237,2	95,3	106,3	128,5	149	125	78	126,4	109,6	106,4
über 30 %	84	77	15	117,0	138,4	141,4	284,8	251,6	248,1	94,1	112,0	130,8	52	52	14	115,9	103,3	103,8
Regen																		
nein	448	369	152	117,2	135,1	153,6	279,6	249,9	241,3	90,0	114,6	130,3	279	242	134	123,2	114,9	108,7
ja	12	12	5	121,8	140,3	148,2	278,8	251,4	238,1	97,6	103,3	135,5	8	6	5	126,1	101,9	107,6
Wirtschaftsweise																		
Bio	193	164	77	118,3	131,2	152,0	273,1	254,6	230,8	93,0	103,2	129,1	114	101	67	131,6	110,4	112,2
UBAG	87	74	41	123,8	139,6	164,9	274,4	253,5	231,8	95,1	106,8	123,7	77	60	39	127,2	112,2	114,3
UBAG + Verzicht	174	135	37	115,2	129,7	152,9	283,1	255,5	236,9	95,3	111,0	135,5	93	81	32	121,8	110,4	109,4
ohne ÖPUL	6	8	2	120,8	150,3	133,8	286,3	238,8	259,4	91,6	114,9	143,3	3	6	1	118,1	100,5	96,7
Siloverzicht (HKT)																		
ja	293	244	125	117,6	138,1	151,3	275,7	247,4	234,5	94,8	108,3	134,2	215	172	110	128,3	109,0	113,9
nein	167	137	32	121,4	137,3	150,5	282,8	253,9	244,9	92,7	109,6	131,6	72	76	29	121,0	107,8	102,4
Bestand bei der Mahd																		
nass	15	19	8	121,3	133,8	150,6	277,5	254,9	237,7	98,0	121,7	153,0	9	14	8	115,4	113,3	110,7
feucht	197	164	62	118,3	139,1	153,9	280,9	248,3	241,2	92,4	102,5	127,6	118	97	53	127,0	105,2	106,0
trocken	248	198	87	118,9	140,2	148,2	279,3	248,6	240,2	90,9	102,7	118,2	160	137	78	131,6	106,6	107,6
Mähzeitpunkt																		
Morgen	53	34	9	118,4	135,3	142,9	281,1	252,1	253,5	95,3	107,6	128,3	23	20	9	128,0	110,4	98,2
Vormittag	208	170	68	119,4	139,6	147,1	280,7	251,6	240,8	95,1	112,6	130,3	124	99	60	122,7	102,6	105,5
Mittag	102	77	34	121,4	137,9	150,1	277,5	248,6	238,2	92,3	109,5	132,6	80	57	30	126,7	111,2	109,3
Nachmittag	62	63	38	119,7	139,7	151,0	277,2	248,5	242,0	96,9	107,0	134,8	39	45	34	127,2	110,6	113,9
Abend	35	37	8	118,7	136,1	163,3	279,7	252,4	223,9	89,2	108,1	138,5	21	27	6	118,8	107,2	113,7
Mähgerät																		
Trommel	69	48	14	110,3	137,7	152,6	289,4	249,8	242,0	91,0	113,3	133,2					110,9	97,6
Scheiben	249	222	99	113,6	139,0	150,1	286,4	250,0	235,6	89,4	108,8	145,1	142	89		108,1	112,6	
Messerbalken	90	68	10	111,6	137,2	151,0	286,6	252,6	242,2	86,0	105,8	112,3	40	8		104,0	114,7	
Mähaufbereiter	51	43	34	118,2	136,9	149,9	284,9	250,0	238,9	90,6	107,9	141,1	32	28		110,6	107,6	
Schnitthöhe																		
unter 5 cm	34	29	7	118,3	139,5	141,9	278,7	252,7	239,0	101,9	124,9	158,6	17	16	6	131,4	104,5	109,6
5 bis 7 cm	331	286	115	118,8	137,6	154,8	280,0	250,6	241,4	90,6	104,8	122,4	200	182	103	121,5	110,6	105,0
über 7 cm	95	66	35	121,5	136,0	156,0	279,0	248,6	238,7	88,9	97,2	117,8	70	50	30	121,1	110,0	109,8
Zetthäufigkeit																		
1 ×	49	39	7	120,2	138,0	154,7	278,0	247,2	217,3	93,9	104,1	178,9	25	25		123,8	96,6	
2 ×	163	131	38	118,6	137,3	157,3	281,5	252,3	239,3	94,3	105,7	129,4	83	80		120,2	108,4	
3 ×	176	151	69	118,4	137,8	154,8	279,7	250,4	239,2	94,6	105,8	126,5	122	100		126,5	110,9	
öfter als 3 ×	72	60	42	120,9	137,7	156,5	277,7	252,6	238,2	92,3	120,4	128,7	57	43		128,2	117,6	
Nachtschwad																		
nein	419	345	134	116,8	135,4	147,3	278,1	254,2	244,6	95,7	113,1	137,0	264	224	117	123,4	109,7	116,3
ja	41	36	23	122,3	140,0	154,5	280,4	247,0	234,7	91,8	104,8	128,8	23	24	22	126,0	107,1	127,1
Dauer der Feldphase																		
bis 24 h	53	44	17	123,4	139,1	148,4	268,2	254,1	245,9	88,2	105,4	104,7	30	29	14	130,0	105,8	118,0
24 bis 36 h	245	181	82	122,0	140,6	147,5	269,6	251,5	242,6	92,4	106,0	111,9	163	120	75	124,2	101,7	116,5
36 bis 48 h	123	115	39	119,7	138,8	153,4	277,3	252,2	246,2	94,7	106,5	115,3	73	74	33	120,0	104,1	110,2
48 bis 72 h	34	38	18	116,8	140,2	146,4	281,6	252,3	250,4	98,2	114,3	123,2	18	23	16	127,5	114,3	108,0
über 72 h	5	3	1	115,7	129,9	158,9	299,5	243,0	213,3	95,3	112,6	209,4	3	2	1	121,7	115,9	155,8
Erntegerät																		
Ladewagen	415	329	139	120,8	136,1	144,5	277,8	248,5	241,0	93,6	113,4	145,4	257	211	123	131,3	106,3	124,0
Fixkammerpresse	14	10	6	116,2	137,0	154,7	284,6	257,5	232,8	90,6	108,6	133,9	11	6	6	119,3	93,2	118,2
Variable Presse	18	29	10	108,2	128,0	139,4	290,9	256,6	240,8	82,9	108,6	138,0	11	19	8	122,7	101,3	123,6
Händisch	11	11	2	122,4	140,1	165,0	267,3	243,4	244,0									

Tabelle 11: Einfluss von Umwelt- und Managementfaktoren auf nutzbares Rohprotein, OM-Verdaulichkeit und Energie von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Faktoren	Anzahl Proben			nutzbares Rohprotein [g/kg TM]			OM-Verdaulichkeit [%]			Umsetzbare Energie [MJ/kg TM]			Nettoenergie-Laktation [MJ/kg TM]		
	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+
Mittelwerte	458	379	157	124,5	129,2	131,7	69,0	69,2	70,2	9,58	9,46	9,54	5,64	5,58	5,65
Jahr															
2010	181	158	35	122,7	129,3	131,2	67,9	69,0	70,1	9,41	9,44	9,52	5,52	5,57	5,64
2012	277	221	122	126,4	129,0	132,2	70,2	69,3	70,3	9,75	9,48	9,56	5,76	5,60	5,66
Bundesland															
Kärnten	19	21	4	123,9	127,1	131,9	68,5	68,0	69,6	9,47	9,28	9,45	5,58	5,45	5,58
Oberösterreich	6	8	3	124,8	125,5	133,9	69,5	68,4	70,8	9,64	9,30	9,61	5,70	5,48	5,70
Niederösterreich	3	1	6	122,4	134,2	140,4	67,6	71,3	73,0	9,49	9,79	9,99	5,47	5,82	5,97
Salzburg	54	59	49	123,7	126,5	128,0	69,0	68,5	69,8	9,54	9,34	9,43	5,63	5,50	5,58
Steiermark	44	25	4	122,8	128,4	125,5	68,4	68,2	66,8	9,45	9,34	9,07	5,57	5,49	5,30
Tirol	236	175	34	125,1	128,8	129,9	69,4	68,9	70,0	9,62	9,42	9,50	5,69	5,55	5,62
Vorarlberg	96	90	57	128,8	133,7	132,5	70,8	71,0	71,6	9,86	9,77	9,73	5,85	5,80	5,79
Hangneigung															
eben	130	112	54	125,7	128,5	135,0	69,6	69,0	71,1	9,67	9,43	9,68	5,71	5,56	5,75
bis 30 %	244	192	88	124,8	130,2	132,5	69,1	69,6	70,4	9,60	9,52	9,57	5,66	5,62	5,67
über 30 %	84	75	15	123,1	128,8	127,7	68,3	69,0	69,2	9,47	9,44	9,37	5,56	5,57	5,53
Regen															
nein	446	367	152	124,0	128,6	132,3	69,0	69,2	70,0	9,57	9,46	9,51	5,63	5,59	5,63
ja	12	12	5	125,0	129,8	131,2	69,0	69,1	70,4	9,59	9,46	9,57	5,65	5,58	5,67
Wirtschaftsweise															
Bio	192	163	77	125,3	126,8	133,5	69,8	68,7	71,2	9,70	9,38	9,68	5,73	5,53	5,75
UBAG	86	74	41	126,2	129,6	136,7	69,7	68,9	71,0	9,70	9,43	9,69	5,72	5,56	5,75
UBAG + Verzicht	174	134	37	122,8	126,2	132,1	68,4	68,7	70,6	9,48	9,37	9,59	5,57	5,52	5,68
ohne ÖPUL	6	8	2	123,8	134,1	124,7	68,2	70,4	68,2	9,45	9,67	9,21	5,55	5,73	5,41
Siloverzicht (HKT)															
ja	293	244	125	124,9	130,0	133,0	69,6	69,6	71,0	9,65	9,52	9,63	5,69	5,62	5,72
nein	165	135	32	124,1	128,3	130,5	68,5	68,7	69,5	9,51	9,40	9,44	5,59	5,54	5,58
Bestand bei der Mahd															
nass	15	19	8	125,4	128,2	131,4	69,3	68,8	70,5	9,62	9,40	9,57	5,67	5,54	5,67
feucht	197	162	62	124,0	129,5	132,4	68,8	69,4	70,2	9,55	9,50	9,53	5,62	5,61	5,64
trocken	246	198	87	124,2	129,8	131,4	68,9	69,4	70,1	9,57	9,49	9,52	5,64	5,60	5,63
Mähzeitpunkt															
Morgen	53	34	9	123,9	128,7	127,2	68,7	69,1	68,6	9,54	9,43	9,27	5,61	5,56	5,46
Vormittag	207	169	68	124,1	129,1	130,6	68,7	69,0	70,0	9,54	9,44	9,51	5,61	5,57	5,63
Mittag	102	77	34	125,4	129,4	132,0	69,3	69,4	70,5	9,63	9,49	9,57	5,68	5,60	5,67
Nachmittag	61	62	38	124,8	130,0	131,3	69,3	69,4	70,0	9,62	9,50	9,50	5,67	5,61	5,62
Abend	35	37	8	124,4	128,6	137,7	69,0	69,1	72,1	9,58	9,45	9,84	5,64	5,57	5,86
Mähgerät															
Trommel	69	48	14	120,8	129,0	131,2	67,6	69,2	69,8	9,35	9,47	9,49	5,49	5,59	5,61
Scheiben	248	221	99	122,0	129,4	132,8	68,0	69,2	70,9	9,42	9,47	9,63	5,53	5,58	5,72
Messerbalken	90	67	10	121,6	129,2	131,5	68,0	69,0	69,7	9,40	9,44	9,48	5,52	5,57	5,60
Mähaufbereiter	50	43	34	123,2	129,1	131,4	68,2	69,3	70,5	9,47	9,48	9,56	5,56	5,59	5,67
Schnitthöhe															
unter 5 cm	33	29	7	123,9	129,7	128,2	68,9	69,1	70,4	9,57	9,44	9,53	5,64	5,57	5,65
5 bis 7 cm	330	284	115	124,4	128,9	132,7	69,0	69,1	70,0	9,57	9,46	9,51	5,64	5,58	5,63
über 7 cm	95	66	35	125,3	129,0	134,4	69,1	69,4	70,4	9,60	9,49	9,57	5,65	5,60	5,67
Zetthäufigkeit															
1 ×	49	39	7	125,0	129,7	138,8	69,2	69,5	73,6	9,61	9,51	10,00	5,66	5,62	5,99
2 ×	162	130	38	123,9	128,7	132,3	68,7	69,0	70,0	9,54	9,43	9,54	5,61	5,56	5,64
3 ×	176	150	69	124,2	129,2	131,5	69,0	69,2	70,0	9,57	9,47	9,53	5,64	5,59	5,64
öfter als 3 ×	71	60	42	124,9	129,1	131,7	69,1	69,1	70,0	9,60	9,44	9,54	5,66	5,57	5,64
Nachtschwad															
nein	417	343	134	124,3	128,1	130,1	69,1	68,8	69,8	9,60	9,40	9,47	5,65	5,54	5,60
ja	41	36	23	124,7	130,2	133,4	68,9	69,6	70,7	9,56	9,53	9,61	5,63	5,63	5,70
Dauer der Feldphase															
bis 24 h	52	44	17	127,2	128,7	131,4	70,4	68,8	69,5	9,80	9,41	9,47	5,80	5,55	5,59
24 bis 36 h	245	181	82	127,0	129,6	130,7	70,5	69,2	69,8	9,79	9,46	9,48	5,79	5,58	5,61
36 bis 48 h	123	113	39	125,0	128,7	131,6	69,4	68,9	69,2	9,62	9,43	9,42	5,67	5,56	5,56
48 bis 72 h	33	38	18	123,3	130,0	128,8	68,7	69,0	68,9	9,52	9,44	9,35	5,60	5,57	5,51
über 72 h	5	3	1	120,2	128,7	136,1	66,1	70,0	73,8	9,17	9,57	9,97	5,35	5,66	5,98
Erntegerät															
Ladewagen	414	327	139	125,2	129,2	129,8	69,3	69,5	70,2	9,62	9,51	9,51	5,67	5,61	5,63
Fixkammerpresse	14	10	6	123,0	128,0	133,9	68,3	68,5	71,0	9,46	9,36	9,66	5,56	5,51	5,73
Variable Presse	17	29	10	119,9	125,6	128,6	67,4	68,5	70,1	9,31	9,33	9,47	5,45	5,50	5,61
Händisch	11	11	2	127,1	131,3	134,7	70,7	70,0	69,7	9,83	9,60	9,52	5,82	5,68	5,62
Sonstige	2	2		127,4	131,7		69,4	69,5		9,68	9,52		5,71	5,62	
Trocknungsverfahren															
Bodentrocknung	102	109	19	123,1	128,4	129,9	68,3	69,0	69,9	9,47	9,42	9,46	5,56	5,55	5,60
Kaltbelüftung	183	135	43	123,7	128,2	131,4	68,7	68,9	70,3	9,52	9,42	9,54	5,60	5,55	5,65
Warmbelüftung	173	135	95	126,8	130,9	133,9	70,1	69,7	70,5	9,75	9,55	9,61	5,76	5,64	5,70

Tabelle 12: Einfluss von Umwelt- und Managementfaktoren auf Mengen- und Spurenelemente von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Faktoren	Proben n	Calcium (Ca)	Phosphor (P)	Magnesium (Mg) [g/kg TM]	Kalium (K)	Natrium (Na)	Proben n	Eisen (Fe)	Mangan (Mn) [mg/kg TM]	Zink (Zn)	Kupfer (Cu)
Mittelwerte	444	7,3	2,7	2,4	21,0	0,38	69	853	95,7	32,9	6,6
Jahr											
2010	180	6,9	2,7	2,3	21,5	0,34	19	861	113,4	33,8	8,5
2012	264	7,8	2,6	2,6	20,5	0,43	50	845	77,9	32,0	4,7
Bundesland											
Kärnten	19	6,4	2,6	2,3	22,2	0,35	10	1.003	79,2	27,2	5,7
Oberösterreich	5	6,7	2,9	2,1	21,3	0,34	2	1.239	132,6	43,0	8,6
Niederösterreich	3	8,8	2,5	2,7	20,0	0,41	2	821	90,2	32,8	5,1
Salzburg	50	6,9	2,6	2,3	20,8	0,39	5	146	94,3	38,4	4,8
Steiermark	36	6,1	2,6	2,2	23,8	0,37	21	911	93,5	25,5	7,3
Tirol	236	8,0	2,6	2,9	19,4	0,45	25	1.043	107,8	33,2	6,5
Vorarlberg	95	8,5	2,8	2,5	19,3	0,38	4	808	72,0	30,1	8,2
Hangneigung											
eben	125	7,6	2,7	2,5	22,1	0,39	17	842	92,0	31,7	7,5
bis 30 %	238	7,3	2,6	2,4	20,4	0,38	39	877	103,6	35,5	6,4
über 30 %	81	7,1	2,7	2,4	20,5	0,38	13	840	91,4	31,4	5,9
Regen											
nein	434	7,6	2,6	2,4	20,6	0,35	67	521	95,4	37,7	5,5
ja	10	7,1	2,7	2,5	21,4	0,42	2	1.185	96,0	28,1	7,7
Wirtschaftsweise											
Bio	186	7,7	2,5	2,5	20,1	0,36	35	882	99,5	35,9	7,0
UBAG	80	7,4	2,8	2,4	22,4	0,34	15	777	79,0	32,5	5,8
UBAG + Verzicht	172	7,2	2,6	2,4	21,3	0,34	16	766	98,0	31,3	5,8
ohne ÖPUL	6	7,1	2,7	2,5	20,1	0,49	3	988	106,2	31,8	7,8
Siloverzicht (HKT)											
ja	283	7,6	2,6	2,5	20,0	0,39	42	1.021	121,1	36,4	7,0
nein	161	7,1	2,7	2,3	22,0	0,38	27	685	70,2	29,4	6,2
Bestand bei der Mahd											
nass	15	7,4	2,7	2,8	19,4	0,42	1	1.278	207,5	42,1	9,4
feucht	193	7,4	2,6	2,3	22,0	0,37	17	587	48,0	28,2	6,1
trocken	236	7,3	2,6	2,3	21,6	0,37	51	695	31,5	28,3	4,2
Mähzeitpunkt											
Morgen	52	7,7	2,6	2,5	21,1	0,37	6	724	59,8	30,2	3,8
Vormittag	200	7,4	2,7	2,5	21,0	0,37	25	950	106,4	32,9	7,1
Mittag	99	7,2	2,7	2,5	22,0	0,41	17	901	130,8	31,1	9,3
Nachmittag	59	7,3	2,7	2,4	20,5	0,39	12	751	76,6	31,9	4,8
Abend	34	7,1	2,6	2,4	20,4	0,37	9	939	104,7	38,3	8,1
Mähgerät											
Trommel	68	6,5	2,5	2,5	19,5	0,34	11	1.156	123,9	33,6	6,7
Scheiben	239	6,6	2,5	2,5	19,3	0,36	36	916	120,9	36,8	7,0
Messerbalken	88	6,3	2,5	2,4	19,7	0,39	9	967	111,2	31,4	6,4
Mähauflbereiter	48	6,4	2,6	2,3	20,0	0,39	12	722	95,2	33,9	8,1
Schnitthöhe											
unter 5 cm	33	7,5	2,6	2,4	20,3	0,42	4	1.110	82,5	28,0	4,2
5 bis 7 cm	322	7,2	2,6	2,5	21,6	0,37	40	807	108,3	36,4	7,9
über 7 cm	89	7,4	2,7	2,5	21,1	0,36	25	643	96,2	34,3	7,7
Zetthäufigkeit											
1 ×	48	7,6	2,6	2,4	20,6	0,33	6	775	80,1	33,2	8,5
2 ×	159	7,7	2,6	2,6	20,8	0,37	22	968	115,5	35,6	5,5
3 ×	169	7,1	2,7	2,4	21,0	0,41	33	864	92,1	33,0	6,1
öfter als 3 ×	68	6,9	2,7	2,4	21,5	0,42	8	806	95,0	29,8	6,4
Nachtschwad											
nein	405	7,4	2,7	2,4	21,7	0,35	60	838	110,2	31,2	8,1
ja	39	7,3	2,6	2,5	20,2	0,42	9	869	81,2	34,6	5,1
Dauer der Feldphase											
bis 24 h	51	7,6	2,7	2,6	21,9	0,38	6	1.269	136,7	39,1	10,2
24 bis 36 h	238	7,5	2,7	2,4	21,5	0,40	31	986	97,8	31,8	5,6
36 bis 48 h	118	7,1	2,7	2,3	21,6	0,38	20	858	97,5	27,7	6,9
48 bis 72 h	32	7,1	2,8	2,1	22,7	0,39	11	574	120,1	34,3	9,0
über 72 h	5	7,5	2,4	2,8	17,2	0,36	1	578	26,2	31,6	1,3
Erntegerät											
Ladewagen	404	7,0	2,7	2,4	21,8	0,38	58	870	96,8	28,5	8,2
Fixkammerpresse	12	6,8	2,9	2,4	22,5	0,43	3	1.101	47,5	24,4	5,0
Variable Presse	16	6,7	2,6	2,3	19,6	0,35	5	1.089	162,1	28,6	6,0
Händisch	10	7,6	2,6	2,6	20,2	0,45	2	587	147,5	32,4	7,9
Sonstige	2	8,6	2,5	2,6	20,8	0,30	1	617	24,4	50,5	5,9
Trocknungsverfahren											
Bodentrocknung	100	7,5	2,6	2,6	19,5	0,39	17	1.100	135,9	33,5	9,3
Kaltbelüftung	178	7,3	2,6	2,4	21,2	0,38	30	810	82,4	32,6	5,8
Warmbelüftung	166	7,3	2,8	2,4	22,2	0,38	22	649	68,8	32,5	4,7

Der Einsatz von Silierzusatzstoffen bei Grassilage

Hansjörg Nußbaum^{1*}

Zusammenfassung

Die Kenntnis gärobiologischer Prozesse ist Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Silierzusatzmitteln. Dazu müssen die Eigenschaften einzelner Silierzusatzarten, die Futtereigenschaften, aber auch die betrieblichen Gegebenheiten bekannt sein. Dazu gehört auch die Beachtung der rechtlichen Vorgaben. Am Grundschemata zur Erzeugung qualitativ hochwertiger Grassilagen hat sich nichts geändert. Das heißt, dass beim Einhalten der bekannten Silierregeln auch ohne Zusatzmittel eine gute Grassilage erzeugt werden kann.

