



39. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungsplan
des Bundes

Milchproduktion – Status quo
und Anpassung an zukünftige
Herausforderungen

25. und 26. April 2012
Grimmingsaal
LFZ Raumberg-Gumpenstein

39. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Milchproduktion – Status quo
und Anpassung an zukünftige
Herausforderungen

25. und 26. April 2012

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

Andrea Stuhlpfarrer
Alexandra Eckhart
Beate Krayc

Lektorat

Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber
Dipl.-Ing. Marcus Urdl
Dr. Margit Velik

Druck, Verlag und © 2012

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

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902559-77-7

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

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

39. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. April 2012, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2012

Inhaltsverzeichnis

Standortgerechte Grünlandbewirtschaftung – Möglichkeiten und Grenzen der Intensivierung	1
<i>M. DIEPOLDER</i>	
Optimale Grünlandbewirtschaftung in Bergregionen	9
<i>E.M. PÖTSCH</i>	
Herdenmanagement in wachsenden Milchviehbetrieben	19
<i>A. PELZER</i>	
Meine Strategie nach dem Ende der Milchquote – Gunstlage	23
<i>M. und J. PENDL</i>	
Meine Strategie nach dem Ende der Milchquote – Bergregion	25
<i>J. LACKNER</i>	
Vollerwerb in Zeiten nicht geschützter Märkte – Modellkalkulationen für Milchviehbetriebe	27
<i>L. KIRNER</i>	
Die Milchkuh – Wenn die Leistung zur Last wird!	35
<i>H. MARTENS</i>	
Die Milchkuh im Spannungsfeld zwischen Leistung, Gesundheit und Nährstoffeffizienz	43
<i>A. KHOL-PARISINI und Q. ZEBELI</i>	
Einfluss der Kraftfutterzusammensetzung auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen bei unterschiedlichem Vegetationsstadium des Wiesenfutters	51
<i>L. GRUBER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, M. URDL, K.-H. SÜDEKUM und S. KIRCHHOF</i>	
Das Rationsrechnungsprogramm des Landeskontrollverbandes	61
<i>G. STÖGMÜLLER</i>	
Automatische Melksysteme – Trends, Entwicklungen, Umsetzung	67
<i>J. HARMS und G. WENDL</i>	
Das hat mir die Umstellung auf ein Automatisches Melksystem gebracht	75
<i>H. PEINBAUER</i>	
Automatisches Melken in Oberösterreich – Erfahrungen und Empfehlungen aus und für die Praxis	77
<i>F. WOLKERSTORFER</i>	
Work-Life-Balance auf dem Milchviehbetrieb	81
<i>C. HACKL</i>	

Standortgerechte Grünlandbewirtschaftung – Möglichkeiten und Grenzen der Intensivierung

Site-related grassland management – possibilities and limits

Michael Diepolder^{1*}

Zusammenfassung

Beste Qualität und hohe Erträge vom Grünland sind ökonomische und tierphysiologisch gerechtfertigte Ziele in der Milchviehhaltung. Ausgangspunkt hierfür sind nachhaltig leistungsfähige Pflanzenbestände mit optimalem Nutzungszeitpunkt, vier bis fünf Schnitten pro Jahr in Gunstlagen sowie einer entsprechend angepassten Düngung und Pflege. Eine intensive Bewirtschaftung des Dauergrünlandes verlangt Fingerspitzengefühl. Sie ist in der Realität auch eine Gratwanderung, gerade wenn die natürlichen Gegebenheiten des Standortes eine Intensivierung einschränken. Eine reduzierte Bewirtschaftungsintensität ist dort gerechtfertigt und zweckmäßig, wo sie standorttypisch ist bzw. dort, wo andere Ziele der Grünlandwirtschaft klar im Vordergrund stehen. Jungvieh, niedrileistende oder trockenstehende Kühe haben geringere Anforderungen an die Futterqualität. Das Idealbild wäre eine abgestufte bzw. „duale“ Grünlandnutzung (extensiv und intensiv nebeneinander) innerhalb einer Region unter Berücksichtigung der gegebenen Standortverhältnisse sowie einer einzelbetrieblich sinnvollen Inanspruchnahme von (erfolgsorientierten) staatlich gestützten Agrarumweltmaßnahmen. Daraus ergeben sich Ansätze zur Sicherung der „Multifunktionalität der Grünlandwirtschaft“ aus gesamtgesellschaftlicher Sicht.