In bestimmten Situationen kommen Siliermittel gezielt – dann aber richtig dosiert und technisch verteilt – zum Einsatz. Die Flüssigapplikation geringer Mengen (ULV) mittels Kartuschensystem setzt sich derzeit auf Grund des flexiblen Einsatzes und guter Wirkungssicherheit durch und ist zu begrüßen. Die Abschätzung eines möglichen Mitteleinsatzes wird je nach Erntesituation aufgezeigt. Bei der eigentlichen Mittelwahl ist das DLG-Gütezeichen aufgrund neutraler Versuchsergebnisse hilfreich. Die Wirtschaftlichkeit des Mitteleinsatzes hängt von den Anwendungskosten und den erreichbaren Effekten sowie deren einzelbetrieblichen Bewertung ab. Generell gilt: Siliermittel können grobe Fehler beim Silieren nicht ausgleichen! Demnach gilt es zuerst die Ursachen einer unbefriedigenden Gärqualität zu ermitteln und diese abzustellen und dann erst über den Siliermitteleinsatz nachzudenken.

Schlagwörter: Silage, Silierzusatz, Gras, Wirtschaftlichkeit, Auswahlsschema

Summary

Knowledge of the fermentation process is the precondition for a successful use of silage additives. It is necessary to be familiar with the features of the distinct types of silage additives, features of the forage as well as with operational facts. Observance of the legal basis also belongs to these preconditions. So long, nothing has changed in the basic principle for the production of high-quality grass silage. This means, if all the well-known silage rules are observed, it will be possible to produce good grass silage also without any additives. In certain situations silage additives are pointedly deployed – well dosed and technically distributed. At this time the liquid application of small portions (ULV) by means of a cartridge system prevails because of its flexible use and its high guarantee of effectiveness. Depending on the actual harvesting situations the estimation of a possible application is shown. In order to choose the right means the DLG-quality label helps through neutral test results. The profitability of the use of additives depends on their costs of application and on the achievable effects as well as on their individual evaluation. Generally, one can say: silage additives cannot compensate elementary mistakes in the production of silage! Thus, it is important not to consider the use of silage additives before having found out and intercepted the reasons of dissatisfying silage quality.

Keywords: silage, silage additive, grass, economy, selection scheme

1. Einleitung

Die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung hängt maßgeblich von den produktionstechnischen Faktoren ab. Die aktuelle Betriebszweigauswertung aus Baden-Württemberg zeigt insbesondere den positiven Effekt einer hohen Milchleistung aus dem Grobfutter auf (*Tabelle 1*). Daraus geht die Bedeutung einer guten Silagequalität hervor. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welchen Einfluss Silierzusätze auf Futterwert und Gärqualität von Grassilage ausüben können.

Der gezielte und wirtschaftliche Einsatz von Silierzusatzstoffen bei Grassilage hängt von mehreren Faktoren ab. Zunächst müssen die Eigenschaften der einzelnen Siliermittelarten und ihr möglicher Ansatzpunkt im Gärprozess bekannt sein (HONIG 1987). Daneben spielen die Silierbarkeit (Gehalt an Zucker, Pufferkapazität und Nitrat) sowie die physikalischen (Entwicklungsstadium, Häcksellänge) und biologischen (epiphytischer Keimbesatz) Eigenschaften des

Tabelle 1: Wichtige betriebswirtschaftliche und produktionstechnische Kennzahlen aus dem Rinderreport Baden-Württemberg (SCHERER 2013)

Wirtschaftsjahr 2011/2012 n=445	Ø	oberes Viertel	unteres Viertel
Kühe je Betrieb	74	82	62
Milch ECM kg/Kuh	8.017	9.016	7.048
Kraft- und Saftfutter g/l Milch	272	250	296
Milch aus Grobfutter l	3.680	4.542	2.905
Milch aus Grobfutter (%)	45,9	50,4	41,2
Milchpreis ct/l	38,8	39,9	38,1
Deckungsbeitrag ct/l Milch (vor Grobfutter)	25,1	27,6	22,0

Erntegutes eine wichtige Rolle (JÄNICKE 2011). Hinzu kommen betriebliche Gegebenheiten wie Silodimensionierung, Walzleistung, Abdecksystem und Entnahmevorschub (NUSSBAUM 2006b). Deshalb kann die Verwendung von Silierzusätzen nicht mit einem Pauschalrezept beantwortet

¹ LAZBW Aulendorf, Baden-Württemberg, Atzberger Weg 99, D-88326 Aulendorf

* Ansprechpartner: Dr. Hansjörg Nußbaum, email: hansjoerg.nussbaum@lazbw.bwl.de

werden, zumal auch Anwendungsfehler die Wirksamkeit beeinträchtigen können (KUNG 2009) und eine passende Dosier- und Applikationstechnik vorhanden sein muss. Seit 2010 müssen auch neue rechtliche Rahmenbedingungen beachtet werden.

2. Rechtliche Rahmenbedingungen

Silierzusatz- und Konservierungsstoffe sind europaweit geregelt. Sie gehören nach der EG-Verordnung 1831/2003 zu den Futterzusatzstoffen und unterliegen deshalb einer amtlichen Zulassung, bei der Wirksamkeit und Unbedenklichkeit aller Wirkstoffe geprüft werden. Seit 2010 gelten EU weit neue rechtliche Rahmenbedingungen. Die Futtermittel-Hygiene-Verordnung (EG 1831/2005) unterscheidet in der Anwendung zwischen Silier- und Konservierungsmitteln. Siliermittel können im Rahmen der sogenannten Primärproduktion ohne Auflagen eingesetzt werden. Sie unterliegen keiner Aufzeichnungspflicht. Demgegenüber muss sich der Betrieb beim Einsatz von Konservierungsmitteln (z.B. Propion- oder Sorbinsäure) registrieren lassen und jeden Einsatz dokumentieren. Dazu zählt auch deren Einsatz bei der Behandlung von Anschnittflächen im Silo oder von Futtermischungen.

3. Einteilung und Merkmale von Silierzusätzen

Siliermittel greifen an verschiedenen Stellen in die biologischen Prozesse steuernd ein, verbessern die Silierbarkeit des Erntegutes oder unterdrücken Gärschädlinge (McDONALD et al. 1991). Die Mittel können nach ihrem Ansatzpunkt im Gärprozess eingeteilt werden (Abbildung 1). Sie kommen allein oder in Kombination zum Einsatz. Man unterscheidet Substrate, homo- oder heterofermentative Milchsäurebakterien sowie chemische Zusätze auf Basis von Neutralsalzen oder Säuren. Eine untergeordnete Rolle spielen bisher Zusätze, die Enzyme wie z.B. Zellulasen oder Hemizellulasen enthalten. Futterharnstoff darf derzeit nicht zu Silier- oder Konservierungszwecken, jedoch als ernährungsphysiologischer Zusatzstoff beim Wiederkäuer

zur Stickstoff-Ergänzung (insbesondere bei Maisprodukten) eingesetzt werden. Dieser Einsatz ist zu dokumentieren.

Einteilung:

1. Substrate (Zucker, Melasse, Schrote etc.)
2. Milchsäurebakterien (homofermentativ, heterofermentativ)
3. Chemische Zusätze (Neutralsalze oder Säuren)
4. Enzyme (z.B. Zellulasen, Hemizellulasen)
5. Sonstige (u.a. Trockeneis)
6. Kombimittel

3.1 Substrate

Substrate wie Melasse, Zuckerschnitzel bzw. Mais- oder Getreideschrote sind keine Silierzusätze im eigentlichen Sinn, sollen jedoch zusätzlich vergärbare Kohlenhydrate als Nahrung für Milchsäurebakterien liefern und somit den Gärverlauf fördern bzw. das Futter energetisch aufwerten. Substratergänzung kommt folglich bei Siliergut mit Zuckermangel in Frage und/oder, wenn eine hohe Pufferkapazität vorhanden ist. Beispiele sind sehr junge Frühjahrs- oder Herbstaufwüchse, vor allem aber kleereiches Siliergut (Tabelle 2) mit Kleeanteilen von mehr als zwei Drittel des Erntegutes.

Aus dem Vergleich von Kontrolle zur Behandlung mit Milchsäurebakterien (MSB homo) bzw. Zugabe von Melasse ist anhand der Gehalte an Milchsäure zu erkennen, dass das Angebot an Gärsubstrat für die Milchsäuregärung limitierend war.

Muss bei derart schwer silierbarem Ausgangsmaterial allerdings Nasssilage mit weniger als 25 % TM einsilert werden, so ist die Gefahr groß, dass bei Verschmutzung feuchtelebende Buttersäurebakterien ebenfalls vom zusätzlichen Substrat profitieren. Gleichzeitig kann über Gärkraft Zucker verloren gehen. Beim Einsatz von zuckerhaltigen Zusätzen sind also TM-Gehalte von mindestens 27 – 30 % TM optimal. Bei Anwelkgraden von über 40 % TM kann nach dem Melasseinsatz der Restzuckergehalt in den Silagen aufgrund der verhaltenen Gärung zunehmen. Damit kann

das Risiko der Nacherwärmung insbesondere bei zu niedrigem Vorschub bei der Entnahme ansteigen.

Melasse weist etwa 70 % TM und ca. 8 MJ NEL/kg TM auf. Sie wird mit einer Aufwandmenge von mindestens 20 kg (Gras) bis rund 40 kg (Leguminosen) je Tonne Erntegut eingesetzt. Sie kann mittels Vorrattank in der Fronthydraulik über einen Auslauf direkt auf den Schwad appliziert werden. Genauer ist jedoch eine Exaktdosierung am Häcksler, der mittels Pumpe aus einem angehängten Tankwagen die Melasse am Auswurfkrümmer dem Häckselgut zudosiert.

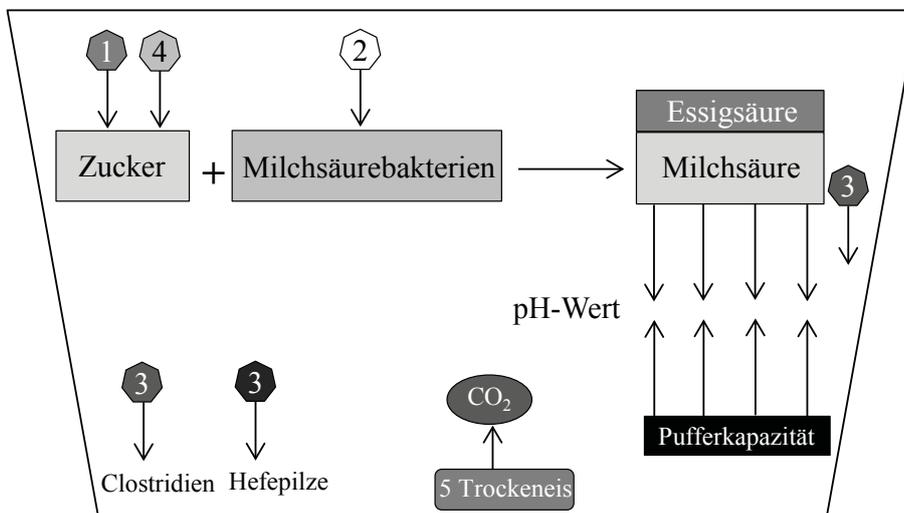


Abbildung 1: Ansatzpunkte verschiedener Siliermittel (NUSSBAUM 2006b)

Tabelle 2: Einfluss verschiedener Silierzusätze auf Energiegehalt und Gärqualität von feuchter Luzernesilage (3. Aufwuchs 2007, Aulendorf) nach 90 Tagen Gärdauer

Variante	n	TM _k	NEL	pH	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure	Ameisen- säure	NH ₃ N
		%	MJ/kg TM			% der TM _k			% des N _t
Kontrolle	3	26,3 ^d	4,9 ^b	4,43 ^b	5,9 ^b	2,4 ^a	0,0	0,0 ^b	10,4 ^a
MSB homo	3	26,0 ^e	4,7 ^b	4,36 ^c	5,9 ^b	2,3 ^a	0,0	0,0 ^b	10,1 ^a
Melasse (40 kg/t FM)	3	27,4 ^a	5,2 ^a	4,18 ^e	7,4 ^a	1,9 ^b	0,0	0,0 ^b	7,3 ^b
MSB homo plus Melasse	3	27,5 ^a	5,2 ^a	4,17 ^e	7,4 ^a	1,4 ^c	0,0	0,0 ^b	6,3 ^c
Ameisensäure (4,25 l/t FM)	3	26,6 ^c	5,2 ^a	4,24 ^d	3,4 ^d	0,6 ^d	0,0	1,2 ^a	6,5 ^c
MSB ho plus Ameisensäure	3	27,1 ^b	5,2 ^a	4,23 ^d	2,8 ^e	0,3 ^e	0,0	1,3 ^a	5,5 ^d
Neutralsalz (3 l/t FM)	3	26,6 ^c	4,8 ^b	4,53 ^a	4,9 ^c	1,5 ^c	0,0	0,0 ^b	10,4 ^a
GD 5 %		0,28	0,18	0,04	0,52	0,10	n.s.	0,13	0,96

Das Ausgangsmaterial wies bei der Ernte Gehalte von 160 g XP/kg TM, 373 g XF/kg TM, einen Quotienten von Zucker zu Pufferkapazität (Z/PK) von 0,6, einen Vergärbarkeitskoeffizienten (VK) von 30,4 sowie 406 mg Nitrat/kg TM auf.

TM_k = Trockenmasse, korrigiert um die bei der Trocknung entstehenden flüchtigen Substanzen.

Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

3.2 Milchsäurebakterien

Silierzusätze, die Milchsäurebakterien enthalten, verfolgen das Ziel, von Anfang an eine möglichst hohe Keimdichte mit erwünschten Mikroorganismen zu erreichen. Sie kommen als Siliermittel in zwei Arten alleine oder in Kombination zum Einsatz:

1. Homofermentative Milchsäurebakterien (MSB homo)
2. Heterofermentative Milchsäurebakterien (MSB hetero)

Die Vorteile dieser biologischen Mittel kommen allerdings nur dann zum Tragen, wenn die geeigneten Anwendungsbereiche von 25 – 45 % TM eingehalten werden, eine gleichmäßige Verteilung der MSB im Siliergut erreicht wird und genügend Gärsubstrat (vergärbare Kohlenhydrate) zur Verfügung stehen. Deshalb sind auch der rechtzeitige Erntetermin und ein maximal zweitägiges Vorwelken sowie das Einhalten der Silierregeln von größter Wichtigkeit. Bei zu trockenem Erntegut lässt die Wirksamkeit nach (Tabelle 3). Milchsäurebakterien können bei allen Erntemaschinen im Bereich der Pick-up flüssig, als Pulver oder Granulat mit entsprechenden Dosiergeräten appliziert werden. Die Flüssig-Applikation setzt sich derzeit aufgrund der schnelleren Wirksamkeit durch. Moderne Systeme mischen dabei erst bei der Anwendung die Präparate mit Wasser oder verwenden direkt hochkonzentrierte Fertigmischungen (Kartuschensystem). Durch Austausch der Kartuschen kann

auf wechselnde Anforderungen und Substratänderungen reagiert werden. Bei diesem System werden feinverstäubende Rotationsdüsen eingesetzt, die eine Reduktion der Wassermenge von bisher 1,5 bis 2,0 Liter je Tonne Erntegut auf 10 bis 50 ml zulassen.

Homofermentative Milchsäurebakterien (MSB homo) vergären Zucker rasch und effektiv ausschließlich zu Milchsäure (Tabelle 3). Vor allem in der konkurrenzintensiven Anfangsphase nach dem Einsilieren werden somit eine schnelle pH-Absenkung und folglich das Ausschalten der Gärschädlinge erreicht. Geringe Gärverluste und demnach eine verbesserte Energiekonzentration (plus 0,1 bis 0,2 MJ NEL/kg TM) sind die positiven Folgen. Allerdings liegt der Essigsäuregehalt (Ziel: 20 – 30 g/kg TM; SPIEKERS 2009) derart behandelter Silage häufig so niedrig, dass die aerobe Stabilität (ASTA) negativ beeinträchtigt werden kann. Erwärmt sich die Silage schon bisher immer wieder während der Entnahme oder im Futtermischwagen und kann der Mindestvorschub von 1,5 m/Woche im Winter bzw. 2,5 m/Woche im Sommer nicht eingehalten werden, ist deshalb vom Einsatz homofermentativer Impfkulturen abzuraten.

Heterofermentative Milchsäurebakterien setzen Zucker zu Milch- und Essigsäure um (Tabelle 4). Bei bestimmten Stämmen (*Lactobacillus buchneri*) wird zudem der Alkohol 1,2-Propandiol (anderer Name: Propylenglykol) gebildet. Durch die Bildung von Essigsäure wird die aerobe

Tabelle 3: Einfluss zweier biologischer Silierzusätze auf die Gärqualität von Grassilage (Deutsches Weidelgras, 1. Aufwuchs 2011) mit unterschiedlichem Anwelkgrad (38 bzw. 58 % TM) nach 90 Tagen Gärdauer

Variante	TM _k %	pH		Milch- säure	Essig- säure % der TM _k	Ethanol	NH ₃ N % des N _t	Zucker % der TM _k	TMV %	ASTA Tage	
		Tag 3	Tag 90							Tag 49	Tag 90
Kontrolle	39,1 ^a	4,8 ^a	4,4 ^a	4,3 ^b	1,6 ^a	0,4	4,4 ^a	15,3 ^a	2,9 ^a	6,8 ^a	13,7 ^a
MSB homo 1	38,7 ^b	4,5 ^b	4,2 ^b	6,6 ^a	0,8 ^b	0,4	3,3 ^b	13,7 ^{ab}	2,0 ^b	2,6 ^b	7,2 ^b
MSB homo 2	38,7 ^b	4,4 ^c	4,2 ^b	6,6 ^a	0,5 ^c	0,5	4,3 ^a	12,6 ^b	1,9 ^b	1,4 ^c	8,9 ^b
GD 5 %	0,16	0,04	0,02	0,54	0,05	n.s.	0,34	1,87	0,81	1,19	3,68
Kontrolle	58,5 ^{ab}	6,2	6,0 ^a	0,1 ^c	0,15 ^b	2,4 ^a	4,1 ^b	11,4	4,9 ^a	4,9	7,9 ^c
MSB homo 1	58,8 ^a	6,2	4,8 ^c	2,7 ^a	0,24 ^a	0,4 ^b	4,6 ^a	10,8	1,5 ^b	4,9	13,9 ^a
MSB homo 2	57,8 ^b	6,2	5,0 ^b	2,2 ^b	0,17 ^b	0,7 ^b	4,6 ^a	10,1	2,1 ^b	5,7	10,6 ^b
GD 5 %	0,76	n.s.	0,07	0,15	0,04	0,64	0,13	n.s.	0,89	n.s.	0,55

Das Ausgangsmaterial wies bei der Ernte Gehalte von 134 g XP/kg TM, 221 g ADFom/kg TM, einen Quotienten von Zucker zu Pufferkapazität (Z/PK) von 4,5 auf.

TM_k = Trockenmasse, korrigiert um die bei der Trocknung entstehenden flüchtigen Substanzen.

TMV = Verluste an Trockenmasse

ASTA = aerobe Stabilität

Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

Tabelle 4: Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die Gärqualität von Grassilage (Deutsches Weidelgras, 1. Aufwuchs 2010, Aulendorf) **nach 90 Tagen Gärdauer**

Variante	pH 90	Milch- säure	Essig- säure	Propion- säure % der TM _k	Ethanol	Propandiol	NH ₃ N % des N _t	Zucker % der TM _k	ASTA Tage
Kontrolle	4,57 ^c	5,1 ^b	3,7 ^d	0,0 ^c	1,5 ^a	1,9 ^c	5,0 ^c	3,0 ^b	2,5 ^b
MSB ho+he	4,51 ^d	5,8 ^a	4,8 ^c	0,0 ^c	1,6 ^a	4,4 ^a	6,1 ^b	0,3 ^d	9,9 ^a
MSB hetero 1	4,76 ^a	2,8 ^c	6,2 ^a	0,3 ^b	1,6 ^a	2,9 ^b	7,0 ^a	1,2 ^c	9,9 ^a
MSB hetero 2	4,73 ^b	2,5 ^c	5,6 ^b	0,6 ^a	1,6 ^a	0,8 ^c	7,0 ^a	4,1 ^a	9,9 ^a
Chem. Zusatz	4,55 ^c	5,4 ^{ab}	3,2 ^e	0,0 ^c	0,7 ^b	1,3 ^d	5,3 ^{bc}	3,8 ^a	9,9 ^a
LSD 5 %	0,036	2,23	0,43	0,06	0,30	0,38	0,95	0,58	0,80

Das Ausgangsmaterial wies bei der Ernte Gehalte von 133 g XP/kg TM, 283 g ADFom/kg TM), einen Quotienten von Zucker zu Pufferkapazität (Z/PK) von 1,85, einen Vergärbarkeitskoeffizienten (VK) von 43,5 sowie weniger als 350 mg Nitrat/kg TM auf.

TM_k = Trockenmasse, korrigiert um die bei der Trocknung entstehenden flüchtigen Substanzen.

ASTA = aerobe Stabilität

Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

Stabilität verbessert. Deshalb kommen heterofermentative Milchsäurebakterien vor allem dann zum Einsatz, wenn Nacherwärmung verhindert werden soll. Allerdings treten etwas höhere Gärverluste auf. Beim Einsatz von MSB hetero ist auf einen Trockensubstanzgehalt von mindestens 30 % zu achten. Wichtig ist eine luftdichte und ungestörte Gärung von mindestens 8 Wochen, weil die Essigsäurebildung erst in einer Sekundärfermentation zeitlich verzögert zur Milchsäuregärung erfolgt.

3.3 Chemische Zusätze

Chemische Mittel kommen vor allem bei schwierigen Ernte- und Silierbedingungen (erdige Anhaftungen) oder zur Verhinderung von Nacherwärmung zum Einsatz. Beispiele sind zuckerarmes und/oder verschmutztes Erntegut insbesondere dann, wenn kaum oder nicht angewelkt werden kann. Dazu zählen auch kleereiche Ackerfuttermischungen, wasserreiche Zwischenfrüchte, Futteraufwüchse im Spätherbst bei ungünstigen Vorwelkbedingungen, Futter nach einer längeren Feldperiode (über 4 Tage) und Extensivaufwüchse mit niedrigem Nitratgehalt. Die Aufwandmengen bewegen sich meist zwischen 2 und 4 Litern (bzw. Kilogramm) je Tonne Erntegut.

Chemische Zusätze enthalten entweder

- Säuren oder sogenannte
- Neutralsalze.

Säurehaltige Silier- oder Konservierungsmittel enthalten überwiegend organische Säuren wie Ameisen-, Benzoe-, Sorbin und Propionsäure. Aus Gründen der Handhabung und Sicherheit kommen Säuren meist abgepuffert oder als streufähige Salze auf den Markt. Sie haben die Aufgabe, den pH-Wert unabhängig von der Milchsäuregärung abzusenken. Hinzu kommt eine unspezifisch hemmende Wirkung auf Bakterien. Säurehaltige Zusätze werden auch zur Verbesserung der aeroben Stabilität eingesetzt. Für den

Einsatz säurehaltiger Zusätze sind spezielle, säurefeste Dosiergeräte notwendig.

Neutralsalze enthalten meist Nitrat, Nitrit oder HMT (Hexamethylenetetramin) als keimhemmende Substanzen. Sie schalten Gärschädlinge, insbesondere Buttersäurebakterien, ohne Säurewirkung aus. Deshalb darf beim Einsatz dieser Mittel ein Mindestzuckergehalt von 1,5 bis 2,0 % der Frischmasse nicht unterschritten werden, damit auch eine ausreichende Milchsäuregärung in Gang kommt.

In einem Aulendorfer Versuch mit Herbstaufwüchsen aus zehn verschiedenen Einzelarten bzw. Ackerfuttermischungen wurde kaum angewelkt mit und ohne Siliermittel und angewelkt in Laborsilos einsiliert (NUSSBAUM 2007). In *Tabelle 5* sind die Effekte des chemischen Zusatzes (Gemisch aus Propion- und Ameisensäure, 4,5 l/t FM) als Mittelwerte aller Futterarten dargestellt. Der Zusatz bewirkte bei den nicht angewelkten Silagen eine Reduzierung der Gärverluste sowie verminderte Bildung von Essig- und Buttersäure. Demgegenüber lagen die Milchsäuregehalte höher und folglich der pH-Wert niedriger. Anwelken auf durchschnittlich 27,2 % TM verbesserte sowohl Futterwert und Gärqualität der Silagen, wengleich die Effekte des Silierzusatzes nicht erreicht wurden. Hinsichtlich Gärqualität schnitten Partien bzw. Mischungen mit Luzerne am schlechtesten ab.

3.4 Enzyme

Enzyme sollen im Erntegut ursprünglich nicht vergärbare Strukturbestandteile wie Zellulose oder Hemizellulose aufspalten und dadurch den Milchsäurebakterien verwertbare Kohlenhydrate zuliefern. Enzymhaltige Zusatzmittel kommen derzeit überwiegend in Kombination mit Milchsäurebakterien auf den Markt. Allerdings sind die Effekte bei den häufig geringen Aufwandmengen unbefriedigend, insbesondere bei physiologisch älteren Aufwüchsen. Derzeit gibt es Neuentwicklungen, bei denen nicht Enzyme

Tabelle 5: Einfluss eines chemischen Silierzusatzes auf die Gärqualität von Grassilage (Mittelwert von 10 Einzelarten bzw. Ackerfuttermischungen, 4. Aufwuchs 2005) **nach 90 Tagen Gärdauer**

Silage	Zusatz	TM	NEL	pH-Wert	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure	NH ₃ N	Gär- verluste
		%	MJ/kg TM		g/kg TM	g/kg TM	% des N _t	%	
Nasssilage	ohne	16,6	5,5	4,8	86	38	3	11,3	7,3
Nasssilage	chem. 4,5l/tFM	18,2	5,7	4,4	104	17	0	9,9	3,0
Anwelksilage	ohne	27,2	5,6	4,7	90	31	0	10,2	5,1

zugesetzt werden, sondern bestimmte heterofermentative Milchsäurebakterien Ferulatesterase bilden, die unverdauliche Zellwandbestandteile aufschließen sollen (Tabelle 6). Der Zusatz hatte einen positiven Effekt auf die Gehalte an Milch- und Essigsäure und folglich auf den pH-Wert. Die aerobe Stabilität wurde signifikant verbessert. Im Verdauungsversuch mit je 5 Hammeln konnte jedoch keine Veränderung in allen Parametern der Verdaulichkeit festgestellt werden. Der Gehalt an Energie lag tendenziell unter dem der Kontrolle.

3.5 Sonstige Silierzusätze

Sonstige Zusätze wie Trockeneis können bei speziellen Anforderungen eingesetzt werden. Trockeneis besteht aus Kohlendioxid, das bei -60 °C in Tiefkühltruhen transportiert und gelagert wird. Im Silo setzt ein Kilogramm Trockeneis 600 Liter CO₂ frei. Damit soll vorhandene Restluft verdrängt und das Futter quasi gekühlt werden. Trockeneis wird in Großbetrieben eingesetzt, die über mehrere Tage auch sehr trockene Partien einsilieren.

In einem kombinierten Praxis- und Exaktversuch in Aulendorf wurde im Herbst 1995 Trockeneis (TE) bei Maissilage (41 % TM) mit einer Aufwandmenge von 1 kg TE/m³ Silage einsiliert. Die Beschaffung funktionierte ohne Probleme, ebenso die Zwischenlagerung, Zerkleinerung und Verteilung. Hinsichtlich der Futter- und Gärqualität konnten keinerlei Unterschiede zwischen der behandelten und unbehandelten Variante festgestellt werden, obwohl der trockensubstanzreiche und stark mit Hefepilzen besiedelte Silomais für den Vergleich bestens geeignet war. Die aerobe Stabilität wurde durch das Trockeneis ebenfalls nicht verbessert (Tabelle 7). Deshalb wird der Einsatz von Trockeneis zur Verhinderung von Nacherwärmung bei anfälligen Silagen (trockene Gras- oder Maissilagen bei geringer Verdichtung und geringem Vorschub) bei rascher Silobefüllung und zügiger Abdeckung mit Silofolie nicht empfohlen.

3.6 Kombimittel

Kombimittel aus Milchsäurebakterien und chemischen Komponenten sollen die Vorteile der beiden Zusätze kom-

Tabelle 6: Einfluss eines biologischen Silierzusatzes auf die Gärqualität und Verdaulichkeit von Grassilage (2. Aufwuchs 2005, Aulendorf) nach 90 Tagen Gärdauer

Variante	n	TM _k %	NEL MJ/kg TM	pH	Milch- säure %	Essig- säure % der TM _k	Propandiol	NH ₃ N % des N _t	ASTA Tage	n	Verdauungsversuch dTM %	dOM %
Kontrolle	3	52,0	6,6	4,6 ^a	3,1 ^b	1,1 ^b	0,0 ^b	5,3	4,4 ^b	5	69,9	74,4
MSB he	3	52,8	6,4	4,4 ^b	5,0 ^a	1,7 ^a	0,5 ^a	5,0	12,9 ^a	5	70,6	75,0
GD 5 %		n.s.	n.s.	0,15	0,30	0,34	0,15	n.s.	0,04		n.s.	n.s.

Das Ausgangsmaterial wies bei der Ernte Gehalte von 172 g XP/kg TM, 250 g ADFom/kg TM, einen Quotienten von Zucker zu Pufferkapazität (Z/PK) von 1,84, einen Vergärbarkeitskoeffizienten (VK) von 67,2 sowie 1.086 mg Nitrat/kg TM auf.

TM_k = Trockenmasse, korrigiert um die bei der Trocknung entstehenden flüchtigen Substanzen.

ASTA = aerobe Stabilität

dTM und dOM = Verdaulichkeit der Trockenmasse und der organischen Masse.

Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

Tabelle 7: Einfluss von Trockeneis (1 kg/m³) auf die Gärqualität und aerobe Stabilität von Maissilage (NUSSBAUM 1996)

Variante	TM %	XP	XF	XA	NEL MJ/kg TM	pH	Milch- säure % der TM _k	Essig- säure % der TM _k	nach 9-tägiger aeroben Lagerung °C	pH
ohne Trockeneis	40,8	7,7	16,7	3,2	6,85	3,8	4,5	0,9	42,3	6,39 ^b
mit Trockeneis	41,5	7,6	16,5	3,2	6,80	3,8	4,6	0,9	43,7	6,73 ^a
GD 5 %	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,1

TM_k = Trockenmasse, korrigiert um die bei der Trocknung entstehenden flüchtigen Substanzen.

Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

Tabelle 8: Einfluss verschiedener Silierzusätze, alleine oder in Kombination eingesetzt, auf die Gärqualität von Grassilage (1. Aufwuchs 2008, Allgäu) nach 90 Tagen Gärdauer.

Variante	n	TM _k %	NEL MJ/kg TM	pH	Milch- säure % der TM _k	Essig- säure % der TM _k	NH ₃ N % des N _t	Zucker % der TM _k
Kontrolle	3	39,8 ^{bc}	6,72 ^b	4,41 ^c	5,5 ^b	3,0 ^a	4,0 ^b	4,5 ^{cb}
MSB homo	3	40,1 ^{abc}	6,66 ^d	4,09 ^f	9,5 ^a	0,7 ^c	1,7 ^d	3,9 ^{cd}
MSB ho+Ameisensäure ¹	3	40,5 ^a	6,77 ^a	4,37 ^d	5,0 ^b	0,3 ^f	1,4 ^d	9,3 ^a
MSB ho+K-Sorbat ²	3	40,3 ^{ab}	6,68 ^{cd}	4,11 ^f	9,8 ^a	0,7 ^c	1,5 ^d	3,8 ^{cd}
MSB ho+Melasse ³	3	40,5 ^a	6,73 ^b	4,10 ^f	9,6 ^a	0,7 ^c	1,7 ^d	5,3 ^b
Chem. Zusatz 4l/t FM	3	39,0 ^d	6,69 ^c	4,49 ^b	5,0 ^b	2,0 ^b	5,6 ^a	5,0 ^b
Neutralsalz 3 l/t FM4	3	39,7 ^c	6,72 ^b	4,81 ^a	4,2 ^c	1,7 ^c	4,1 ^b	5,4 ^b
MSB homo II	3	38,8 ^d	6,67 ^{cd}	4,16 ^e	9,7 ^a	0,9 ^d	3,2 ^c	3,2 ^d
GD 5 %		0,54	0,02	0,04	0,48	0,14	0,31	1,00

¹ = 4 l/t FM abgepufferte Ameisensäure; ² = 400 g/t FM; ³ = 30 kg/t FM; Neutralsalz: 30 % Natriumnitrit, 20 % Hexamethylentetramin; weidelgrasbetonter Pflanzenbestand mit sehr guter Silierbarkeit (nicht bestimmt).

TM_k = Trockenmasse, korrigiert um die bei der Trocknung entstehenden flüchtigen Substanzen.

binieren (NUSSBAUM 2009). Im Versuch waren positive Effekte der Milchsäurebakterien auf die Gärqualität zu erkennen (Tabelle 8). Die Gehalte an Energie wurden aufgrund des physiologisch sehr jungen Erntegutes nicht beeinflusst bzw. lagen in den behandelten Silagen teilweise geringfügig unter denjenigen der Kontrolle. Die aerobe Stabilität wurde in diesem Versuch nicht bestimmt. Hier wären sicherlich positive Effekte der chemischen Komponenten, auch in Kombination mit homofermentativen Milchsäurebakterien, zu erwarten gewesen.

4. DLG-Gütezeichen

Bei der Auswahl von Silier- und Konservierungsmitteln leistet das DLG-Gütezeichen für Siliermittel wertvolle Hilfestellung. Zusätze mit DLG-Gütezeichen sind bei neutralen Versuchseinrichtungen nach DLG-Prüfrichtlinien mehrfach getestet worden und werden regelmäßig auf Zusammensetzung und Wirksamkeit überprüft. Das DLG-Gütezeichen unterscheidet Wirkungsgruppen und Anwendungsbereiche (Tabelle 9). Seit 2013 gibt es die Wirkungsrichtung 6, die den Methanerzeugungswert für Biogasbetriebe abgreift

(NUSSBAUM und STAUDACHER 2012, NUSSBAUM 2012).

Derzeit gibt es über 60 positiv geprüfter Mittel auf dem Markt. Eine Übersicht über die DLG-geprüften Siliermittel, die bei einer Mittelauswahl vorrangig in Frage kommen, kann bei der DLG in einer Internet-Datenbank über www.guetezeichen.de oder www.dlg.org/siliermittel.html abgerufen werden.

Für den Praktiker sind insbesondere Zusätze wirtschaftlich interessant, die positive Effekte bei der Futtermittelaufnahme bzw. Umsetzung in Milch oder Fleisch nach sich ziehen können. Für die Verleihung dieser Gütezeichen müssen in mehreren neutralen Versuchen signifikante Mehrleistungen von mindestens 1 Liter Milch pro Kuh und Tag bzw. in der Mast um 5 % verbesserte Tageszunahmen nachgewiesen werden. Silierzusätze der Wirkungsrichtung „4cMilch“ beinhalten derzeit ausschließlich homofermentative Milchsäurebakterien. In Tabelle 10 sind die Ergebnisse 8 verschiedener Produkte als Mittelwerte aufgelistet (NUSSBAUM 2006a). Sie weisen eine rasche und intensive Milchsäuregärung auf, sind jedoch aufgrund der niedrigeren Gehalte an Essigsäure anfälliger für eine Nacherwärmung.

Tabelle 9: DLG-Gütezeichen: Einteilung der Wirkungsrichtungen und Anwendungsbereiche

Wirkungsrichtung	Anwendungsbereich
1 Verbesserung des Gärverlaufes	a) schwer silierbares Futter b) mittelschwer bis leicht silierbares Futter im unteren TM-Bereich (< 35 % TM) c) mittelschwer bis leicht silierbares Futter im oberen TM-Bereich (> 35 – 50 % TM) d) spezielle Futterarten
2 Verbesserung der aeroben Stabilität	
3 Reduzierung von Gärstaft	
4 Verbesserung	a) des Futtermittelwertes b) der Verdaulichkeit der Silage c) des Fleisch- bzw. Milcherzeugungswertes der Silage
5 zusätzliche Leistungen	z.B. Verhinderung der Vermehrung von Clostridien sporen
6 Verbesserung des Methanerzeugungswertes der Silage durch	a) Reduzierung von Gärverlusten b) Verhinderung von Nacherwärmung c) Sonstige Wirkungen

Tabelle 10: Effekte homofermentativer Milchsäurebakterien auf Futterwert, Gärqualität und aerobe Stabilität von Grassilage (1. Aufwuchs 2004, Aulendorf)

Parameter	Gärdauer Tage	Luftstreß	Silierzusatz			
			ohne	MSB ho ¹	(Spanne)	MSB ho+he ²
NEL (MJ/kg TM)	49	ja	6,6	6,7	(6,5 – 6,8)	6,6
	90	nein	6,6	6,5	(6,4 – 6,7)	6,4
pH-Wert	3	nein	5,9	5,3	(4,9 – 5,8)	5,7
	49	ja	4,5	4,1	(4,0 – 4,1)	4,3
Milchsäure (% der TM _k)	49	ja	4,7	9,5	(8,8 – 10,5)	6,2
	90	nein	4,4	9,3	(8,7 – 10,6)	6,9
Essigsäure (% der TM _k)	49	ja	1,9	0,9	(0,4 – 1,5)	2,0
	90	nein	1,7	0,9	(0,5 – 1,5)	2,4
Propandiol (% der TM _k)	49	ja	0	0	0,1	
	90	nein	0	0	0,9	
aerobe Stabilität Tage bis +3 °C	49	ja	4,1	2,1	(0,8 – 3,7)	7,1
	90	nein	8,5	6,2	(3,5 – 8,9)	9,4

¹ = Homofermentative Milchsäurebakterien (Mittelwerte aus 8 Zusätzen) mit DLG-Gütezeichen 4cMilch

² = Zusatz mit homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien, DLG-Gütezeichen WR 2

Das Ausgangsmaterial wies bei der Ernte Gehalte von 164 g XP/kg TM, 217 g XF/kg TM), einen Quotienten von Zucker zu Pufferkapazität (Z/PK) von 3,15, einen Vergärbarkeitskoeffizienten (VK) von 54,6 sowie 88 mg Nitrat/kg TM auf.

TM_k = Trockenmasse, korrigiert um die bei der Trocknung entstehenden flüchtigen Substanzen.

5. Auswahlschema für Siliermittel bei Grassilage

Der Einsatz von Siliermitteln bei Grassilage kann sich an *Abbildung 2* orientieren, wobei der Hinweis erlaubt ist, dass jedes Schema vereinfachend ist und demnach nicht immer allen Gegebenheiten gerecht wird.

Bei ausreichendem Angebot an Substrat (grasreicher Pflanzenbestand, optimales Wuchsstadium, kurze Anwelkdauer etc.) und einem Anwelckgrad zwischen rund 30 bis 40 % ist für das Gelingen einer guten Silage kein Zusatz zwingend notwendig. Wenn bei der Entnahme ein ausreichend großer Vorschub gegeben ist, kann jedoch der Vorteil der MSB homo hinsichtlich einer weiteren Verbesserung der Gärqualität und Zusatzeffekten beim Tier (DLG-Gütezeichen der WR 4 wie verbesserte Futteraufnahme, Verdaulichkeit oder Milch- bzw. Mastleistung) ökonomisch lohnend genutzt werden. Denkbar ist auch, bei „mittlerem“ Vorschub (Winter ca. 1 m, Sommer ca. 2 m/Woche) nur die Hälfte des Futters im unteren Teil des Silos bzw. der Miete zu behandeln und die eher „kritische“ Zone im oberen Teil unbehandelt zu lassen oder aber MSB homo+hetero bzw. MSB hetero zuzusetzen. Derartige Strategien lassen sich mit den neuen Dosiertechniken (Kartuschen-Systeme und ULV-Verfahren) elegant umsetzen.

Wird zwar bei optimalem Wuchsstadium, aber witterungsbedingt feuchter siliert, dann entscheidet die Verschmutzung über den Siliermitteleinsatz. Kann sauber geerntet werden

(Zustand der Grasnarbe, Schnitthöhe, Einstellung der Erntegeräte etc.), dann gelingt die Nass-Silage auch ohne Zusatz. Bei drohender Verschmutzung sollten jedoch chemische Zusätze der Wirkungsrichtung 1a („schwer silierbar“) Verwendung finden.

Wenn aufgrund eines knappen Vorschubs (Winter < 1 m, Sommer < 2 m/Woche) und/oder eines hohen Anwelckgrades (> 40 % TM) Nacherwärmung zu erwarten ist, können biologische Zusätze (MSB homo+hetero, MSB hetero) oder Kombis (MSB homo+Chem.) der WR 2 („Verbesserung der aeroben Stabilität“) bis etwa 45 – 50 % TM die Stabilität verbessern. Bei trockeneren Grassilagen (> 45 – 50 % TM) wirken nur noch chemische Zusätze der WR 2. Bei ungünstigen Ernte- und Silierbedingungen sind im nassen Bereich (< 30 % TM) chemische Zusätze der WR 1a und bei TM-Gehalten von 30 – 40 % Zusätze der WR 1b zu empfehlen. Im TM-Bereich zwischen rund 25 – 40 % kann zusätzlich Melasse (mind. 25 – 30 kg/t Erntegut) als Substratergänzung dosiert werden, sofern eine entsprechende Technik verfügbar ist. Im trockenen Bereich (> 40 – 45 % TM) sind zwar chemische Zusätze denkbar. Es ist jedoch besser, wenn derartige Silagen als Rund- oder Quaderballen mit 6 – 8 Folienlagen siliert werden.

In *Tabelle 11* sind Praxisdaten aus dem Grundfutterreport Baden-Württemberg (1. Aufwuchs 2010) aufgelistet (NUSSBAUM 2011). Nur knapp 10 % aller Grassilagen wurden überhaupt mit Silierzusätzen behandelt, wobei Silagen ohne sicheren Status („nicht bekannt“) wohl überwiegend den nichtbehandelten zugeschlagen werden können.

Der Einsatz von Milchsäurebakterien wirkte sich bei den Praxisilagen über einen niedrigeren pH-Wert positiv auf die Gärqualität, bei den homofermentativen Präparaten auch in einer verbesserten Energiekonzentration (+0,19 MJ NEL/kg TM) aus. Die Aussagen dieser Auswertung sind auf Grund der teilweise sehr geringen Datenbasis behandelte Silagen nur eingeschränkt zu werten.