Schlagwörter: Futterqualität, Ertrag, Nährstoffbedarf, Pflanzenbestand

Abstract

Best quality and high yields in grassland management are economically and animal-physiologically justifiable aims in dairy farming. Starting point are therefore a sustainably productive crop with an optimized cutting date, four or five cuts per year in advantaged areas as well as an appropriate fertilization and fostering. An intensive management of permanent grassland needs a lot of intuition. Indeed it can be a tightrope walk, especially if the natural conditions of the site restrict intensification. A reduced intensity of cultivation is justifiable and advisable, where it is typical for the location and where, respectively, there are other goals of grassland management clearly coming to the fore. Young cattle, low-performing or dry cows make lower demands on forage quality. The ideal would be a graded or dual usage of grassland (extensive and intensive side by side) within a region with respect to the given conditions of site as well as a useful availment of (success-oriented) federally supported agrarian environmental measures for the distinct farms. Hence there arise approaches for the preservation of a “multi-functionality of grassland management” from a common social view.

Keywords: Forage quality, yield, nutrient requirement, botanical composition

1. Einleitung

Der Grünlandwirtschaft kommt in Regionen, wo Ackerbau nur einschränkt möglich ist, eine Schlüsselrolle für die tierische Veredelung, damit für das direkte Einkommen der Landwirte und der vor- und nachgelagerten Bereiche zu. Ihre Bedeutung reicht jedoch weit darüber hinaus (Multifunktionalität). So ist Dauergrünland eine prägende Kulturlandschaft im Alpen-, Voralpen- und Mittelgebirgsraum, ebenso in Flusstälern. Grünland trägt wesentlich zur Artenvielfalt, zum Gewässer- und Erosionsschutz sowie zur Naherholung bzw. touristischen Attraktivität einer Region bei (HUTTER et al. 2002, DIEPOLDER 2006).

Die Grünlandwirtschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten stark gewandelt, der Grad der Intensivierung hat vielerorts zugenommen. Für das österreichische Grünland stellen BUCHGRABER und GINDL (2004) aufgrund der großen

topografischen und klimatischen Unterschiede eine Aufteilung in zwei stark unterschiedliche Bewirtschaftungsrichtungen fest. Der weitaus geringere Teil (ca. 20 %) der Fläche wird als Intensivgrünland mit vier und mehr Schnitten pro Jahr, hohem Tierbesatz und höherer Milchleistung (> 7.000 kg/Laktation) genutzt und beschränkt sich auf Flächen im Alpenvorland sowie Tal- und Beckenlagen. Für Bayern dürfte der Anteil der Flächen mit vorwiegend vier und mehr Nutzungen pro Jahr bei rund 45 % (DIEPOLDER 2006) und damit deutlich höher liegen.

In diesem Beitrag wird als Schwerpunkt auf die Bedeutung und die produktionstechnischen Anforderungen einer intensiven Grünlandwirtschaft in Gunstlagen eingegangen. Darüber hinaus soll jedoch auch eine Diskussionsgrundlage geschaffen werden, ob und inwiefern sich Grenzen einer zunehmenden Intensivierung des Dauergrünlandes

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Vöttinger Straße 38, D-85354 Freising

* Ansprechpartner: Dr. Michael Diepolder, email: michael.diepolder@lfl.bayern.de

abzeichnen. Darauf weisen aktuelle umfangreiche Bestandaufnahmen in Bayern (KUHNER et al. 2011) sowie auch populärwissenschaftliche Veröffentlichungen (z.B. HUTTER et al. 2002) hin.