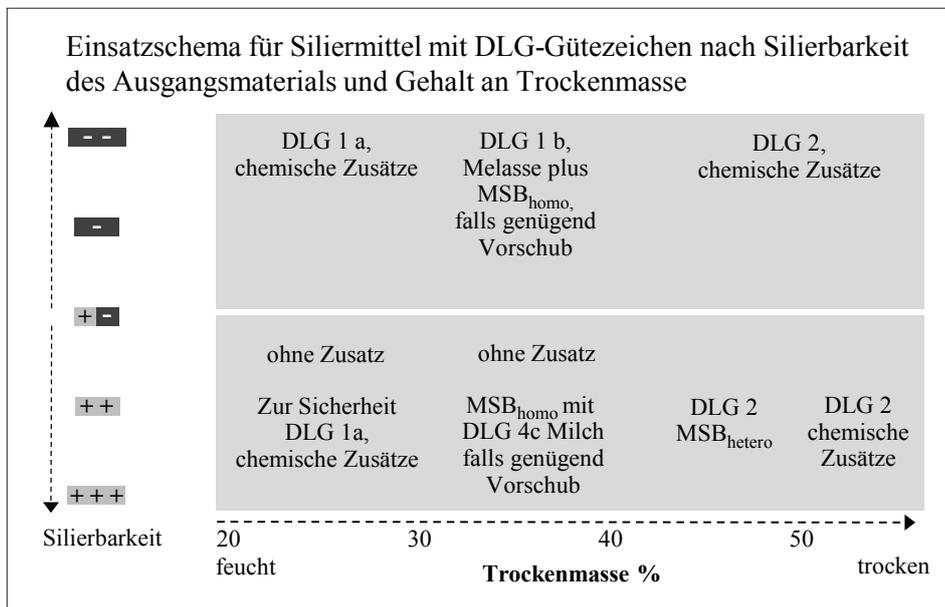


Abbildung 2: Einsatzschema für Siliermittel (NUSSBAUM 2009)

Tabelle 11: Auswertung von Silagedaten aus Praxisbetrieben in Baden-Württemberg (1. Aufwuchs 2010)

Siliermittelgruppe	n	TM g/kg FM	XA	XP	ADF _{om} g/kg TM	NDF _{om}	Zucker	NEL MJ/kg TM	n	pH
Chemisch Neutralsalze	2	288,5	109,0	148,5	291	443	28	5,83	1	4,60
Chemisch Säuren	3	415,0	94,3	165,0	288	470	45	6,09	3	4,57
MSB + Chem (Kombi)	1	297,0	103,0	165,0	282	427	20	6,08	1	4,40
MSB homo	29	338,3	98,5	169,1	260	407	41	6,35	21	4,20
MSB homo + hetero	41	345,7	102,0	162,4	278	430	31	6,14	31	4,34
nicht bekannt	111	348,5	106,4	155,4	268	422	57	6,27	3	4,49
ohne Siliermittel	574	352,8	102,9	155,9	276	427	50	6,16	319	4,51

6. Wirtschaftlichkeit des Siliermitteleinsatzes bei Grassilage

Die Rentabilität des Siliermitteleinsatzes ist stets von substratspezifischen und einzelbetrieblichen Verhältnissen und den jeweils erzielten Effekten abhängig. Sie ist daher nur betriebsspezifisch zu beantworten. Aus Musterkalkulationen

leiten OVER et al. (2011) über abgestufte Berechnungen ökonomische Schlussfolgerungen ab.

Die alleinige Verbesserung von Gärqualität und Energiekonzentration sowie Senkung von Frischmasse-Verlusten können einzelbetrieblich sinnvoll sein. Sie führen meistens zu keinen deutlich positiven ökonomischen Effekten. Positive Effekte treten erst auf, sofern die Verluste um (absolut) mindestens 50 % gesenkt werden werden (Abbildung 3). Ebenso rechtfertigt auch die alleinige Steigerung der Energiegehalte in Silagen nur bei deutlich höherer Energiekonzentration (+0,2 bis 0,4 MJ NEL/kg TM) den doch recht kostenintensiven Siliermitteleinsatz (Abbildung 4).

Ist eine Nacherwärmung zu erwarten, rechnet sich der Siliermitteleinsatz (WR 2), wenn dadurch die aerobe Stabilität deutlich verbessert wird. Führt der Siliermitteleinsatz über einen verbesserten Futterwert zu einer merklichen Steigerung von Futteraufnahme und Milchleistung, ist dieser grundsätzlich lohnenswert. In Jahren mit knapper Versorgung an Grobfutter können durch den Siliermitteleinsatz realisierte höhere Futter- bzw. Energieerträge je Hektar für den Einzelbetrieb einen ungleich höheren Wert darstellen als in Jahren mit reichlicher Futtermittellieferung. Dies gilt ebenso für Betriebe, die sehr flächen- bzw. grobfutterknapp sind sowie in Regionen mit sehr hohen Pachtpreisen.

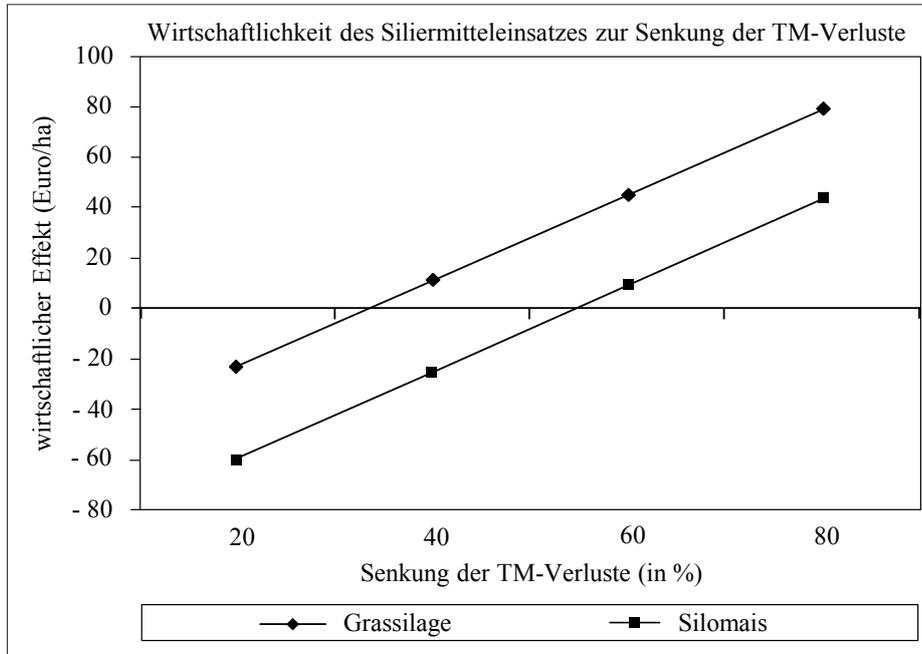


Abbildung 3: Wirtschaftlichkeit des Siliermitteleinsatzes zur Senkung der TM-Verluste. Basisdaten: Grassilage hohes Ertragsniveau 110 dt TM ab Feld, 10 % Konservierungsverluste, Maissilage hohes Ertragsniveau 170 dt TM dt FM ab Feld, 8 % Konservierungsverluste, Siliermittel Gruppe 1 b, c, Kostenansatz 2,00 Euro/t FM Mittel inkl. Applikation

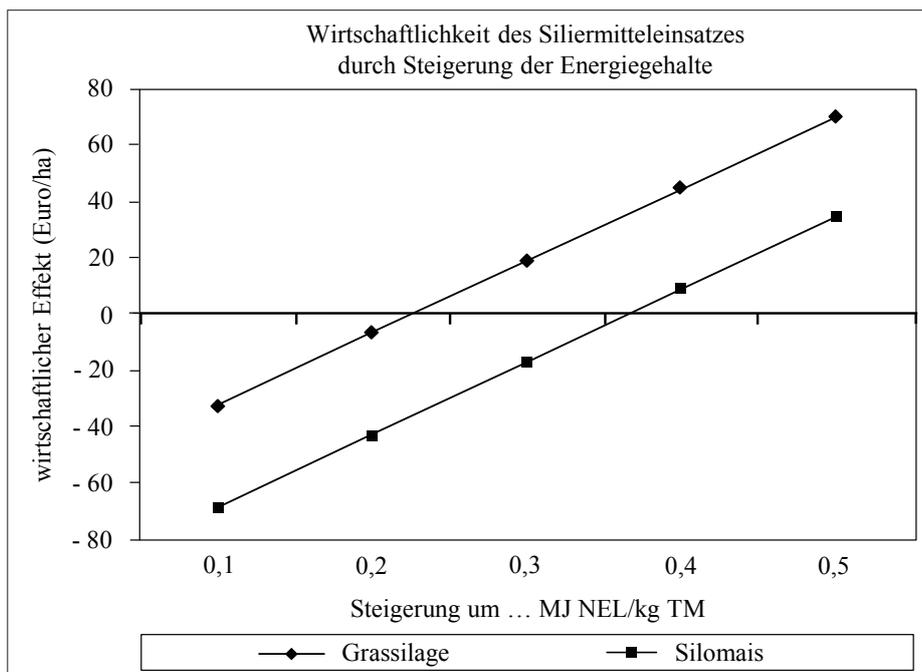


Abbildung 4: Wirtschaftlichkeit des Siliermitteleinsatzes durch Steigerung der Energiegehalte. Basis: Grassilage hohes Ertragsniveau, Ausgangswert 6,02 MJ NEL, Maissilage hohes Ertragsniveau Ausgangswert 6,60 MJ NEL, Siliermittel Gruppe 1 b, c, Kostenansatz 2,00 Euro/t FM Mittel inkl. Applikation

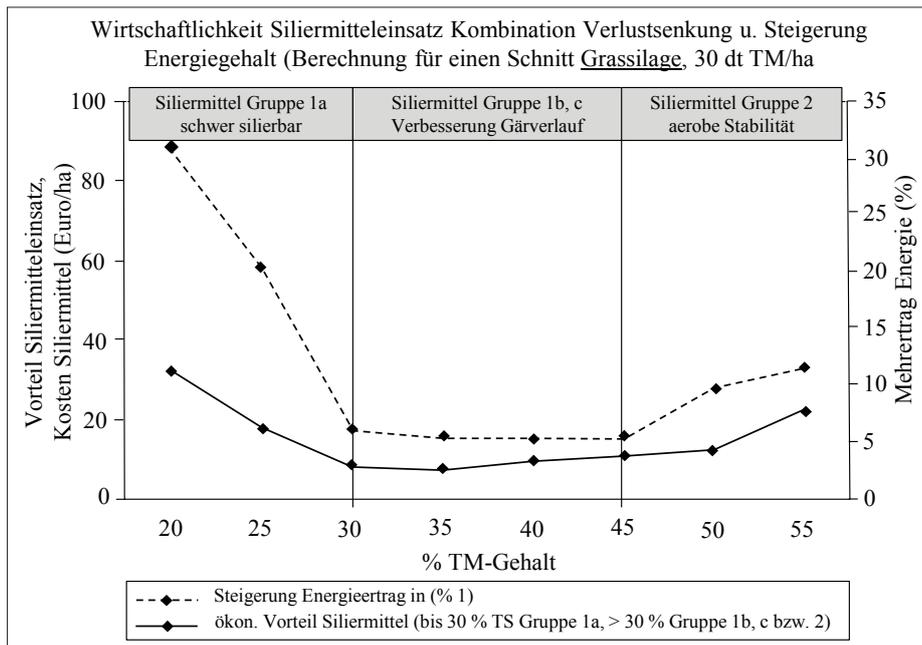


Abbildung 5: Wirtschaftlichkeit des Siliermitteleinsatzes in Grassilagen bei unterschiedlichen TM-Gehalten und Wirkungsrichtungen. Basis: Grassilage, ein Schnitt, hohes Ertragsniveau Ausgangswert 6,02 MJ NEL, Siliermittel Gruppe 1 b,c, Kostenansatz 2,00 Euro/t FM, Siliermittel Gruppe 1a u. 2: 5,00 Euro/t FM Mittel inkl. Applikation

7. Literatur

- HONIG, H., 1987: Gärbiologische Voraussetzungen zur Gewinnung qualitätsreicher Anwelksilage. In: Grünfütterernte und -konservierung, KTBL-Schrift 318, 47-59.
- JÄNICKE, H., 2011: Grobfutter- und Substraterzeugung. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 23-28.
- KUNG, L., 2009: Potential factors that may limit the effectiveness of silage additives. Proceedings of the 15th international silage conference, 27-29th July in Madison, Wisconsin, USA. 37-45.
- McDONALD, P., N. HENDERSON und S. HERON, 1991: The Biochemistry of silage. Chalcombe Publications, 2nd Ed, Academic Press London and New York.
- NUSSBAUM, H., 2003: Silierung von Luzerne unterschiedlichen TS-Gehaltes mit und ohne den Einsatz von Impfkulturen. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Braunschweig 2003, 63-66.
- NUSSBAUM, H., 2006a: Silierzusätze und Steigerung der Milchleistung. Landinfo 02/2006, S. 51-54.
- NUSSBAUM, H., 2006b: Siliermittel richtig auswählen. Rheinische Bauernzeitung, Heft 15, 22-24.
- NUSSBAUM, H., 2007: Klee und Klee gras erfolgreich silieren. Top agrar 5/2007, 66-70.
- NUSSBAUM, H., 2009: Kombisiliermittel: Aufgepasst beim Einsatz. BW Agrar (Schwäbischer Bauer) 16/2009, 14-17.
- NUSSBAUM, H., 2009: Futterkonservierung. In: SPIEKERS, H., H. NUSSBAUM und V. POTTHAST: Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlag Frankfurt a.M., S. 111-203.
- NUSSBAUM, H., 2011: Grundfutterreport Baden-Württemberg 2010. Herausgeber: LAZBW 88326 Aulendorf, April 2011.
- NUSSBAUM, H., 2012: Effects of silage additives based on homo- or heterofermentative lactic acid bacteria on methane yields in the biogas processing. Proceedings of the XVth International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, p. 452-453.
- NUSSBAUM, H. und W. STAUDACHER, 2012: Methane yield – a new DLG-test scheme for silage additives Proceedings of the XVth International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, p. 450-451.
- OVER, R., H. NUSSBAUM und H. SPIEKERS, 2011: Wirtschaftlichkeit des Siliermitteleinsatzes in Mais. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. DLG-Verlag, Frankfurt a.M.
- SCHERER, O., 2013: Rinderreport Baden-Württemberg 2012 – Ergebnisse der Rinderspezialberatung. Herausgeber: Landesanstalt für Entwicklung der ländlichen Räume (LEL), Schwäbisch Gmünd, gemeinsam mit den Beratungsdiensten Milchviehhaltung in Baden-Württemberg, Januar 2013.
- SPIEKERS, H., H. NUSSBAUM und V. POTTHAST, 2009: Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung. ABl. Nr. L268 S.29, ber. ABl. 2004 Nr. L192 S. 34, ABl. 2007 Nr. L98 S.29, EU-Dok.-Nr. 3 2003 R 1831, zuletzt geändert durch Art. 29 ÄndVO (EG) 767/2009 vom 13. 7. 2009 (ABl. Nr. L229 S.1)
- Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene. ABl. Nr. L35 S.1, ber. ABl. 2008 Nr. L50 S.71, EU-Dok.-Nr. 3 2005 R 0183, zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndVO (EU) 225/2012 vom 15. 3. 2012 (ABl. Nr. L77 S.1).

Eiweiß aus Wiesenfutter und Feldfutter – bedarfsdeckend, gesund und kostengünstig

Christian Meusburger^{1*}

Zusammenfassung

Die Eiweißreserven am österreichischen Grünland und im Feldfutterbau sind sehr groß. Die Ausnutzung dieser Reserven ist für die österreichischen Milchviehhalter ein Schritt zu mehr Unabhängigkeit. Bei einer entsprechenden Grundfutterqualität kann mehr als 6.000 kg Milch pro Kuh und Jahr aus dem Grundfutter erzeugt werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich nicht jeder Standort für eine Intensivierung (Anzahl der Schnitte und Düngung) eignet. In Grünlandgunstlagen kann, durch Optimierung im Bereich der Bewirtschaftung und auch durch die abgestufte Bewirtschaftung, Grundfutter von bester Qualität geerntet werden. Neben den wesentlichen Faktoren am Feld, Pflanzenbestand, Schnittzeitpunkt und Düngung spielt die Futtermittelkonservierung und das Konservierungsverfahren eine wesentliche Rolle. Das Gras und die Grasprodukte sind für die Wiederkäuer die ertümlichste Futtergrundlage. So spielt die Einhaltung der Silierregeln bei der Produktion von Gras- und Kleegrassilage eine wesentliche Rolle in Bezug auf Eiweißqualität. Eine möglichst genaue Einschätzung des UDP-Wertes der einzelnen Grundfuttermittel ist für die optimale Rationsgestaltung besonders wichtig. In der Praxis werden immer wieder Beobachtungen gemacht, dass die Ration bei der Berechnung ideal passt, aber von den Tieren nicht entsprechend umgesetzt wird. Abschließend sei gesagt: Eiweiß, welches selbst erzeugt werden kann, muss nicht zugekauft bzw. importiert werden!

Schlagwörter: Wiesenfutter, Protein, Grünlandbewirtschaftung, Konservierung

Einleitung

Bei der Milchviehhaltung in Österreich kommt der Eiweißversorgung aufgrund der steigenden Leistung der Milchkuhe immer mehr Bedeutung zu. Steigende Kosten für die Eiweißfuttermittel, die Verringerung der Eiweißimporte und zur Verringerung der Eiweißlücke spielt die Menge an Protein im eigenen Grundfutter eine zentrale Rolle. Zur Versorgung der Milchkuh sollte möglichst viel Protein aus den verschiedenen Produkten des Grünlandes genutzt werden. Je nach Standort können beträchtliche Mengen an

Eiweiß geerntet werden. Große Teile von Österreich sind von Grünland bedeckt. Je nach Standort ist das Potential der Grünland- und Feldfutterflächen verschieden. Es gilt das Potential dieser Flächen optimal zu nutzen.

Die Eiweißversorgung beim Wiederkäuer Rind ist zweigeteilt. Zunächst ist die Versorgung der Mikroben im Pansen mit abbaubarem Eiweiß wichtig. Dazu wird Futterprotein im Pansen über Peptide und Aminosäuren zu Ammoniak abgebaut. NPN-Verbindungen (Nicht Protein Stickstoff-N) z.B. Harnstoff, werden zu Ammoniak umgewandelt. Neben der Stickstoffversorgung ist auch die Energieversorgung im Pansen für das Mikrobewachstum entscheidend. Die RNB (ruminale Stickstoffbilanz) gibt Auskunft über den Versorgungsgrad mit Stickstoff im Bezug auf die vorhandene Energie im Pansen. Der Vorteil des Wiederkäuers ist, aus dem Grasprotein hochwertiges Mikroben-Protein zu erzeugen. Die Menge kann im Mittel mit 16,8 g (\pm 1,5 g) Gramm je MJ NEL angegeben werden. Die Summe aus Mikrobenprotein und pansenunabgebautem Protein im Dünndarm wird dem Bedarf an nutzbarem Protein (nXP) gegenübergestellt. Zur Deckung des Bedarfs ist mit steigender Leistung ein höherer Anteil an unabgebautem Protein (UDP) erforderlich (*Tabelle 1* und *Abbildung 1*).

Um zu wissen, welche Grundfutterqualität anzustreben ist, muss der/die LandwirtIn sich bewusst sein, welche Anforderung seine Tiere an das Grundfutter stellen. Unterschiedliche Leistungsniveaus brauchen unterschiedliche Grundfutterqualitäten (*Tabelle 2*).

Anzustrebende Gehalte im Futter für die Milchkuh

Gras hat im Vergleich zu Heu oder Silage aufgrund des hohen Protein- und Energiewertes den höchsten Anteil an nXP. Die angegebenen Zielwerte beziehen sich auf den Bedarf von laktierenden Milchkuhen mit einem höheren Milchleistungsniveau.

Aus der *Abbildung 2* ist ersichtlich, dass beträchtliche Milchleistungen aus dem Grundfutter-Protein möglich sind. Mit steigender Milchleistung steigt der Bedarf an nXP, der über den UDP-Anteil gedeckt werden muss.

Rationsgestaltung: Zur Beurteilung der Ration ist die Zusammensetzung der Grundfuttermittel entscheidend.

Die Zusammensetzung der Grundfütterration ist ein wichtiger Punkt bei der Beurteilung der Ration. Durch die Verschiebung des Maissilage/Grassilage-Anteils Richtung Grassilage können beträchtliche Mengen an Eiweiß eingespart werden (*Tabelle 3*).

¹ Landwirtschaftskammer Vorarlberg, Montfortstraße 9-11, A-6900 Bregenz

* Ansprechpartner: Ing. Christian Meusburger email: christian.meusburger@lk-vbg.at

Tabelle 1: Nährstoffbedarf und Nährstoffdichte (DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer 1997)

Leistung kg Milch	TM-Aufnahme kg/Tag	Energie-Bedarf MJ NEL	Protein-Bedarf g nXP	im Pansen gebildetes Mikroben-Protein		Nährstoffdichte Ration je kg TM	
				g		MJ NEL	g nXP
10	12,5	69	1.285	1.166	5,55	103	
15	14,5	85	1.715	1.432	5,88	118	
20	16,0	101	2.145	1.698	6,32	134	
25	18,0	117	2.575	1.965	6,50	143	
30	20,0	133	3.005	2.231	6,64	150	
35	21,5	149	3.435	2.497	6,91	160	
40	23,0	165	3.865	2.764	7,15	168	
45	24,0	180	4.295	3.030	7,51	179	

650 kg Lebmasse, Erhaltungsbedarf 37,7 MJ NEL, 425 g nXP; Leistungsbedarf je kg Milch (4,0 % Fett, 3,4 % Eiweiß) 3,17 MJ NEL, 86 g nXP; Bildung Mikrobenprotein 16,8 g / MJ NEL

Tabelle 2: Ansprüche an das Grundfutter (SPIEKERS 2008, abgeändert)

	Gras	Grassilage	Kleegrassilage	Heu (belüftet)
TM (%)	16 - 20	30 - 40	30 - 40	> 85
Rohasche (g/kg TM)	< 100	< 100	< 110	< 90
Rohfaser (g/kg TM)	200 - 220	220 - 250	210 - 240	220 - 260
NEL (MJ/kg TM)	> 6,5 bzw. > 6,0	> 6,4 bzw. > 6,0	> 6,4 bzw. > 6,0	> 6,0 bzw. > 5,7
nXP (g/kg TM)	> 140	> 135	> 135	> 130

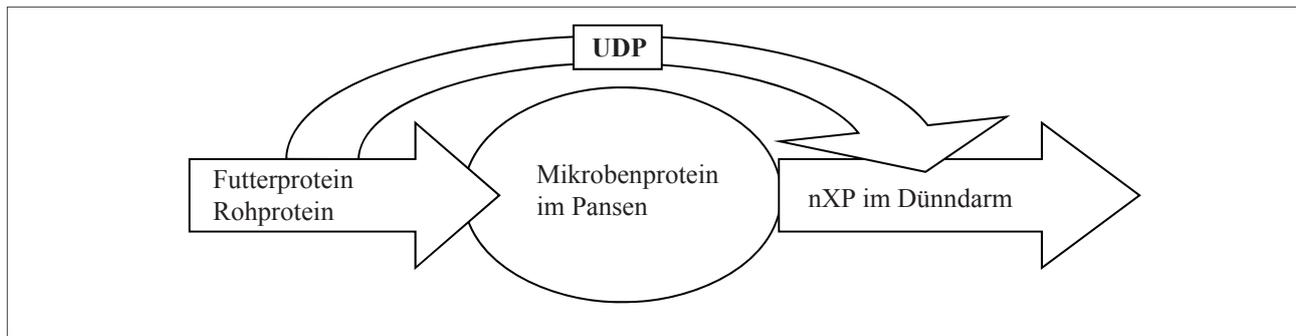


Abbildung 1: Eiweiß-Flussschema

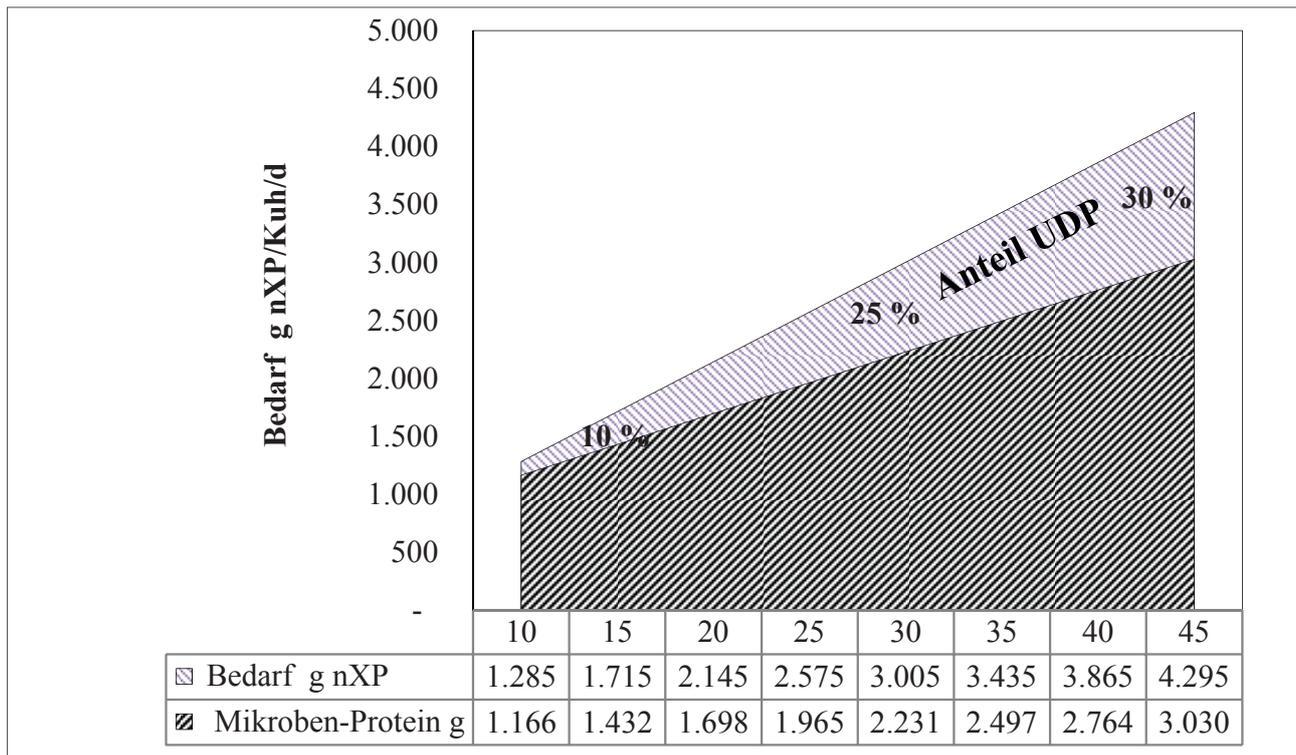


Abbildung 2: nXP Bedarf und Mikrobenproteinbildung

Tabelle 3: Rationsgestaltung nach Grundfutterzuteilung (STEINHÖFEL 2012)

	Aufteilung der Grundfutterration (%)				
Maissilage (8 % XP in TM)	0	20	40	60	80
Grassilage (16 % XP in TM)	100	80	60	40	20
In 5 t Silage TM (Jahresbedarf einer Kuh) sindkg XP	800	720	640	560	480
Jahresbedarf einer Milchkuh mit 9.000 kg Milch, 1 Kalb			980 kg XP		
Deckung des Proteinbedarfs über das Grundfutter-Protein (%)	82	74	65	57	48

Tabelle 4: Eiweißversorgung aus Grünlandfutter in der TM

Konservierung	Siliert	Heu	Heu belüftet	Cobs
Rohprotein (g/kg TM)	115 - 220	80 - 200	125 - 200	150 - 200
UDP (% des XP)	15	25	25	40
NEL (MJ/kg TM)	5,5 - 6,5	5,5 - 6,5	5,8 - 6,5	6,0 - 6,6
nXP (g/kg TM)	120 - 150	115 - 130	120 - 150	155 - 175

Tabelle 5: Literaturoswertung zum Eiweißabbau durch Silierung (HOEDKE et al. 2010)

Fraktion	Reinprotein-N (% des Gesamt-N)	Nichtprotein-N (% des Gesamt-N)
Grünfutter	75 - 90	25 - 10
Silage	20 - 50	50 - 80

Tabelle 6: Unterstellte Passagerate von Grob- und Kraftfutter in Abhängigkeit vom Fütterungsniveau (% je h)

Fütterungsniveau	Grobfutter	Kraftfutter
Niedrig < 15 kg ECM/Tag	2	2
Mittel 15 - 30 kg ECM/Tag	4	5
Hoch < 30 kg ECM/Tag	6	8

Grünlandfutter hat ein positives Image

- Erfolgreiche Betriebe setzen auf bestes Grünlandfutter
- Hohe Grundfutterleistungen sind möglich
- Grünlandfutter wirkt sich positiv auf die Tiergesundheit aus
- Günstige Futterkosten
- Hochwertige Lebensmittel werden daraus erzeugt
- Positive Wertschätzung in der Bevölkerung

Vom Grünland können verschiedenste Futtermittel geerntet werden

- Gras (Weide, Eingrasen)
- Silagen
- Heu
- Trockengrün (Grascobs)

Eiweißqualität – Graskonserven optimal nutzen

Die unterschiedlichen Konservierungsformen von Gras führen zu unterschiedlichen Eiweißqualitäten. Da der Bedarf an nutzbarem Rohprotein am Dünndarm mit der Milchleistung steigt, muss der Anteil an UDP in der Ration auch entsprechend steigen. Die Konserven vom Gras können diese Anforderungen nur zum Teil erfüllen (Tabelle 4). Durch die Trocknung steigt der Anteil an pansenstabilem, unabgebautem Rohprotein (UDP). Gerade beim Heu sind jedoch die Witterung und der Anteil der Bröckelverluste

für die Erzeugung von hochwertigem Grundfutter von entscheidender Bedeutung. Durch den Einsatz von effizienter Belüftungstechnik muss gewährleistet werden, dass keine Fermentation im Heustock stattfindet. Durch die Heißlufttrocknung kann die Proteinqualität derart verändert werden, dass in diesen Produkten ein großer Anteil UDP enthalten ist.

Bei der am weitesten verbreiteten Konservierungsmethode, der Silierung, wird das Rohprotein in kleinere Stickstoffbausteine (NPN) abgebaut. Im Grünfutter, Heu und Trockengrün (Grascobs) liegt der Stickstoff zu mehr als 80 % in Form von Reinprotein vor. Hingegen kann dieser in Silagen durch Eiweißab- und umbau bei der Silierung auf weniger als 50 % Reinprotein-N fallen. Zielwert sind mehr als 50 % Reinprotein-Stickstoff in der Silage (Tabelle 5).

Für die Fütterung sind das nXP und die RNB maßgebend. Wichtig ist daher eine gute Abschätzung bzw. Messung des nXP in Grasprodukten.

Am Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim wurde ein vitro-Verfahren zur Abschätzung des nXP-Gehaltes entwickelt, nämlich der modifizierte HFT (STEINGASS et al. 2001). An der Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub und dem Institut für Tierernährung der Universität Bonn wurden Futterproben über unterschiedliche Verweildauern im Pansensaft bebrütet. Aus den Ergebnissen kann der nXP-Wert bei unterschiedlichen Passagezeiten direkt geschätzt werden. Bei steigender Milchleistung nimmt die Passagegeschwindigkeit infolge höherer Futteraufnahme zu (Tabelle 6).

Für die übliche Rationsberechnung wird die mittlere Passagerate von 4 % je h bei Grobfutter und 5 % je h bei Kraftfutter verwendet.

Aus der Tabelle 7 sind die Ergebnisse zu den so ermittelten Proteinwerten für eine Reihe von Futterproben einer größeren Untersuchungsreihe aus Bayern ersichtlich (EDMUNDS et al. 2010). Die Proben wurden bei 6 und 24 h Inkubation

Tabelle 7: Protein- und Energiegehalt verschiedener Grasprodukte (Ergebnisse aus dem modifizierten HFT (Passagerate 4 % je h im Vergleich zur DLG-Futterwertabelle 1997, EDMUNDS et al. 2010))

Grasprodukte	n	XP (g/kg TM)	ME (MJ/kg TM)	nXP (g/kg TM) modHFT (4 %/h)	nXP (g/kg TM) DLG 1997
Frisch	67	167 ± 41	10,3 ± 0,6	154 ± 36	139
Silage	69	177 ± 17	10,1 ± 0,7	133 ± 14	139
Heu	16	150 ± 37	9,7 ± 0,8	137 ± 31	139
Cobs	42	183 ± 24	10,3 ± 0,7	160 ± 20	171

Tabelle 8 : Einfluss der TM und der Welkzeit auf ME-Gehalte im Laborversuch

TM-Stufe	Trocknung	TM (%)	Welkzeit (Stunden)	XP (g/kg TM)	ME (MJ/kg TM)
20 %	Sonne	19	3	188	11,0
	Schatten	19	5	189	11,2
35 %	Sonne	38	7	189	11,2
	Schatten	37	31	191	10,8
50 %	Sonne	50	9	186	10,8
	Schatten	47	33	195	10,8
65 %	Sonne	69	26	179	10,1
	Schatten	67	50	191	10,0

gemessen. Neuere Untersuchungen zeigen, dass eine Inkubationsdauer von 8 und 48 h zu empfehlen ist. Die Ergebnisse wurden auf Basis vergleichender Untersuchungen korrigiert. Es zeigt sich eine große Streuung zwischen den Futterproben, was die Notwendigkeit der genauen Erfassung des Proteinwertes unterstreicht. Ferner zeigt sich eine erhebliche Differenz zwischen den Konservierungsverfahren.

Wie erwartet, haben die Cobsproben die höchsten nXP-Werte. Es folgt das Frischgras. Beim Heu sind der geringere Energie- und Rohproteingehalt im Vergleich zu den anderen Grasprodukten zu beachten. Relativ niedrig sind die Werte bei den Grassilagen im Vergleich zum Gras und den Cobs. Dies unterstreicht die Notwendigkeit der Analyse. In Grub soll auf Basis der mit dem modHFT ermittelten Werte eine Kalibration für die NIRS in der Routineanalytik erstellt werden (Tabelle 8).

Proteinqualität Grassilage

Aus den Labor-Silivertuschen geht hervor, dass mit zunehmendem Trockenmassegehalt der Anteil an UDP steigt und der Abbau von Reinprotein eingeschränkt wird. Eine schnelle Trocknung führt zu besserer Proteinqualität, trotzdem muss der optimale Anwelkgrad berücksichtigt werden, da sonst das Risiko der Nacherwärmung der Silage steigt. Bei höherem Trockenmassegehalt der Silage ist mit einer Abnahme des Energiegehaltes zu rechnen, dies ist mit Atmungs- und Bröckelverlusten erklärbar.

Bei der Konservierung von Gras und beim gezielten Einsatz in der Fütterung besteht also noch erheblicher Spielraum zur Optimierung. Der Proteinwert von Grünfutter ist eher höher als bisher angenommen. Durch die Trocknung erhöhen sich die nXP-Werte bei Heu und Trockengrün.

Beratungsempfehlungen zur Grassilageproduktion, um den Eiweißabbau zu reduzieren:

- Auf 35 - 40 % TM anwelken und kurze Feldliegezeiten
- Häcksellänge < 4 cm
- schnelle Silobefüllung und rascher Sauerstoffabschluss
- schnelle pH-Wert-Absenkung: Unterstützung durch Siliermittel (Milchsäurebakterienprodukte bei TM > 25; chemische Siliermittel bei TM < 25 %)
- Fehlgärung vermeiden!
- Geringe Verschmutzung durch Erde – Buttersäure-freie Silagen
- Nacherwärmung vermeiden!

Durch ein verbessertes Silagemanagement kann der Proteinabbau in der Silage vermindert werden. Eine Verbesserung der Schätzung der Verdaulichkeit des Proteins würde in der Praxis bei der Fütterung helfen.

Eiweißproduktion am Grünland

Das Eiweißpotential im Grünland ist von mehreren Faktoren abhängig. Pflanzenbestand (Kleeanteil), Düngung und Nutzungszeitpunkt spielen hier die wesentliche Rolle. (BUCHGRABER 2001) hat beschrieben, dass in Österreich zwischen 800.000 t und 1 Millionen t Eiweiß am Grünland produziert wird. Die Rohproteingehalte schwankten von durchschnittlich 120 g XP in den Berggebieten und 140 - 160 g XP in den Grünland-Gunstlagen. Alleine die Steigerung des Rohproteingehaltes um 1 % würde zusätzlich 50.000 t Rohprotein für das raufutterverzehrende Vieh bedeuten. Dies entspricht einen Gegenwert von mehr als 100.000 t Sojaextraktionsschrot.

Reine Kleebestände können bis zu 250 g XP/kg TM erreichen. Ein Kleeanteil von 10 % im Grünfutter erhöht den Rohproteingehalt um 5 - 7 g.

Der Kleeanteil im Pflanzenbestand hat großen Einfluss auf die Proteingehalte im Futter. Gerade bei der Konservie-

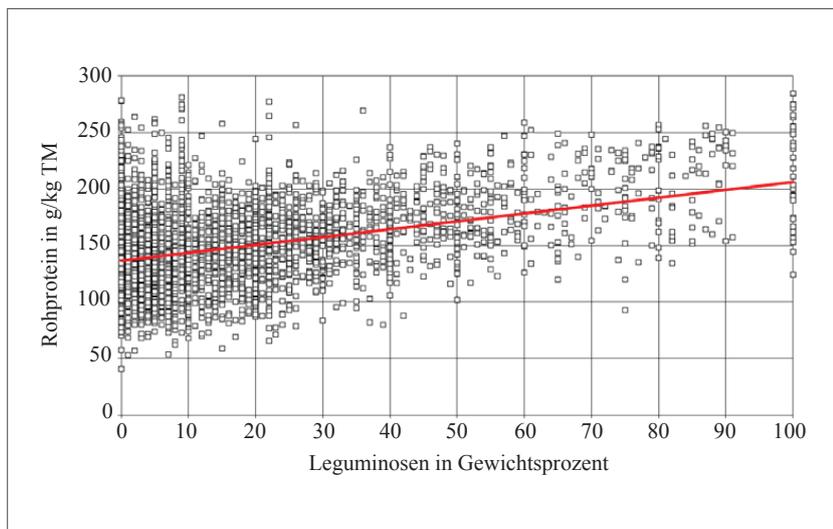


Abbildung 3: Einfluss des Kleeanteils auf den Rohproteingehalt des Gesamtfutters (BUCHGRABER 2001)

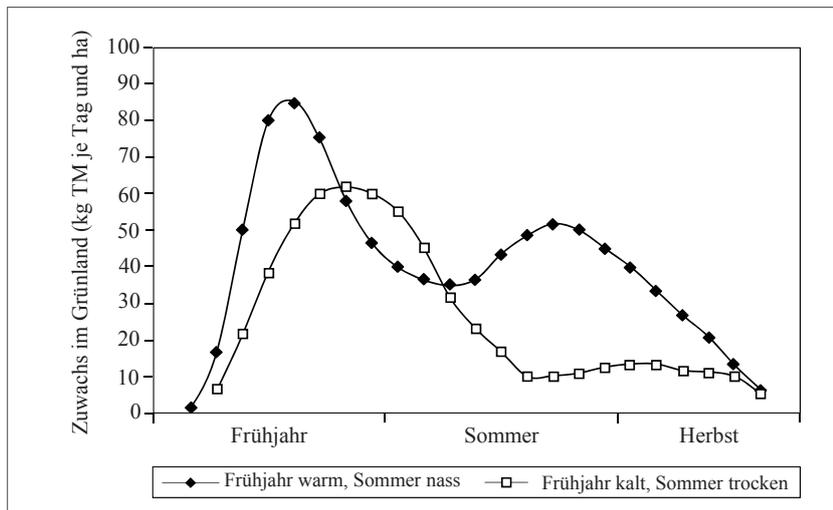


Abbildung 4: Täglicher Zuwachs auf dem Dauergrünland bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen (BERENDONK 2011, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)

zung zu Heu ist dieser in Bezug auf die Bröckelverluste bei der Futterwerbung zu beachten. Nur durch schonende Futterwerbung und eine effiziente Heutrocknung unter Dach kann gewährleistet werden, dass der Klee am Feld auch im Heustock und somit im Futtertrog ankommt (Abbildung 3).

Düngung

Der Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Abbaubarkeit des Futters ist gegeben. Höheres Wachstum führt zu einer Verschiebung des Anteils von Zellwand und Zellinhalt. Steigt der Anteil von Zellinhalt, in dem sich Protein und Nitrat befinden, so führt dies zu einer höheren Abbaubarkeit der organischen Masse und der NDF (WIELSCHER 2009). Der Proteingehalt wird durch Stickstoffdüngung erhöht. Nährstoffmangel schränkt das Wachstum der Pflanzen ein und reduziert den Mangelnährstoff im Gewebe (McDONALD et al. 1991).

Die Düngergaben sollten sich nach dem Bedarf der Pflanzen richten. Wie aus der Abbildung 4 ersichtlich ist, ist der Zu-

wachs an organischer Masse im Verlauf der Vegetationsperiode unterschiedlich. Besonders zum 1. Aufwuchs muss in der Regel die größte Düngergabe gegeben werden. Aus der Praxis ist anhand der Futterproben ersichtlich, dass meist im 1. Aufwuchs der Proteingehalt im Futter weit unter dem Jahresschnitt liegt. Zu beachten ist auch der Einfluss des Wetters auf die Mineralisation von Nährstoffen im Boden. Kaltes Frühjahr oder Trockenheit hemmt die Mineralisation und somit die N-Verfügbarkeit für die Pflanzen.

Zehnjährige Versuchsergebnisse (1999 - 2008) am Spitalhof in Kempton (Allgäuer Alpenvorland), der auf einem weidelgrasreichen Standort durchgeführt wurde, zeigte folgendes Bild: Es wurde die Frage gestellt: Sind nachhaltige hohe Erträge und Futterqualitäten möglich ohne den Einsatz von mineralischer Düngung.

Der Standort liegt 730 m über NN, hat 1.290 mm Niederschlag und eine Jahresdurchschnittstemperatur von 7,0 °C. Zusammengefasst kann man den Standort als absolute Grünlandgunstlage bezeichnen (Tabelle 9). Im Versuch wurden verschiedene Varianten von 3 - 5 Schnitte mit einer Düngung von 2 × 20 m³ bis 4 × 20 m³ geprüft. Die N-Versorgung schwankte daher von 94 - 188 kg N/ha. Aus dem Versuch zeigt, dass das Ertragsniveau von 13 - 14 t Trockenmasse am Hektar ohne Mineraldüngerergänzung nicht ausgeschöpft werden kann. Selbst bei 4-maliger Gülledüngung ist mit 10 - 20 %, bzw. bei dreimaliger Gülledüngung mit 10 - 30 % Ertragseinbußen zu rechnen (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010).

Grundfutterprotein

Ziel für die Grundfutterproduktion am Grünland ist, möglichst viel Protein für die Rinderfütterung zu erzeugen. Dazu sind alle Konserven vom Grünland geeignet, aber im Besonderen die Gras- und Leguminosensilagen.