2. Material und Methoden

Als Basis für die nachstehenden Ausführungen werden für den tierischen Bereich Kennzahlen aus Futterwerttabellen (LfL 2011b), Betriebszweigauswertungen (DORFNER und HOFFMANN 2011) sowie Ergebnisse aus bayerischen Grassilageproben zitiert. Für den pflanzenbaulichen Bereich werden neben einigen Kennzahlen zur fachgerechten Bemessung der Düngung (LfL 2011a) Versuchsergebnisse aufgeführt, die vorwiegend am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Spitalhof/Kempton gewonnen wurden. Dieser Standort auf 700 m Höhe steht mit 1.290 mm durchschnittlichen Jahresniederschlägen, einem Temperaturmittel von 7,0° C, einer nativen weidelgrasreichen Grasnarbe über Parabraunerde aus schluffigem Lehm für bayerische Gunstlagen mit Möglichkeit intensiver Grünlandnutzung von vier bis fünf Schnitten pro Jahr. Zur Diskussion über die Artenzusammensetzung des bayerischen Grünlands, damit auch über Möglichkeiten und Grenzen der Grünlandintensivierung werden Ergebnisse aus stichprobenartigen Erhebungen in Oberbayern (DIEPOLDER et al. 2004), dem bayernweiten Grünlandmonitoring der Jahre 2002 – 2008 (KUHNER et al. 2011) sowie zusammengefasste Rückmeldungen aus der Officialberatung zitiert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Bedeutung hoher Futterqualität

Wird vom wirtschaftseigenen Futter mehr Milch erzeugt, so schafft dies dem Betrieb mehr Nährstoffspielräume und senkt notwendige Nährstoffimporte durch Kraftfutter. Mehr Protein durch heimisches Eiweiß bedeutet zudem mehr Unabhängigkeit von Soja aus Übersee.

Auch zeigen Betriebszweigauswertungen, dass Milchviehbetriebe mit hoher Grund- bzw. Grobfutterleistung im Mittel mit höherer Milchleistung, deutlich geringerem Kraftfuttereinsatz und einem höheren Gewinnbeitrag pro Kuh wirtschaften (siehe *Tabelle 1*). Zudem bestätigen die Ergebnisse des Milchreports Bayern (DORFNER und HOFFMANN 2011), dass Systeme mit hoher Grobfutterleistung nicht nur ökonomischer sondern auch flächeneffizienter arbeiten.

Aufgrund des hohen Energie- und Proteinbedarfs von Milchkühen vor allem zu Beginn der Laktation sind die Anforderungen an die

Futteraufnahme und die Nährstoffkonzentration wesentlich höher als bei Trockenstehern, Kalbinnen und Mutterkühen (siehe *Tabelle 2*). Um Kraftfutter effektiv und tierphysiologisch optimal einsetzen zu können, werden für die Milchviehhaltung in Grünlandgebieten hohe Anforderungen an die Qualität von Grassilagen und/oder Heu gestellt. *Tabelle 3* zeigt am Beispiel von zwei unterschiedlichen Grassilagen deren Auswirkungen auf die Grobfutterleistung und den erforderlichen Kraftfuttereinsatz. Zu ersehen ist, dass bei einer 700 kg schweren Milchkuh mit 30 kg Leistung die Verfütterung einer Silage von 5,5 MJ NEL/kg TM nicht

Tabelle 1: Ausgewählte Kennzahlen aus bayerischen Betriebszweigauswertungen 2009/2010 (DORFNER und HOFFMANN 2011)

	Klasse Grobfutterleistung (kg/Kuh)		
	1.500 - 2.500	2.500 - 3.500	3.500 - 4.500
Anzahl Betriebe	54	85	81
Ø Herdengröße	66	64	58
Ø Milchleistung (kg ECM/Kuh)	7.611	7.723	7.747
Ø Grobfutterleistung (kg ECM/Kuh)	2.082	3.020	3.872
Ø Kraftfuttereinsatz (g/kg ECM)	330	281	234
Direktkostenfreie Leistung (Euro/Kuh)	1.379	1.440	1.502

ECM: Energy Corrected Milk

Tabelle 2: Praktische Orientierungswerte zum Energie- und Proteinbedarf bei Rindern (nach LfL 2011b, Gruber Futterwerttabelle)