Das pflanzliche Rohprotein setzt sich aus Reinprotein und nichtproteinartigen Stickstoffverbindungen (NPN) zusammen. Der Anteil an Reinprotein, welches in seiner Qualität am hochwertigsten ist, sollte möglichst groß sein. Der Nichtprotein Stickstoff (NPN) besteht aus Aminosäuren und Peptiden sowie Ammoniak und Aminen. Der Futterwert von Ammoniak und den Amidinen der NPN-Verbindungen ist deutlich schlechter als der Futterwert der freien Aminosäuren und Peptide. Der Reinproteinanteil am Rohprotein des Grünfutters liegt in Abhängigkeit von Pflanzenart, Vegetationsstadium, N-Düngung und Witterung bei 60 - 80 %. Leguminosen haben einen höheren Reinproteinanteil als Gräser.

Tabelle 9: Jahresmittel von Ertrag, N-Abfuhr, Futterqualität im Durchschnitt der Jahre 1999 bis 2008 Spitalhof Kempten (DIE-POLDER und RASCHBACHER 2010)

Varianten	1	2	3	4	5	6	7
Schnitte pro Jahr	3		4		5		
Güllegaben	2 × 20	3 × 20	2 × 20	3 × 20	4 × 20	3 × 20	4 × 20
N (kg/ha)	94	141	97	140	184	127	188
TM-Ertrag (kg je Jahr)	10.470	11.490	9.720	10.580	11.650	9.990	11.270
XF (g/kg TM)	245	249	216	221	226	200	212
XP (g/kg TM)	124	124	153	153	154	179	173
NEL (g/kg TM)	6,13	6,07	6,35	6,31	6,26	6,5	6,34
N-Abfuhr (kg/ha)	207	228	238	259	286	287	312
Saldo Zufuhr – Abfuhr (kg je Jahr)	-113	-87	-141	-119	-102	-160	-124

Der Anteil des Reinproteins verringert sich bei der Silierung, dabei steigt der Anteil von NPN.

Das Reinprotein wird in der Silage in zwei Stufen abgebaut. Als erstes werden durch eiweißspaltende Enzyme Aminosäuren und Peptide gebildet. Der Anteil an freien Aminosäuren in der Silage wird um das 10- bis 20-fache erhöht. Der Anteil des wasserlöslichen N am Gesamt-N erhöht sich auf 60 - 70 %. Dieser Prozess beginnt unmittelbar nach der Mahd und endet erst bei Erlangen des pH-Werts unter den kritischen Bereich. Wesentlich verlustreicher ist der Eiweißabbau während des Gärprozesses durch mikrobielle Enzyme. Hier werden Ammoniak und Amide gebildet. In der Silage kann der Anteil 15 - 70 % am Gesamtstickstoff des Rohproteins betragen. Hauptsächlich entsteht Ammoniak. Der Anteil der Amide am Ammoniak-Stickstoff liegt bei 5 - 10 %.

Die Erhöhung der Temperatur auf über 35 °C infolge einer Nacherwärmung im Silo senkt die Verdaulichkeit des Proteins um 10 - 40 %.

Kostengünstig

Grundsätzlich muss Eiweiß, welches selbst erzeugt werden kann, nicht zugekauft werden. Die Erntekosten sind gleich hoch, ob wenig oder viel Protein je Hektar geerntet werden kann. Mehrkosten entstehen lediglich bei der Düngung oder der Pflege (Nachsaat etc.). Mehrwert von einer Steigerung von 10 g XP/kg TM (8.000 kg TM/ha) sind 80 kg XP/ha, diese entspricht ca. 170 kg Sojaextraktionsschrot oder einem Wert von rund 100 Euro/ha.

Unterstellt man die höhere Eiweißkonzentration (+20g nXP) bei gleicher Grundfutteraufnahme (15 kg TM/Tier und Tag), so sind 1.000 kg mehr Milch aus dem Eiweiß des Grünlandfutters möglich. Dies bedeutet eine Einsparung von rund 300 kg HP Soja oder rund 340 kg Rapsextraktionsschrot pro Kuh und Jahr!

Literatur

BERENDONK, C., 2011: Standortgerechte Weide- und Mähweidenutzung des Dauergrünlands. 11.08.2011, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster, 63 S.

BUCHGRABER, K., 2001: Eiweissersatz aus dem Grünlandfutter. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung II/2 - Schule, Erwachsenenbildung und Beratung, 18-22.

DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2010: Leistungsfähiges Grünland und Verzicht auf mineralische Düngung. Sind nachhaltig hohe Erträge und Futterqualitäten möglich? „Schule und Beratung“, Heft 3 – 4/10, S. III-13, Hsg.: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main, 212 S.

EDMUNDS, B., H. SPIEKERS, K.-H. SÜDEKUM, H. NUSSBAUM, F.-J. SCHWARZ und R. BENETT, 2012: Effect of extent and rate of wilting on nitrogen components of grass silage. Grass and Forage Science 67, 1-13. doi:10.1111/gfs.12013.

HOEDTKE, S., M. GABEL und A. ZEYNER, 2010: Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderung in der Zusammensetzung der Rohproteinfraktion. Übersichten Tierernährung 38, 157-179.

McDONALD, P., A.R. HENDERSON und S.J.E. HERON, 1991: The Biochemistry of Silage, 340 S.

SPIEKERS, H., 2008: Ansprüche der Milchviehhaltung an das Grünland. 22. Allgäuer Grünlandtag, Spitalhof Kempten, 41-48.

STEINGASS, H., D. NIBBE, K.-H. SÜDEKUM, P. LEBZIEN und H. SPIEKERS, 2001: Schätzung des nXP-Gehaltes mit Hilfe des modifizierten Hohenheimer Futterwerttests und dessen Anwendung zur Bewertung von Raps- und Sojaextraktionsschroten. 113. VDLUFA Kongress, 114.

STEINHÖFEL, O., 2012: Protein aus dem Grobfutter. Sächsischer Futtertag, Vortragsfolien.

WIELSCHER, F.-J., 2009: Die ruminale Abbaubarkeit von Wiesenfutter nach der Nylon-Bag-Methode. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur Wien, 103 S.

Erfahrungen in der Produktion von besten Grassilagequalitäten

Helmut und Susanne Teschl^{1*}

Allgemeine Betriebsvorstellung

Familie

- Betriebsleiter: Teschl Helmut und Susanne
- Kinder: Klaus, Katja und Eva
- Eltern: Franz und Gisela

Betriebsdaten

- Betrieb auf 272 m Seehöhe
- Ca. 650 mm Jahresniederschlag
- 15,71 ha Wald
- 28,53 ha landwirtschaftliche Nutzfläche, davon 5,82 ha Pacht
- Die landwirtschaftliche Nutzfläche besteht aus 43 Teilstücken mit im Schnitt 0,66 ha im Umkreis von ca. 7 km

Zucht und Leistung

- Fleckviehzuchtbetrieb mit 30 Kühen und weiblicher Nachzucht
- LKV-Leistung 9.285 kg Milch mit 4,3 % Fett und 3,5 % Eiweiß, 723 kg Fett
- Milchquote 245.293 Liter mit 4,1 % Fett
- Berglandmilch Basismenge 246.783 Liter

Flächennutzung

- 6,78 ha Feldfutter
- 9,95 ha Dauergrünland mit vier Nutzungen
- 1,00 ha Dauergrünland mit zwei Nutzungen
- 1,55 ha Wintergerste
- 8,67 ha Mais, davon ca. 5 ha Silomais, Rest wird als Körnermais (getrocknet) verkauft
- 0,58 ha Hirse

Wichtige Arbeitsschritte für beste Grassilagequalitäten

Frühjahr

- Abschleppen mit Wiesenegge (Arbeitsbreite 6 m)
- Gülleausbringung ca. 20 m³ pro ha
- 4. Mai ist ein Dorffeiertag, entweder vorher oder nachher silieren

Silovorbereitung

- Gründliche Reinigung (Hochdruckreiniger)
- Siloschutzanstrich (Siloboden)
- Seitenplanen befestigen

Mähzeitpunkt und Wetter

- Wetterbericht Radio und Flugwetterwarte in Graz mit sehr guter Zuverlässigkeit
- Vor dem Mähen wird mit dem Lohnunternehmer der Termin für den Silierbeginn fixiert
- Schnittzeitpunkt im Ähren- und Rispenschieben
- Schönere Dauergrünland-Flächen werden mit Feldfutter geerntet
- Hanglagen als Siloballen oder Heuballen (wegen Futterverschmutzung)

Mähen und Schwaden

- Mähaufbereiter mit 2,80 m Arbeitsbreite, Aufbereiter ist verstellbar
- Mähbeginn, wenn das Gras trocken ist
- Mähhöhe des Mähwerks sind 7 cm, absteigen und kontrollieren
- Für Steilflächen zweites Mähwerk ohne Aufbereiter mit 2,6 m Arbeitsbreite



¹ Schiefer 8, A-8350 Fehring

* Ansprechpartner: Helmut Teschl, email: klaus@teschl.at

- Zwei Schwader mit 4,2 m und 6,5 m (Doppelschwader) Arbeitsbreite
- Beginn des Schwadens ist zeitversetzt
- Bei beiden Schwadern ein Tastrand für bessere Boden-anpassung
- Für ca. 9 ha erster Schnitt benötigt man ca. 6 h Mähzeit

Einführen und Verdichten

- Beginn des Einführens ca. 24 bis 36 Stunden nach Mähbeginn (Wettereinfluss)
- Einführen mit Lohnunternehmen mit Kurzschnittladewagen (50 m³, 31 Messern, theoretische Schnittlänge 4 cm), Leistung ca. 1 ha pro Fuhre
- Zeit für 9 ha ca. 4 Stunden
- Verteilung und Verdichtung mit Verteilerwalze (ca. 9 t Gewicht, gleichmäßige Verteilung)
- Einführen abwechselnd von näheren und weiteren Feldstücken ca. 2 Fuhren pro Stunde
- Nach der letzten Fuhre noch ca. 1 Stunde nachverdichten



Abdecken

- Sofort zudecken, wenn es später wird provisorisch abdecken
- Als Seitenplanen dienen alte Folien vom Vorjahr
- Unterziehfolie wird bei allen Schnitten verwendet, Siloschutzgitter

Grundfutteruntersuchung

- Grundfutter-Probe als Information über den Siliererfolg und für Fütterung
- Zielwerte:
 - Trockenmasse von 30 bis 40 %
 - Eiweißgehalt über 140 g
 - Aschegehalt unter 100 g
 - Energie über 6,0 MJ NEL

Mit stark verunkrautetem Grünland kann man keine gute Silage erzeugen.

Gutes Grundfutter ist das Um und Auf für eine erfolgreiche Milchproduktion.



Danksagung

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn DI Karl Wurm, welcher uns beim Milchvieharbeitskreis mit seinem Fachwissen kompetent beraten hat.

Qualitätsheuproduktion im niederschlagsreichen Salzburger Flachgau

Karl Neuhofer^{1*}

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag gibt Einblick in Qualitätsheuproduktion im Salzburger Flachgau.

Wertvolle Gräserbestände sind die Voraussetzung für jedes Konservierungssystem.

Wiesen werden mit einem Zinkenaufbereiter trocken gemäht. Das gesamte Heu aller vier Schnitte liegt in der Regel nicht länger als 24 Stunden vom Mähen bis in die Trocknungsbox.

Die Trocknungszeit sollte 70 bis 80 Stunden nicht übersteigen, um richtiges Qualitätsheu zu erzeugen. Eine schlagkräftige Heutrocknungsanlage ist Grundvoraussetzung, um über Jahre hinweg hochwertiges Heu-Grundfutter zu erzeugen. Damit kann man auch in kurzen Schönwetterfenstern große Mengen Heu einbringen und somit den Schnittzeitpunkt optimal wählen. Richtig wertvolles Heu hat hohe Energiewerte, eine hohe Verdaulichkeit, ist wiederkäuergerecht und sensorisch einwandfrei. Nur das ermöglicht hohe Futteraufnahmen und somit hohe Grundfutterleistungen von bis zu 6.500 kg pro Jahr.

Schlagwörter: Heuwerbung, Heutrocknung, grünlandbasierte Milchviehfütterung, Heumilch

Einleitung

Um auf Sicht erfolgreich Heumilchwirtschaft zu betreiben, sind aus meiner Sicht zwei Bereiche von entscheidender Bedeutung.

1. Den Mehrwert von Heumilchprodukten den KonsumentenInnen klar zu kommunizieren, um damit eine Erhöhung der Wertschöpfung für unseren Betrieb zu erreichen.
2. Den möglichen Nachteil in der Futterkonservierung gegenüber Silagewirtschaft zu minimieren und die Vorteile von Qualitätsheu in der gesamten Rinderfütterung voll zu nutzen. Zum zweiten Punkt möchte ich in diesem Beitrag aus unserer betrieblichen Sicht Stellung nehmen. Meine Frau und ich bewirtschaften im Salzburger Seenland einen Bio-Heumilchbetrieb in Betriebsgemeinschaft mit unserer Tochter Isabella; auch ihr Freund ist mehr und mehr im Betrieb integriert. Wir bewirtschaften ca. 85 ha Dauergrünland. Die Fütterung erfolgt angepasst an den Jahreskreislauf: Frühjahrsweide, im Sommer Frischgrasfütterung im Stall, Herbstweide und im Winter Heufütterung. Diese grünlandbasierte Futtermischung wird mit 900 bis 1.100 kg Getreide-Kraftfutter pro Kuh und Jahr ausgeglichen. Damit erreichten wir in den letzten sechs Jahren, bei ca. 75 Milchkühen, eine Herdenleistung von 7.800 bis 8.500 kg Milch pro Kuh und Jahr. Das erscheint uns eine durchaus vernünftige und

interessante Milchleistungshöhe. Auch die Kalbinnenaufzucht passiert am Hof, um entsprechende Grundfuttermittel als Milchkühe zur Verfügung zu haben.

50 % der variablen Kosten in der Milchviehfütterung sind Futterkosten. Alleine daraus wird schon ersichtlich, dass der Grundfutterqualität unsere größte Aufmerksamkeit zu Gute kommen muss. Die globale Entwicklung um agrarische Produktionsflächen lässt die Kraftfutterpreise intensiv und nachhaltig ansteigen. Zum anderen ist Qualitätsheu ein unverzichtbarer Bestandteil in der Rinderfütterung, von der Aufzucht der Kälber, für das Jungvieh bis zur Milchkuh.

Qualitätsheuproduktion

Ausgangsbasis für Qualitätsgrundfutter, egal ob Silage oder Heu, ist ein entsprechend guter, ertragreicher Grünlandbestand. Nur für gute Grasbestände, bei zeitgerechter Nutzung, rechnen sich Konservierungsverfahren. Der Vorteil von richtig geplanten Heutrocknungsanlagen, wie wir sie im Salzburger Flachgau vorfinden ist, dass wir auch in kurzen Schönwetterperioden große Mengen an Heu ernten können. Damit können wir die Gräser zum richtigen Zeitpunkt, bei hohen Energiegehalten mähen und schonend konservieren. Klares Ziel ist, die Konservierungsverluste unter 10 % zu halten.

In der Praxis sieht das auf unserem Betrieb so aus, dass wir nach dem Abtrocknen der Gräser mit einer Mähwerkskombination mit Zinkenaufbereiter mähen.

Der Mähaufbereiter verkürzt den Trocknungsverlauf am Feld erheblich, um bis zu 6 bis 8 Stunden. Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass das Futter durch die Aufbereitertechnik homogener in der Belüftungsbox liegt und somit auch die Nachtrocknung schneller voranschreitet.

Der 1. Schnitt wird drei Mal gekreiselt (520, 400, 320 Zapfwellendrehzahl), damit kaum Bröckelverluste entstehen. Beim 2. und 3. Schnitt wird nur zwei Mal gekreiselt, dann in Schwad gelegt, noch ca. 1 bis 2 Stunden übertrocknen lassen und anschließend mit zwei Ladewagen mit großer Ladeleistung in die Loseboxtrocknung eingebracht. Die Dimensionierung der Heutrocknungsanlage richtet sich nach der Betriebsgröße in Hektar.

Wichtigste Regel zur Größe der Trocknungsanlage

Die Heutrocknungsanlage muss so dimensioniert sein, dass die gesamte Erntemenge (in Hektar pro Schnitt) in maximal zwei Mähvorgängen eingebracht werden kann. Damit kann man zum richtigen Schnittzeitpunkt das Heu ernten. Wir ernten ca. 50 ha Grünlandflächen pro Schnitt zu Heu, wobei die Feldliegezeiten in der Regel nie länger als 24 Stunden

¹ ARGE-Heumilch Österreich, Haidach 4, A-5204 Strasswalchen

* Ansprechpartner: Karl Neuhofer, email: karl.neuhofer@aon.at

betragen. Wir können mit der Krananlage 6 bis 8 ha pro Stunde an Qualitätsheu einfahren. Ab diesem Zeitpunkt läuft die Unterdachtrocknung an. Die Zukunft liegt in der Sonne, so haben auch wir am Betrieb eine Solar-Dachabsaugung zur Verfügung. An Sommertagen erreichen wir mit 1.200 m² Solarfläche eine Heizleistung von über 300 KWh, also nur mit Sonnenenergie. Um auch bei Schlechtwetterperioden nach dem Einfahren schlagkräftig trocknen zu können, betreiben wir ein System mit Solar-Dachanwärmung kombiniert mit einer Luftentfeuchter Anlage. Dieses Trocknungssystem erbringt perfekte Trocknungsleistung auch in der Nacht, im Herbst oder in Regenwetterperioden.

Das Wichtigste für die Produktion von Qualitätsheu ist die Trocknungsdauer, welche ca. 70 Stunden nicht übersteigen soll

Denn nach 70 bis 80 Stunden muss das Heu auf maximal 13 % Restfeuchte zur Lagerfähigkeit getrocknet sein, um Schimmelbildung zu verhindern. Eine automatische Steuerung sorgt laufend für die besten Trocknungsbedingungen (Außenluft- oder Umluftbetrieb).

Der größte Vorteil von Luftentfeuchter-Trocknungsanlagen ist, dass die relative Luftfeuchtigkeit in der Trocknungsluft bei uns zum Beispiel auf unter 20 % Luftfeuchtigkeit und auf eine Lufttemperatur von ca. 38 bis 42 Grad gebracht werden kann.

Diese Luftentfeuchter-Anlagen erreichen eine Energieeffizienz von bis zu 1:7 und sorgen somit für einen sehr geringen Energieverbrauch. Der Energieverbrauch liegt auf unserem Betrieb im mehrjährigen Durchschnitt bei 0,8 bis 1,4 Cent pro kg Trockenmasse.

Damit erhält man – innerhalb von 24 Stunden vom Mähen bis in die Trocknungsbox und in maximal 70 Stunden getrocknet – aus wertvollem Grünlandfutter energiereiches, gut verdauliches, sensorisch wertvollstes Heu-Grundfutter.

Die Futteranalyse bei der Heumeisterschaft 2012, vorgenommen durch zertifizierte Probennehmer, ergab im Durchschnitt der vier Schnitte 5,93 MJ NEL, (1. Schnitt 6,43 MJ NEL) 134 g Rohprotein, 230 g Rohfaser und unter 80 g Asche.

Damit haben wir wertvollstes Heugrundfutter für die Produktion der sehr nachgefragten Bio-Heumilch zur Verfügung.

Mikrobiologische Futterqualität – Ursache für Gesundheitsprobleme in Milchviehherden?

Microbial quality of feedstuff – reason for health problems in dairy cow herds?

Gerhard Anacker^{1*}

Zusammenfassung

Insgesamt ist den Milchproduktionsbetrieben zu empfehlen, der hygienischen Qualität des Futters mehr Beachtung zu schenken. So mussten 11 % der untersuchten Proben (148 Futtermittel) in die Qualitätsstufe 4 eingestuft werden. Von den Grundfuttermitteln waren es 14 % (n = 79) und den Kraftfuttermitteln 10 % (n = 68). Nahezu unbelastet waren die Futterzusatzstoffe.

Aus den durchgeführten Untersuchungen lässt sich durchaus ableiten, dass es einen Zusammenhang zwischen der mikrobiologischen Qualität des Futters und der Gesundheit der Kühe gibt. Ein deutlicher Zusammenhang besteht zum Zellgehalt der Milch, wobei die Zellzahlerhöhung stets im Folgemonat zu beobachten ist. Mit der Verschlechterung der Futterqualität erhöht sich die Erkrankungsrate an Klauen sowie Stoffwechselstörungen. Auch Leberenzymwerte steigen mit erhöhten Gehalten an Schimmelpilzen an.

Eine abschließende Bewertung des Gefahrenpotentials von Mikroben und deren Stoffwechselprodukten den Myko- und Endotoxinen für Milchkühe ist derzeit noch nicht möglich. Aufgrund der physiologischen und wirtschaftlichen Bedeutung des Grundfutters in der Wiederkäuerernährung wäre es wünschenswert, dass von der Agrarforschung weitere Studien zum Einfluss der Toxine im Grundfutter auf die Leistung und Gesundheit der Kühe durchgeführt werden.

Schlagwörter: Futterhygiene, Wiederkäuer, Tiergesundheit, Toxine

Summary

The purpose of the present investigation was to evaluate the microbiological quality of feedstuffs in organic dairy cow herds and to evaluate the impact on animal health. Therefore, 1,343 feedstuffs have been analysed according to their contents of bacteria, fungi and yeast. 148 feedstuffs (11%) showed unsuitable quality and should not be fed to animals. The investigations revealed a close relationship between the contents of bacteria, fungi and yeast in feedstuffs and the cows health status (udder diseases, illness in claws, metabolic disorders). An increasing quantity of fungies effects advanced valencies of liver encymes. It is recommended to carry out further investigations on this subject.

Keywords: Keywords: quality of feedstuffs, ruminant, animal health, toxin

1. Einleitung

Voraussetzung für eine niedrige Reproduktionsrate und somit für eine lange Nutzungsdauer und hohe Lebensleistung in den Milchproduktionsbetrieben ist eine gute Tiergesundheit. Diese erfordert neben artgerechten Haltungsbedingungen (ANACKER 2008) eine wiederkäuergerechte Fütterung verbunden mit einer guten Futterqualität. Es ist unzureichend, die Qualität der eingesetzten Futtermittel ausschließlich anhand ihres Energie- und Nährstoffgehaltes zu beurteilen. Zur Beurteilung der Qualität gehört auch der hygienische Status des Futters, insbesondere seit 2006 die Futtermittelhygieneverordnung in Kraft getreten ist (EU 2005). Unter dem hygienischen Status des Futters versteht man die Belastung der Futterkomponenten mit Bakterien,

Schimmelpilzen, Hefen und anderen Mikroorganismen. Es ist hinreichend bekannt, dass durch die Mikroorganismen im Futter Toxine gebildet werden. Bakterien produzieren Endotoxine und Pilze Mykotoxine.

Endotoxine im Tier führen zu vielfältigen patho-physiologischen Reaktionen bis hin zum Endotoxinschock. Die Reaktion der Tiere hängt von der Menge an Endotoxinen ab. Hauptsächlich kommt es zur Schwächung des Immunsystems und damit zu einer verschärften Anfälligkeit auch für Krankheitserreger mit einer geringen Pathogenität. Gelingt es dem Tier nicht durch Neutralisation und andere Maßnahmen die Toxine zu deaktivieren, kommt es zur Bildung entzündungsfördernder Stoffe. Reaktionen der Tiere können Fieber, Blutdruckabfall und Leukozytose sein. Von größter

¹ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Tierhaltung, Am Ehmberg 6, D-99834 Gerstungen/Oberellen

* Ansprechpartner: Dr. habil. agr. Gerhard Anacker, email: gerhard-anacker@t-online.de

Bedeutung ist jedoch die nach Toxin-Anflutung über Stunden und Tage andauernde Immunparalyse. Allgemein ist bekannt, dass Endotoxine insbesondere im Fettgewebe gespeichert werden. Kommt es nach der Abkalbung aufgrund von Energiemangel zu einem verstärkten Einschmelzen von Körperfettreserven, so werden verstärkt Endotoxine freigesetzt. Dies führt insbesondere im ersten Laktationsdrittel zur höheren Krankheitsanfälligkeit der Kühe.

Mykotoxine sind allgemein Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, die toxische Eigenschaften gegenüber Tieren und Menschen aufweisen. Eine einfache Einteilung der Mykotoxine geht vom Ort der Entstehung aus. Danach wird in Toxine der Feldpilze (Zearalenon-ZEA, Deoxynivalenol-DON) und Toxine der Lagerpilze (Aflatoxin, Ochratoxin) unterschieden, wobei die Einteilung fließend ist. Erkrankungen der Tiere, die durch Mykotoxine verursacht werden, nennt man Mykotoxikosen. Für das Auftreten der akuten Form sind hohe Gehalte im Futter erforderlich. Die chronische Form ist dominierend. Mykotoxine können aber auch zu Infektionskrankheiten bei niedrigem Erregerdruck führen, indem sie das Immunsystem der Tiere schwächen. Oft sind unterschiedliche Organsysteme betroffen, was sich letztlich in einem diffusen Krankheitsbild äußert. Auf die unsichtbare Gefahr der Mykotoxine weist auch Professor Schuh von der Veterinärmedizinischen Universität Wien hin (SCHUH 2010).

Nicht alle Tierarten sind für Toxinwirkungen gleich empfindlich. Allgemein wird eingeschätzt, dass Wiederkäuer aufgrund ihres Vormagensystems nicht so anfällig sind wie Tiere mit einhöhligen Magen.

Zum Nachweis von Toxinen im Futter stehen grundsätzlich zwei Methoden zur Verfügung:

1. Indirekte Methoden zur Abschätzung der Toxinbelastung
2. Apparative Methoden zum direkten Toxinnachweis

Die indirekte Methode basiert auf der Ermittlung der Gesamtkeimzahl (Kolonienbildende Einheiten) an Schimmel- sowie Schwärzepilzen, Hefen und ergänzend dazu an aeroben mesophilen Bakterien durch Kultivierung auf festen Nährmedien unter definierten Kulturbedingungen im Oberflächenverfahren. Neben der Quantifizierung erfolgt auch die Identifikation von Gattung und Art. Bewertungsgrundlagen sind Orientierungswerte zu maximal zulässigen Keimgehalten auf der Grundlage „Kolonienbildende Einheiten“ (KBE) je g Futter, die aber derzeit nicht als rechtsverbindlicher Grenzwert akzeptiert werden. Die Vorteile dieser Methodik liegen in der komplexeren Ursachenvorbereitung zur hygienischen Futterqualität und den niedrigeren Untersuchungskosten je Probe. Der wesentliche Nachteil ist die nicht mögliche Spezifizierung und Quantifizierung der Toxine. Trotz guter Zusammenhänge zwischen Keimbesatz und Toxingehalt gibt es stets Ausnahmen. Außerdem wirkt sich die Lagerungsdauer auf den Keimbesatz aus.

In eigenen Untersuchungen (ANACKER 2007) wurden zwischen der Anzahl an produkttypischen Schimmelpilzen (KBE je g Futter) in Maisschrot und dem Gehalt an Fumonisin 1 eine Korrelation von 0,67* und dem Gehalt an Fumonisin 2 eine Korrelation von 0,71* ermittelt. Die Anzahl verderbanzeigender Schimmelpilze korrelierte mit dem Gehalt an Zearalenon um 0,88**.

1.1 Qualitätsbeurteilung des Futters

Basis der Qualitätsbeurteilung von Futtermitteln ist der Keimgehalt (KBE je g Futtermittel). Aufgrund des Keimgehaltes werden Keimzahlstufen (KZS) ausgewiesen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Einteilung der Keimzahlstufen (KZS)

Keimgehalt einer Keimgruppe überschreitet den Orientierungswert	Keimzahlstufe	Bewertung des Keimgehaltes
nicht	KZS I	normal
bis zum 5-fachen	KZSII	geringgradig erhöht
bis zum 10-fachen	KZSIII	deutlich erhöht
um mehr als das 10-fache	KZSIV	stark überhöht

Zur Beurteilung der Gesamtqualität eines Futtermittels wurden vier Qualitätsstufen (Note 1 bis 4) festgelegt (Tabelle 2). Sie basieren auf Empfehlungen der VDLUFA (2002).

Tabelle 2: Qualitätsstufen und Beurteilung von Futtermitteln (VDLUFA 2002)

Qualitätsstufe	Keimbelastung
Qualitätsstufe 1	alle Keimgruppen mit KZS I bewertet Qualitätsminderungen nicht erkennbar keine Bedenken gegen sachgerechte Verfütterung
Qualitätsstufe 2	maximal eine Keimgruppe mit KZS II bewertet geringgradige oder mäßige Qualitätsminderung keine Bedenken gegen sachgerechte Verfütterung ein geringes Risiko ist gegeben
Qualitätsstufe 3	maximal eine Keimgruppe in KZS III; zusätzlich kann maximal noch eine KG mit KZS II bewertet sein Qualität herabgesetzt oder deutlich herabgesetzt Probleme bei der Verfütterung sind nicht auszuschließen
Qualitätsstufe 4	wenigstens eine Keimgruppe mit KZS IV bewertet fortgeschrittener Verderbprozess von einer Verfütterung ist abzuraten

Zur Beurteilung der Keimzahlstufe von Silagen werden von der EFMO (2004) folgende Orientierungswerte vorgeschlagen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Beurteilung der Keimzahlstufen von Silagen (EFMO 2004)

Keimgruppe (KG)	Orientierungswert Vorschlag (KBE je g Futter)
KG 1 produkttypische Bakterien	1 Mio.
KG 2 verderbanzeigende Bakterien	1 Mio.
KG 3 Streptomyceten	5 Tsd.
KG 4 produkttypische Schimmel- und Schwärzepilze	5 Tsd.
KG 5 verderbanzeigende Schimmel- und Schwärzepilze	5 Tsd.
KG 6 Mucorales	1 Tsd.
KG 7 verderbanzeigende Hefen	1 Mio.

Vorläufige Orientierungswerte zur Bewertung von Einzelfuttermitteln wurden von BUCHER und THALMANN (2006) vorgeschlagen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Beurteilung der Keimzahlstufen von Einzelfuttermitteln

Keimgruppe	Extrakt, Schrote	Maiskörner	Weizen, Roggen	Eiweißkonzentrate	Mischfutter Kühe, mehlig	Mischfutter Kühe, pelletiert
KG 1	1 Mio.	5 Mio.	5 Mio.	1 Mio.	10 Mio.	1 Mio.
KG 2	1 Mio.	1 Mio.	1 Mio.	1 Mio.	1 Mio.	0,5 Mio.
KG 4	10 Tsd.	40 Tsd.	50 Tsd.	10 Tsd.	50 Tsd.	5 Tsd.
KG 5	20 Tsd.	30 Tsd.	30 Tsd.	20 Tsd.	50 Tsd.	10 Tsd.
KG 7	30 Tsd.	50 Tsd.	50 Tsd.	30 Tsd.	80 Tsd.	5 Tsd.

Der Gesamtgehalt an Pilzkeimen in Heu wurde wie folgt bewertet:

- KZS I : < 10.000 unterhalb des Grenzwertes
- KZS II : 10.000 bis 100.000 normal
- KZSIII : 100.000 bis 1 Mio. erhöht – deutlich erhöht
- KSZIV : > 1 Mio. überhöht – verdorben

Direkte Bestimmungsmethoden basieren auf dem Einzeltoxinnachweis mittels ELISA oder HPLC, sind aber kostenaufwändiger.

2. Mikrobiologische Futterqualität

Im Rahmen eines Produktionsexperimentes zur Tiergesundheit wurden in vier konventionellen und einem ökologisch produzierenden Betrieb Thüringens über mehrere Jahre monatlich die fünf Hauptfutterkomponenten der Milchkuhration auf die oben erwähnten Mikroorganismen untersucht. In den Jahren 2008 und 2009 wurde in einem konventionellen Betrieb (B) die Untersuchungsdichte auf fünf Futterstoffe je Woche erhöht, um die Aussagesicherheit der Ergebnisse zu verbessern. In den Betrieben konnten Informationen zur Milchleistung, zu Stoffwechselkennwerten sowie den Erkrankungen von Einzeltieren erhoben werden.

Insgesamt wurden 1.343 Futterproben hinsichtlich ihres Gehaltes an „Kolonienbildenden Einheiten“(KBE) je g Futtermittel auf folgende Mikroorganismen untersucht:

- produkttypische und verderbanzeigende aerosomatische und mesophile Bakterien
- produkttypische und verderbanzeigende Schimmel- und Schwärzepilze
- Hefen
- Clostridien
- Milchsäurebakterien

Die Bestimmung der KBE erfolgte getrennt für Gattung und Art. Um eine biostatistische Auswertung des tatsächlichen Gehaltes (KBE je g Futter) vornehmen zu können, erfolgte eine Logarithmierung (Basis 10). Aus den Mittelwerten erfolgte eine Rückrechnung auf die Anzahl KBE. Im Einzelnen wurden die in *Tabelle 5* dargestellten Futterkomponenten untersucht.

Von den 1.343 untersuchten Proben waren 561 Grundfutter, 683 Kraftfutter sowie 99 Futterzusatzstoffe. Im Folgenden sollen zur Qualitätsbeurteilung lediglich die Anteile in

Tabelle 5: Anzahl untersuchter Futterstoffe

Futterstoff	Anzahl	Futterstoff	Anzahl
Heu	74	Maisprodukte	62
Grassilage	211	Biertreber	35
Sonstige Silagen	58	Zusatzstoffe	99
Maissilage	218	Zuckerrübenprodukte	80
Getreide	144	Lupinen	15
Mischfutter	71	Malzkeime	19
Rapsprodukte	126	Sonstiges	41
Sojaprodukte	90	Gesamt	1.343

der Keimzahlstufe IV dargestellt werden, also Futterstoffe mit einer besonders unbefriedigenden Qualität.

Von den 561 Grundfutterproben waren 12 % stark mit Pilzen und 8 % stark mit Bakterien belastet. Zwischen den Futterkomponenten gab es erhebliche Unterschiede (*Abbildung 1*). Besonders stark belastet war Heu sowohl mit Bakterien (35 %) als auch mit Schimmelpilzen (62 %).

Abbildung 2 weist den tatsächlichen Gehalt der Grundfuttermittel in Keimzahlstufe IV für Bakterien und Pilze aus. So war bei Heu der Pilzgehalt doppelt so hoch wie die Empfehlung für die KZS IV. Alle Silagen der KZS IV überstiegen die Orientierungswerte um ein Vielfaches. Auffällig war der extrem hohe Gehalt der sonstigen Silagen (Ganzpflanzensilage) an Pilzen und Bakterien.

Von dem eingesetzten Kraftfutter waren 10 % stark mit Pilzen und lediglich 5 % mit Bakterien belastet. Erhebliche Unterschiede bestanden zwischen den Komponenten. Besonders hervorzuheben ist die starke Belastung von Maispro-

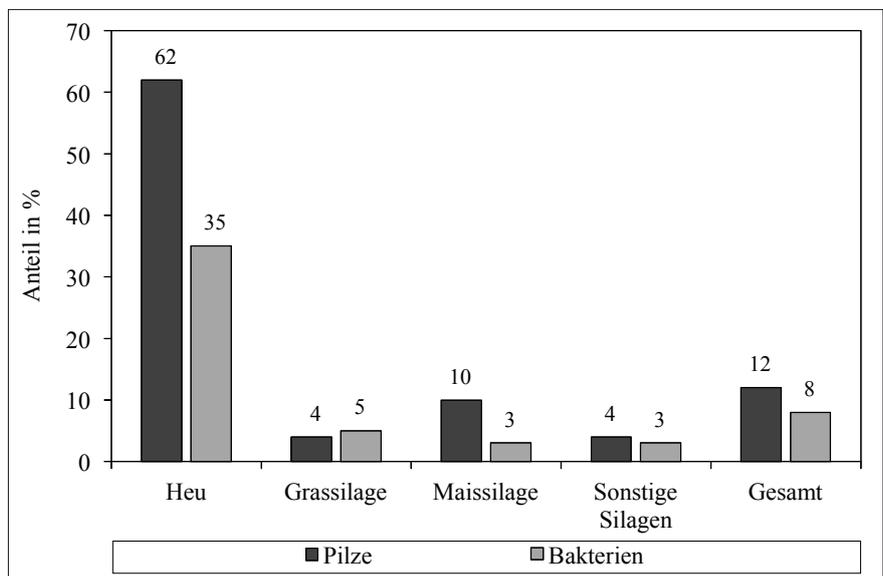


Abbildung 1: Anteil Grundfutterproben mit Keimzahlstufe IV für Bakterien und Pilze



Abbildung 2: Gehalt an Pilzen und Bakterien in Grundfutter der Keimzahlstufe IV

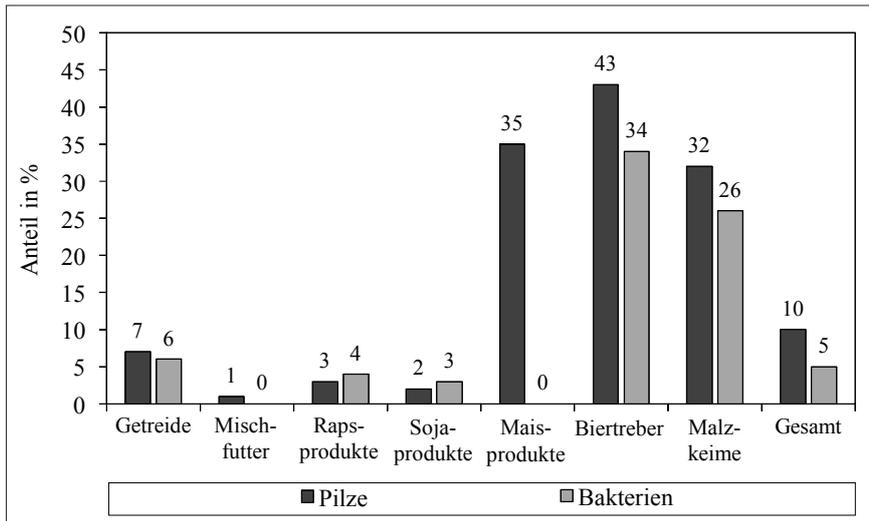


Abbildung 3: Anteil Kraftfutterproben mit Keimzahlstufe IV für Bakterien und Pilze

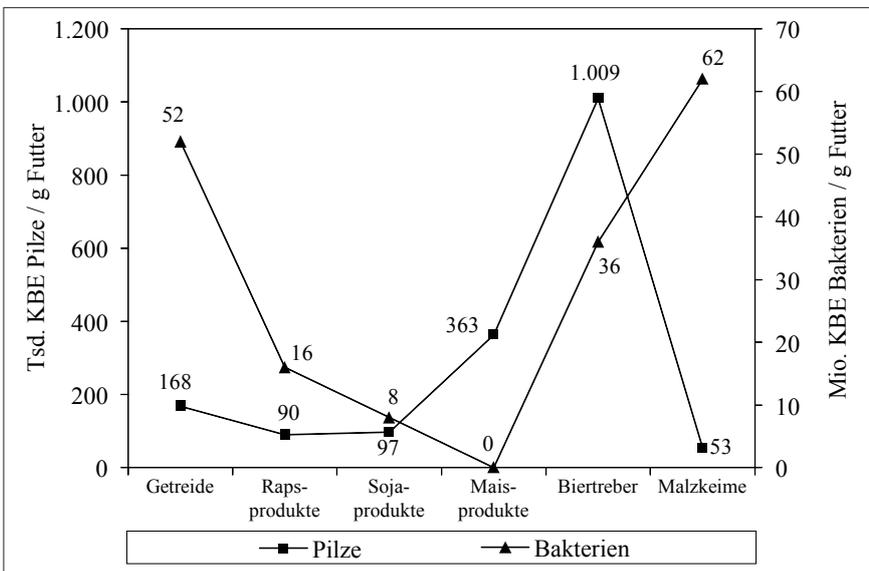


Abbildung 4: Gehalt an Pilzen und Bakterien in Kraftfutter der Keimzahlstufe IV

dukten, Biertreber und Malzkeimen mit Schimmelpilzen. Mit Bakterien waren insbesondere Biertreber und Malzkeime belastet. Hefen waren nur in einigen Futterstoffen verstärkt nachweisbar (Abbildung 3). 49 % der Biertreberproben entfielen auf die KZS IV. Es wurden 3,4 Mrd. KBE je g Futter nachgewiesen. Von den anderen Futterstoffen waren die sonstigen Silagen, insbesondere Ganzpflanzensilage, stark mit Hefen belastet.

Wie die Ergebnisse in Abbildung 4 zeigen, lagen die tatsächlichen Gehalte an Pilzen und Bakterien in der KZS IV ein Mehrfaches über den Orientierungswerten. So wurden in Maisprodukten 363 Tsd. Pilze und in Biertreber sogar 1 Mio. je g Futter nachgewiesen. Bakterien waren besonders in Getreide und Malzkeimen enthalten.

Von den Futterzusatzstoffen wie z. B. Bioprophin, Lipicafett, Eiweißergänzer, Deucalac, Glycerol waren lediglich 15 Proben geringfügig mit Schimmelpilzen und 6 Proben mit Bakterien belastet.

49 % der Biertreber-, 22% der sonstigen Silage- und 18 % der Heuproben wiesen deutlich überhöhte Hefegehalte auf (Abbildung 5).

Wie oben beschrieben erfolgte unter Berücksichtigung der Belastung der Futtermittel mit Bakterien, Pilzen, Hefen, Milchsäurebakterien sowie Clostridien die Vergabe einer Gesamtqualitätsnote. Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, musste die Qualitätsnote 4 für 153 von 1.343 Futterproben vergeben werden (11,4 %). Am schlechtesten war die Qualität des Grundfutters (14,4 % mit Note 4). Probleme gab es auch mit Kraftfutter (10 % mit Note 4). Weniger belastet waren die Futterzusatzstoffe (12 % mit Note 3).