	Futteraufnahme (kg TM/Tag)	NEL (MJ/ kg TM)	ME (MJ/ kg TM)	(n)XP (g/kg TM)
Frühlaktation	21	7,1	–	165
Altmelkend	17	6,5	–	150
Trockenstehend	11	5,6	–	125
Kalbinnen > 1 Jahr	8 – 9	5,6	9,8	110
Mutterkühe	12	5,8	–	110

Tabelle 3: Kalkulationsbeispiele zur Energie- und Proteinversorgung von Rindern bei zwei Grassilagequalitäten (nach LfL 2011b, Gruber Futterwerttabelle)

1. Milchkuh (700 kg LG)	„Extensiv“		„Intensiv“	
	NEL (MJ)	XP (g)	NEL (MJ)	XP (g)
Inhaltswerte (je kg TM)	5,5	120	6,5	160
TM aus Grobfutter (kg)		11,0		13,0
Versorgung	60,5	1.320	84,5	2.080
Bedarf Erhaltung	39,9	470	39,9	470
Grobfutterleistung (kg Milch)	6,3	9,6	13,4	18,1
Kraftfutterbedarf bei 30 kg Milch (7,0 NEL/kg FM)		11,2		7,8
Kraftfutter-Anteil (% der TM)		47		35
Anmerkung: Der Kraftfutteranteil in der Gesamtration sollte 40 % der TM nicht überschreiten				
2. Kalbinnen (400 kg LG) *				
TM aus Grobfutter (kg)		8,5		9,0
Bedarf	48,0	935	48,0	935
Versorgung	47,0	1.020	59,0	1.440
Anmerkung: * Energiebewertung bei Kalbinnen vereinfacht (offiziell mit MJ ME)				
3. Trockenstehende Kühe				
TM aus Grobfutter (kg)		11,0		12,0
Bedarf	62,0	1.375	62,0	1.375
Versorgung	60,5	1.320	78,0	1.929
4. Mutterkühe (650 kg LG, 10 kg Milch)				
TM aus Grobfutter (kg)		12,0		13,0
Bedarf	70,0	1.320	70,0	1.320
Versorgung	66,0	1.440	84,5	2.080

Grau unterlegte Zahlen zeigen in *Tabelle 3* ungünstige Werte an.

nur einen zu hohen Kraftfutterbedarf (Pansenphysiologie) in der Ration erfordert, sondern die aus dem wirtschaftseigenen Futter erzielte Milchleistung im Vergleich mit einer um 1 MJ NEL/kg TM energiereicheren Silage um über 50 % zurückgeht. Andererseits wäre eine „extensive“ Silage völlig ausreichend zur bedarfsgerechten Versorgung von Kalbinnen, Mutterkühen und trockenstehenden Kühen, während bei der ausschließlichen Verfütterung der energie- und proteinreichen „Intensivsilage“ eine deutliche Überversorgung vorliegen würde.

3.2 Reserven

Zweifelsohne hat sich die Grünlandwirtschaft in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Rückmeldungen aus der Beratungspraxis und Futteranalysen zeigen, dass eine gemeinsame Diskussion zwischen Pflanzen- und Tierernährung sinnvoll und notwendig ist, um weitere Reserven der Effizienzsteigerung auszuloten und um mögliche Grenzen zu erkennen.

Seitens der Tierernährung werden für Spitzensilagen heute pro Kilogramm Trockenmasse gefordert: Energiedichten möglichst von über 6,4 MJ NEL vom ersten Schnitt bzw. von über 6,1 MJ NEL in den Folgeschnitten sowie Rohproteingehalte von 160 – 180 Gramm, 220 – 250 Gramm Rohfaser und weniger als 100 Gramm Rohasche. Dies wird, zumindest teilweise, durchaus in der Praxis auch erreicht, wie die Analysen bayerischer Grassilagen in *Tabelle 4* zeigen. In diesen Untersuchungen sind die herausragende Bedeutung eines optimalen ersten Schnittes und der starke

Einfluss des Einzeljahres ersichtlich. Vor allem aber deutet der Vergleich der Mittelwerte des oberen und unteren Viertels, u.a. eine Differenz der Energiedichte von rund 1,0 MJ NEL/kg TM, darauf hin, dass durchaus noch Reserven vorhanden sein könnten und damit noch „mehr Milch aus Gras/Grünland“ möglich wäre. Diese Reserven umfassen den weiten Bereich des Pflanzenbaus, der Ernte-, Silier- und Entnahmetechnik und sind auch Ansatz fachübergreifender Forschungsprojekte (KÖHLER et al. 2011, LfL 2012). Reserven deuten sich gerade aus pflanzenbaulich-produktionstechnischer Sicht an. So ergaben Rückmeldungen bayerischer Pflanzenbauberater vor einigen Jahren folgende Einschätzung zu Auswirkungen veränderter Grünlandbewirtschaftung, die sich knapp wie folgt zusammenfassen lassen (DIEPOLDER 2010):

- Negative Bestandsveränderungen (Gemeine Risppe, Ampfer- und Hahnenfußarten, Einwanderung von Ackerunkräutern)
- Narbenlücken, Mäuse, Bodenverdichtungen
- Ausbleiben von bodendeckenden (wertvollen) Gräsern, lückige Grasnarben
- Sichtbare Fahrspuren mit wertlosen Pflanzenarten, Wasserpfützenbildung
- Steigende Grünlandsanierungskosten

Als (vermutete) vielschichtige Ursachen wurden hierfür schwerpunktmäßig genannt:

- Zunehmender Druck zur Intensivierung (Futterqualität)
- Oft nicht standortangepasste Intensivierung aber auch „spontane“ Extensivierung
- Termindruck, überbetriebliche Ernte, schwerere Maschinen, höhere Transportgewichte, Befahren des Grünlands bei feuchten Böden/Nässe, Bodenverdichtung, oft wenig narbenschonender Einsatz der Technik
- Mangelnde Pflege der Grasnarbe; notwendige Über-/Nachsaaten unterbleiben
- Unausgeglichene Düngung, nicht optimales Gülle-Management
- Fehlender rechtzeitiger Pflanzenschutz, Bindung durch Förderprogramme
- Zunehmende Witterungsextreme

Auch erste Ergebnisse eines Ertrags- und Nährstoffmonitorings auf ca. 120 bayerischen Praxisflächen (LfL 2012) sowie exakte einzelbetriebliche Ertragsanalysen auf Staatsbetrieben (KÖHLER et al. 2011) weisen auf bestehende pflanzenbauliche Reserven hin. Diese sollten allerdings stets standortbezogen diskutiert werden.

3.3 Produktionstechnische Möglichkeiten und Grenzen

In *Tabelle 5* wird anhand von zehnjährigen Ergebnissen der Einfluss von Standort und Schnittfrequenz für zwei unterschiedliche Wiesentypen/Regionen dargestellt.

Ersichtlich ist einerseits für beide Standorte die bekannte Tatsache, dass mit ansteigender

Tabelle 4: Futterqualitäten bayerischer Grassilagen in den Jahren 2010 und 2011 (SCHUSTER et al. 2010 und 2011; sowie LKV-Futtermittellabor Grub)

Angaben pro kg TM	Erster Schnitt Durchschnitt			Mittel Folgeschnitte Durchschnitt		
	Bayern	+ 25 %	- 25 %	Bayern	+ 25 %	- 25 %
2011						
Rohasche (g)	77	71	85	101	90	113
Rohfaser (g)	214	196	239	234	221	248
Rohprotein (g)	156	157	153	147	154	135
Energie (MJ NEL)	6,83	7,32	6,20	6,21	6,69	5,69
2010						
Rohasche (g)	94	89	102	107	102	114
Rohfaser (g)	254	231	277	235	222	250
Rohprotein (g)	157	170	142	170	184	155
Energie (MJ NEL)	5,88	6,37	5,35	5,80	6,22	5,34