3. Einflussfaktoren auf die Futterqualität

Im folgenden Abschnitt soll dargestellt werden, welchen Einfluss der Betrieb, das Jahr und der Untersuchungsmonat auf die mikrobiologische Futterqualität hatten. Der Einfluss unterschiedlicher Konservierungsmethoden konnte mit dem vorliegenden Material nicht analysiert werden. Zwischen den Betrieben

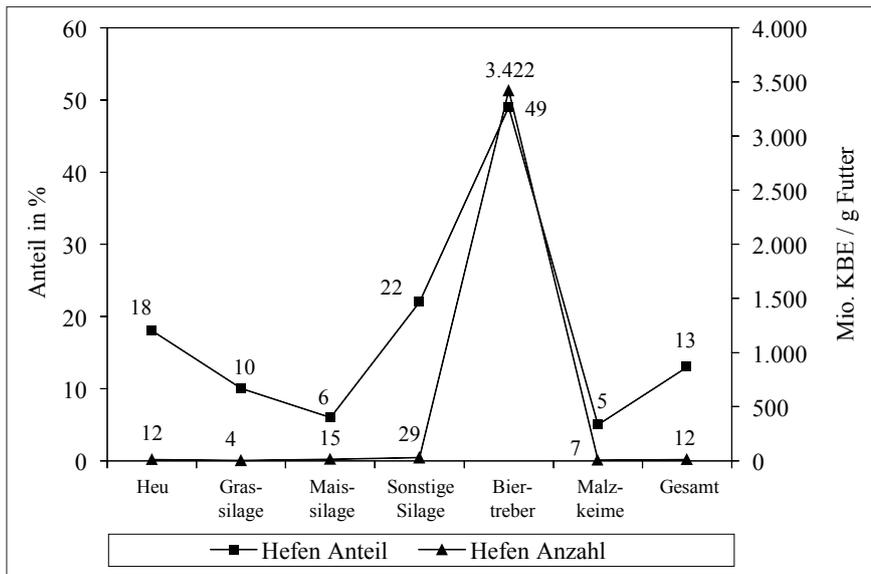


Abbildung 5: Anteil Futterproben (%) mit Keimzahlstufe IV für Hefen sowie Hefegehalt (in Mio. KBE je g Futter)

Tabelle 6: Mikrobiologische Gesamtqualität der untersuchten Futtermittel nach Qualitätsnoten in %

Futtergruppe	Anzahl	Note 1 in %	Note 2 in %	Note 3 in %	Note 4 in %
Grundfutter	561	58	16	11	14
Kraftfutter	683	63	12	14	10
Futterzusätze	99	78	9	12	1
Gesamt	1.343	62	14	13	11

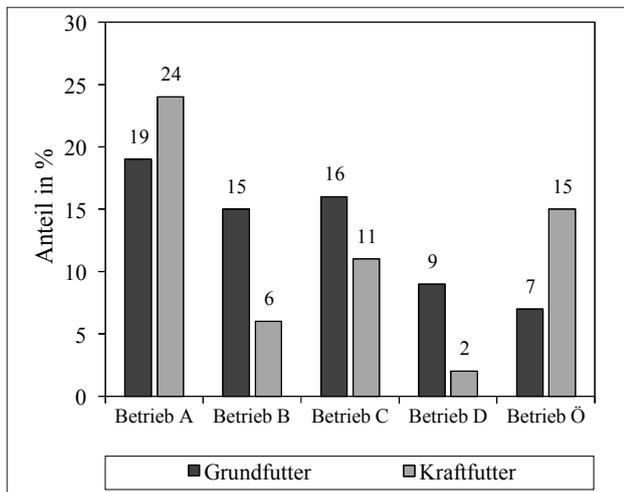


Abbildung 6: Anteil Futterproben in Qualitätsstufe IV nach Betrieben

gab es erhebliche Unterschiede in der Gesamtqualität des Futters (Abbildung 6). Die Betriebe A bis D betrieben eine konventionelle Milchproduktion während Betrieb Ö ökologisch wirtschaftete.

Eine unbefriedigende Grund- und Kraftfutterqualität bestand in Betrieb A, einem ansonsten leistungsstarken konventionellen Betrieb. Der ökologisch produzierende Betrieb wies zwar eine sehr gute Grundfutterqualität auf, hatte aber Probleme in der Kraftfutterqualität, resultierend aus dem Zukauf von Kraftfutter. Weitere Detailinformationen enthalten

die Abbildungen 7 und 8. Sowohl das Grundfutter als auch das Kraftfutter wiesen in Betrieb A den höchsten Befall mit Schimmelpilzen auf. Auch im Ökobetrieb (Ö) bestand eine hohe Belastung des Kraftfutters mit Pilzen. In Betrieb A waren sowohl Grund- als auch Kraftfutter stark mit Bakterien belastet. Detailinformationen enthalten Berichte von ANACKER (2007 und 2010).

Aus den Ergebnissen ist abzuleiten, dass in den Milchproduktionsbetrieben erhebliche Reserven bestehen, um hygienisch einwandfreies Grundfutter zu produzieren. Da Kraftfutter in vielen Fällen zugekauft wird, muss den Betrieben empfohlen werden, diese Futterchargen entweder direkt auf Toxine oder mikrobiologisch untersuchen zu lassen. Eigene Er-

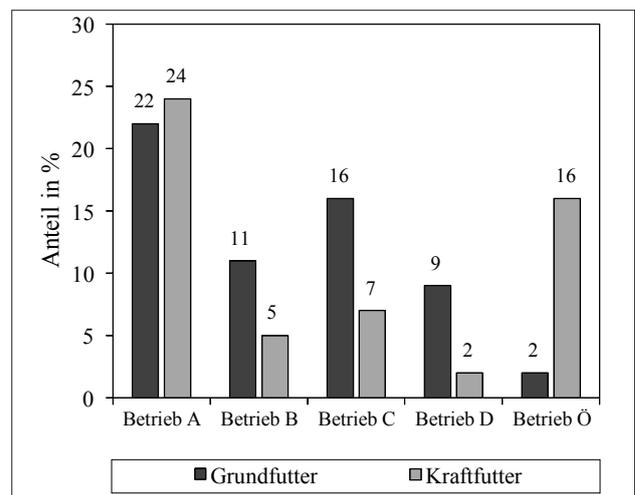


Abbildung 7: Mikrobiologische Belastung von Grund- und Kraftfuttermitteln mit Schimmel- und Schwarzepilzen nach Betrieben (Anteil in KZS IV)

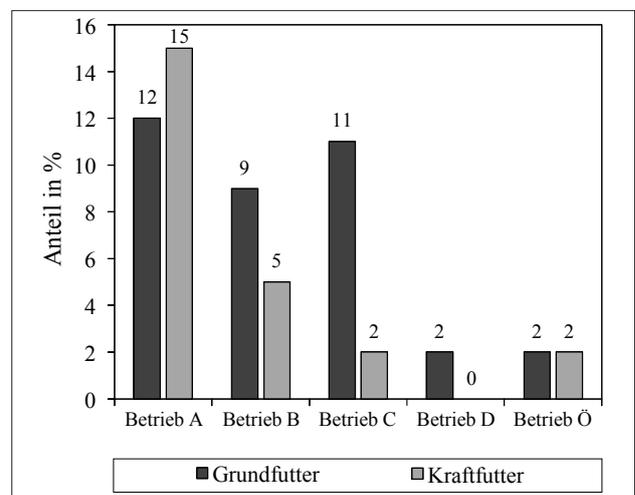


Abbildung 8: Mikrobiologische Belastung von Grund- und Kraftfuttermitteln mit Bakterien nach Betrieben (Anteil in KZS IV)

fahrungen haben gezeigt, dass allein am äußeren Erscheinungsbild nicht auf die Qualität geschlossen werden kann. Dies betraf neben Mais auch Raps und Getreide.

Um den Einfluss des Untersuchungsjahres sowie des Untersuchungsmonats auf die Futterqualität bewerten zu können, wurden LSQ-(Least square)-Mittelwerte für die Gesamtqualität der Hauptfuttergruppen geschätzt. Als Einflussfaktoren fanden der Betrieb sowie Kontrollmonat und Kontrolljahr Berücksichtigung. Die Grundfutterqualität wurde signifikant durch das Untersuchungsjahr beeinflusst (Abbildung 9). Sie variierte zwischen 1,4 und 2,5. Auffällig war die unbefriedigende Qualität zu Beginn der Untersuchungen. Erhebliche Schwankungen bestanden auch in der Kraftfutterqualität. Insgesamt bestand jedoch der Trend zu einer Verbesserung der mikrobiologischen Futterqualität im

Untersuchungszeitraum. Dies resultierte auch daraus, dass die Betriebe regelmäßig Informationen zur Qualität ihres Futters bekamen.

Die relativ geringen Unterschiede in der Futterqualität zwischen den Kontrollmonaten waren – im Gegensatz zu den Untersuchungsjahren – statistisch nicht zu sichern (Abbildung 10).

Insgesamt ist abzuleiten, dass ein signifikanter Einfluss des Untersuchungsjahres und somit des Witterungsverlaufes auf die Futterqualität nachzuweisen war. Ab 2002 bestand nur noch eine relativ geringe Pilzbelastung des Grundfutters. Gleiches trifft auf Bakterien zu. Relativ hoch war zu Untersuchungsbeginn die Belastung mit Hefen. Seit 2004 lag der Anteil stark mit Hefen belasteter Proben bei 8 bis 10 %. Der Pilzbefall des eingesetzten Kraftfutters ging von 29 % in KZS IV im Jahr 2001 auf 1 % im Jahr 2009 zurück. Insgesamt war eine positive Entwicklung in der mikrobiologischen Futterqualität zu verzeichnen.

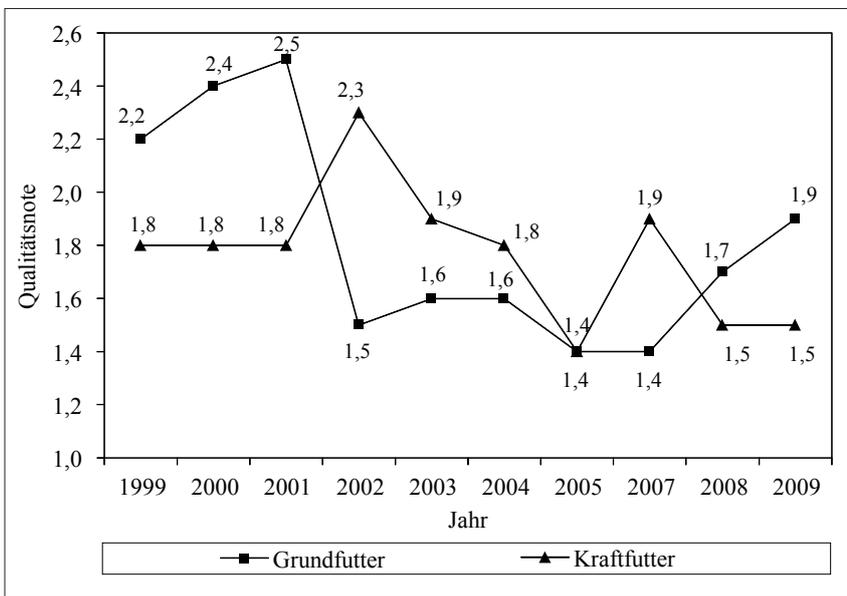


Abbildung 9: LSQ-(Least square)-Mittelwerte der Gesamtqualität des Futters nach Futtergruppen und Jahren

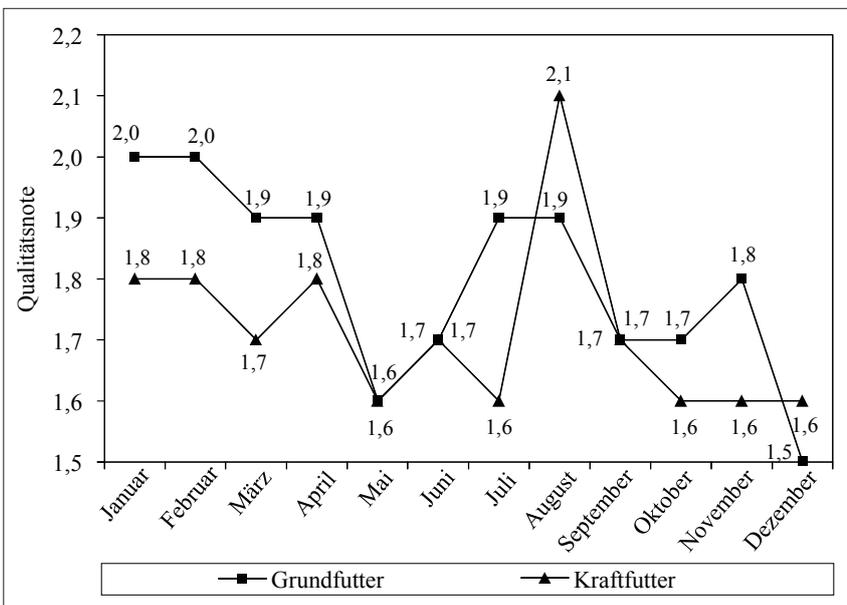


Abbildung 10: LSQ Mittelwerte der Gesamtqualität des Futters nach Futtergruppen und Monaten

4. Mikrobiologische Futterqualität und Tiergesundheit

Eingangs wurde bereits nachgewiesen, dass zwischen dem Gehalt an Pilzen im Futter und Mykotoxinen ein Zusammenhang besteht. Die durch Endo- und Mykotoxine hervorgerufenen Vergiftungserscheinungen zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Sie treten wahrscheinlich oft auf, werden aber nicht als solche erkannt (unspezifische Erkrankungen aufgrund der Schwächung des Immunsystems, Minderleistungen, Reproduktionsstörungen)
- Gesundheitsstörungen sind nicht auf andere Tiere übertragbar
- Behandlungen mit Antibiotika und anderen Medikamenten bleibt erfolglos
- Saisonales Auftreten von Krankheitsausbrüchen
- Meist klare Beziehungen zu kontaminierten Futterchargen, wobei das Futter meist bereits eingesetzt wurde
- Akute Vergiftungserscheinungen werden stets durch relativ hohe Mykotoxinkonzentrationen im Futter hervorgehoben (*Clostridium Butulinum*)
- Einlagerung von Endotoxinen im Fettgewebe der Kühe. Anflutung im Körper erfolgt, wenn Körperfett zur Energieversorgung eingeschmolzen wird. Daher besondere Empfindlichkeit der Frischkälber

Um Zusammenhänge zwischen der Futterqualität und dem Erkrankungsgeschehen detailliert darstellen zu können, sind detaillierte Tierexperimente erforderlich. Im Folgenden können deshalb nur Trends dargestellt werden. In Betrieb A wurde die Futterqualität nur einmal im Monat an fünf Futterstoffen festgestellt. Die Auswertung erfolgte deshalb nur für Jahre (Tabelle 7). Mit der Verschlechterung der Qualität des Grundfutters und des Kraftfutters war ein deutlicher Anstieg der Erkrankungen und auch des Zellgehaltes der Milch verbunden. Negative Auswirkungen bestanden insbesondere auf den Anteil Notschlachtungen und Verendungen. Aufgrund der wesentlich höheren Untersuchungsdichte in Betrieb B (je Woche fünf Futterproben) sind für diesen Be-

trieb tiefgründigere Analysen möglich (Tabelle 8). Ein Anstieg des Bakterien-, Pilz- und Hefegehaltes der Futterstoffe führte durchaus zu einer Erhöhung der Erkrankungsrate. Einfluss bestand insbesondere auf die Eutererkrankungen.

Wie aus den Abbildungen 11 und 12 hervorgeht, besteht durchaus ein Zusammenhang zwischen der Futterqualität und der Eutergesundheit. In der Regel führt eine schlechte Futterqualität im Folgemonat zu verstärktem Auftreten von Eutererkrankungen. In weiteren Untersuchungen (ANACKER 2007) konnte nachgewiesen werden, dass die Erhöhung des Gehaltes an Schimmelpilzen und Bakterien im Futter zeitversetzt zu einem Anstieg der Leberenzymwerte ASAT und GLDH führt.

Tabelle 7: Mittlere Qualitätsstufe (QS) des Futters und Erkrankungsrate in Betrieb A

	1999	2000	2001	2002
QS Grundfutter	2,2	2,7	2,5	1,6
QS Kraftfutter	1,9	2,0	2,4	2,4
Behandlungen je Kuh und Jahr	4,8	7,5	6,0	4,9
Notschlachtungen, Verendungen, % der Abgänge	6,2	6,7	31,0	13,8
Zellzahl, in Tsd. je ml Milch	167	188	227	232

Tabelle 8: Futterqualität und Erkrankungen (Erkr.) in Betrieb B in den Jahren 2008 und 2009

Jahr		Kontrollmonat												DS ¹
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
2008	KZS Bakt.	2,2	2,5	2,0	1,9	2,0	2,3	2,4	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1
	KZS Pilze	1,8	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6	1,8	1,6	1,9	1,9	1,7	2,0	1,7
	KZS Hefen	2,1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	1,8	1,7	1,8
	Erkr. in %	32	28	29	28	30	26	32	41	42	31	38	34	35
2009	Euter in %	14,1	11,1	11,4	10,1	14,6	10,5	15,3	19,3	17,8	15,8	16,2	12,4	14
	KZS Bakt.	1,9	2,1	2,1	1,9	1,7	2,1	2,4	2,4	2,2	2,0	2,3	2,3	2,1
	KZS Pilze	1,6	1,9	2,1	1,8	1,6	1,9	1,6	1,6	1,6	1,7	1,9	1,8	1,9
	KZS Hefen	1,6	1,8	2,0	1,9	1,7	1,7	1,9	2,2	1,9	2,0	2,2	2,0	2,0
2009	Erkr. in %	29	30	24	30	27	33	36	34	33	35	27	32	30
	Euter in %	8,4	13,3	10,5	12,7	14,4	15	16,2	15,3	9,4	12,4	14,6	9,8	12,7

¹Durchschnitt

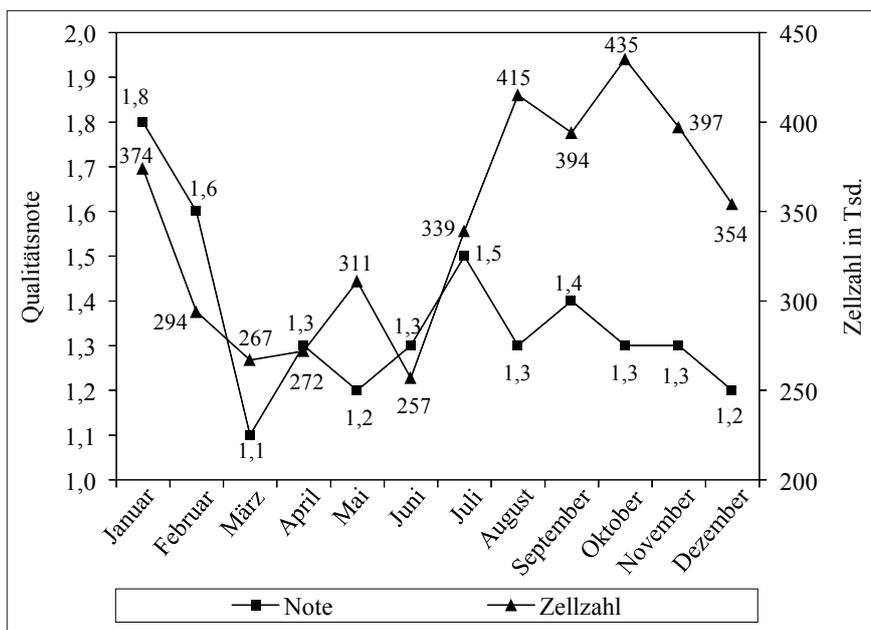


Abbildung 11: Mikrobiologische Gesamtqualität des Futters und Zellgehalt der Milch im Jahr 2008 (Betrieb B)

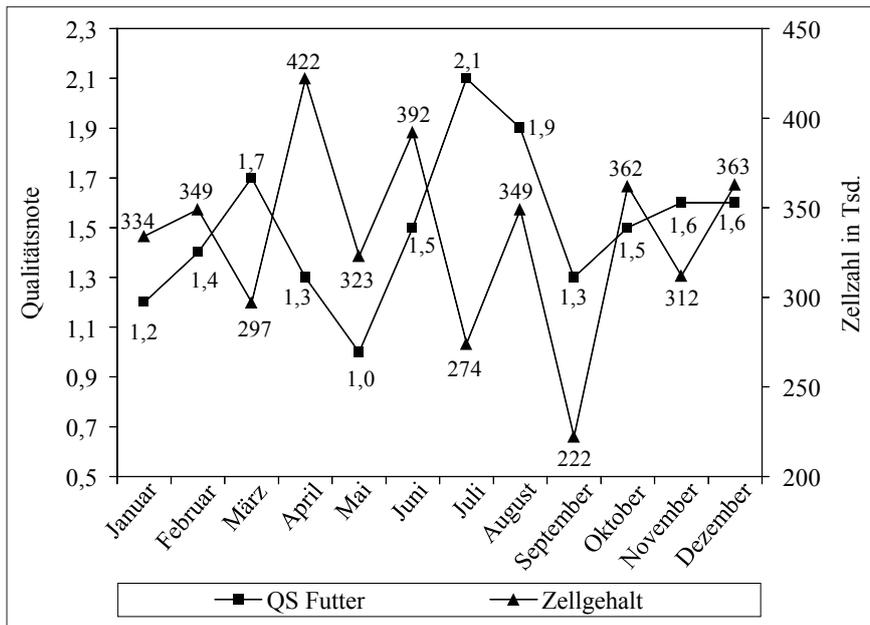


Abbildung 12: Mikrobiologische Gesamtqualität des Futters und Zellgehalt der Milch im Jahr 2009 (Betrieb B)

5. Literaturverzeichnis

- ANACKER, G., 2007: Mikrobiologische Belastung von Hauptfutterkomponenten – Ursache für Gesundheitsprobleme in Milchviehherden, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena, Abschlussbericht 2007.
- ANACKER, G., 2008: Einfluss betrieblicher Managementfaktoren auf die Nutzungsdauer, Lebensleistung und Abgangsrate von Milchkühen in Thüringen, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena, Abschlussbericht 2008.
- ANACKER, G., 2010: Einfluss der mikrobiologischen Futterqualität auf Leberenzymwerte und Tiergesundheit, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena, Abschlussbericht 2010.
- BUCHER, E. und A. THALMANN, 2006: Mikrobiologische Untersuchung von Futtermitteln, Kraftfutter Heft 6, 16-23.
- EFMO, 2004: In: Mikrobiologische Belastung von Hauptfutterkomponenten – Ursache für Gesundheitsprobleme in Milchviehherden, (G. Anacker, 2007). Abschlussbericht Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena 2007.
- EU, 2005: Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und Rates mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene. Amtsblatt der Europäischen Union, L35/1-L35/22, Jänner 2005.
- SCHUH, M., 2010: Mykotoxine – die unsichtbare Gefahr. Elite 2, 41-43.
- VDLUFA, 2002: In: Mikrobiologische Belastung von Hauptfutterkomponenten – Ursache für Gesundheitsprobleme in Milchviehherden, (G. Anacker, 2007). Abschlussbericht Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena 2007.

Bericht

40. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2013

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2013

ISBN-13:978-3-902559-93-7

ISSN:1818-7722