Grau unterlegte Werte: Vergleich oberes/unteres Viertel der Proben

Tabelle 5: Einfluss von Standort und Schnittfrequenz auf Ertrags- und Qualitätsparameter (Mittelwerte aus je 10 Versuchsjahren; DIEPOLDER 2000)

Standort	Spitalhof/Kempten Allgäuer Alpenvorland 1.290 mm mittlere Niederschlagshöhe			Bernhardswend/Franken Westl. Tonkeupergebiet 740 mm mittlere Niederschlagshöhe		
	Native Weidelgraswiese			Wiesenfuchsschwanzwiese		
Wiesentyp						
Schnitte pro Jahr	3	4	5	3	4	5
TM-Ertrag (dt/ha)	118,3	126,3	131,5	107,1	111,1	113,5
N-Aufnahme (kg N/ha)	247	342	405	219	274	331
Rohfasergehalt (g/kg TM)	233	211	201	302	280	257
Rohproteingehalt (g/kg TM)	130	168	191	128	155	183
Energiedichte (MJ NEL/kg TM)	6,02	6,29	6,41	5,62	5,78	6,00

Mittlere Düngung in kg/ha N/P₂O₅/K₂O: Bei den 3-Schnittvarianten 105/120/200; bei den 4-Schnittvarianten: 200/145/240, bei den 5-Schnittvarianten: 300/160/300

Bewirtschaftungsintensität (Schnittzahl und Düngung) das Ertragsniveau und die Futterqualität zunehmen. Andererseits ist erkennbar, dass innerhalb einer Intensitätsstufe (z.B. bei vier Schnitten pro Jahr, mit ähnlichen Schnittzeitpunkten beider Versuche, grau unterlegt in *Tabelle 5*) der Rohprotein- und Energiegehalt auf dem weidelgrasreichen Standort im Allgäuer Alpenvorland weit über den Werten des trockeneren, obergrasreichen fränkischen Standortes lagen. Bei diesem wurden im Versuch selbst bei fünf Schnitten pro Jahr (kaum praxisüblich in der Region) nicht die Energiedichten erzielt wie bei vier Nutzungen auf dem Kemptener Standort. Auch aus den Analysen bayerischer Grassilagen (SCHUSTER et al. 2010 und 2011) lässt sich eine gewisse Regionalisierung der Futterqualität ablesen, mit dem Trend, dass in Gunstlagen des Voralpenlandes meist höhere Energiedichten als in den trockeneren, obergrasreicheren nordbayerischen Regionen erzielt werden. Ergänzend sei hinzugefügt, dass die praxisübliche Schnittfrequenz in vielen Teilen Nordbayerns bei drei bis vier Nutzungen pro Jahr, dagegen in den Gunstlagen des Allgäuer und oberbayerischen Voralpenlandes bei vier bis fünf (teilweise 6) Nutzungen liegt. Im o.g. sowie einem weiteren Versuch führte auf dem Kemptener Standort eine willkürliche „Extensivierung“, d.h. eine mit drei Schnitten pro Jahr suboptimale Nutzungsintensität, zu einer aus futterwirtschaftlicher Sicht nachteiligen Verschiebung des Pflanzenbestandes mit Abnahme des Deutschen Weidelgrases, respektive starker Zunahme der Kräuter, vor allem Bärenklau und Spitzwegerich. Dagegen blieben die Pflanzenbestände bei vier- bis fünfmaliger Nutzung über die Jahre hinweg relativ stabil. Aus *Tabelle 5* ist auch zu entnehmen, dass beim N-Entzug starke Unterschiede zwischen beiden Standorten bestanden. Dies ist ein Beleg dafür, dass zur Bemessung der Düngung nicht nur die die Nutzungsfrequenz sondern auch die Ausprägung des Pflanzenbestandes bzw. die Ertragslage berücksichtigt werden muss.

Anhand von Versuchsergebnissen und Praxiserhebungen finden sich konkrete Hinweise, dass die festgestellten großen Streuungen in der Leistungsfähigkeit von Grünlandbeständen selbst bei ähnlicher Nutzungsintensität (KÖHLER et al. 2011, LfL 2012) sich neben natürlichen Standortverhältnissen (Höhenlage, Niederschlagsmenge, -verteilung, Pflanzengesellschaft) auch auf eine unterschiedliche Nährstoffversorgung zurückführen lassen. Eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen ist eine wesentliche Voraussetzung für stabile, leistungsfähige und qualitativ hochwertige Grünlandbestände. Basis hierfür ist eine regelmäßige Nährstoffrückführung durch Wirtschaftsdünger. Eine mineralische N-Düngung ist selbst im Intensivgrünland nicht generell erforderlich. Sie ist jedoch aus pflanzenbaulicher und ökonomischer Sicht durchaus sinnvoll, wenn ihr Einsatz mit „Fingerspitzengefühl“, also unter Berücksichtigung von Standortverhältnissen, Pflanzenbestand, sowie auf Grundlage von realistisch zu erzielenden Erträgen und

Qualitäten erfolgt (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010b).

Ein extremes Beispiel für eine nichtangepasste Nährstoffversorgung zeigt *Tabelle 6*. Bemerkenswert sind dabei weniger der (erwartet) starke Ertragsrückgang im Falle fehlender Düngung trotz intensiver Nutzung und die aus futterbaulicher Sicht negative Umschichtung des Pflanzenbestandes, insbesondere der starke Rückgang des Deutschen Weidelgrases, sondern vielmehr die Tatsache, dass sich dies gerade nicht in der Futteranalyse – wie zu vermuten gewesen wäre – entsprechend widerspiegelt. So lag insbesondere die aus den Rohnährstoffen abgeleitete mittlere Energiedichte bei der ungedüngten Variante (rohfasernarm, da krautreich) sogar höher als bei der gedüngten Variante.

Dies mag unterstreichen, dass es über die – zweifelsohne wichtige – Analyse von Laborwerten hinaus, für den Landwirt auch sinnvoll und notwendig ist, den Zustand des Pflanzenbestandes selbst „per Auge“ zu beurteilen, gemäß dem Motto: „Mal runter vom Schlepper und rein in die Wiese!“ In *Abbildung 1* sind ausgewählte Beispiele zur Höhe der empfohlenen N-Düngung bei unterschiedlichen Grünlandbeständen dargestellt. *Tabelle 7* verdeutlicht, dass bei einer intensiven Schnittnutzung und einem Ertragsniveau in Gunstlagen von über ca. 90 dt TM/ha sehr hohe

Tabelle 6: Vergleich von Ertrag, N-Aufnahme, Futterqualität und Pflanzenbestand auf einem Weidelgrasstandort mit vier Nutzungen pro Jahr ohne und mit Düngung (Standort Spitalhof/ Kempten; Mittel 1992 – 2000; SCHRÖPEL und DIEPOLDER 2003, DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010b)

Parameter	Ohne Düngung	4 × 20 m ³ Gülle (4,2 % TM)
Ertrag (dt TM/ha)	63	114
N-Aufnahme (kg N/ha)	135	270
Rohfasergehalt (g/kg TM)	194	226
Rohproteingehalt (g/kg TM)	133	147
Energiedichte (MJ NEL/kg TM)	6,5	6,2
Gräser (% im 1. Aufwuchs)	75	37
- Deutsches Weidelgras	71	28
Kräuter	16	59
- Spitzwegerich	3	26
- Löwenzahn	7	16
Klee	9	4
Ø Futterwertzahl ¹⁾	7,4	5,2

¹⁾Futterwertzahl: von -1 (giftig) bis +8 (in jeder Hinsicht vollwertig)

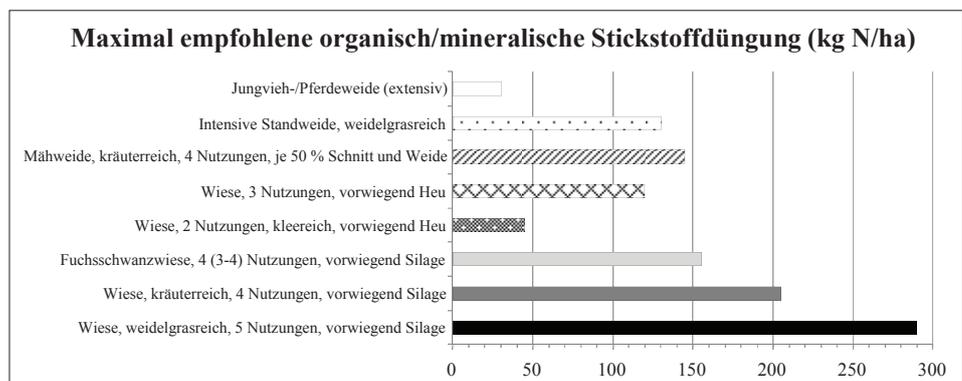


Abbildung 1: Ausgewählte Beispiele zur Höhe der empfohlenen Stickstoffdüngung bei unterschiedlichen Grünlandbeständen (nach LfL 2011 (Gelbes Heft), DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010c)

N- Mengen vom Grünland abgefahren werden. Selbst bei hohen Viehdichten unter Berücksichtigung nationaler fachrechtlicher Vorgaben („170er-Regelung“) bleibt eine mehr oder minder große Differenz zwischen der N-Abfuhr und der N-Rückführung über wirtschaftseigene Dünger, die eine ergänzende mineralische Düngung aus fachlicher Sicht empfehlenswert macht. Darüber hinaus zeigt *Tabelle 8*, dass ein Betrieb, der unter Ausschöpfung der „170er-Regelung“ wirtschaftet und dabei sein Grünland insgesamt sehr intensiv nutzt (> 4 Schnitte/Jahr), auch Gefahr laufen kann, dass die optimale P-Versorgung seiner Flächen langfristig abnimmt. Dies weist darauf hin, dass es für einen Betrieb oder eine Region wichtig ist, sich über eine abgestufte Nutzungsintensität des Grünlands Gedanken zu machen, sofern aus betrieblichen Erwägungen nicht an den Einsatz mineralischer Düngemittel gedacht wird oder dieser nur beschränkt möglich ist. Da ein nicht unerheblicher Anteil

österreichischer (aber auch bayerischer) Grünlandflächen eine niedrige bzw. sehr niedrige P-Versorgung des Bodens aufweisen (BUCHGRABER 2007, PÖTSCH und BAUMGARTEN 2010, BOHNER 2011, GALLER 2011), sollten sich viele Betriebsleiter Gedanken machen, ob durch ihre langjährige Düngungspraxis – neben Stickstoff – auch langfristig nicht wesentlich mehr Phosphor durch Milch, Fleisch und ggf. Heuverkauf „das Hoftor verlässt“, als durch Kraftfutter und Düngemittel importiert wird (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2011a).

Nicht zwingend sind jedoch bei Gunstlagen (hohe) Mineraldüngergaben zur Ertrags- und Qualitätssicherung erforderlich. So zeigen die Ergebnisse eines Langzeitversuchs zur Auswirkung unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität (*Tabelle 9*), dass in Gunstlagen auch ohne Mineraldüngereinsatz und demnach teilweise stark unterbilanzierter Düngung durchaus langfristig stabile Grünlandbestände mit

hohem Ertragsniveau realisierbar sind, wobei im Versuch das Standortpotenzial zu ca. 80 % ausgeschöpft wurde (vergleiche *Tabelle 10*). Ebenfalls ist zu ersehen, dass eine signifikante Verbesserung der Futterqualität nicht direkt über die Höhe der Düngung sondern durch eine standortoptimale Nutzung erreicht wird. Zu erkennen ist auch anhand der Steigerung der Trockenmasse-, Energie- und Rohprotein-Erträge der „Wert“ eines optimalen Güllemanagements. Es ist auch ersichtlich, dass eine Erhöhung der Nutzungsintensität ohne Anpassung der Nährstoffzufuhr (hier Gülledüngung) Mindererträge in Höhe von ca. 4 – 9 dt TM/ha zur Folge hatte.

Die in *Tabelle 10* zusammengefassten Ergebnisse eines Stickstoffsteigerungsversuches zeigen, dass bei entsprechend hoher N-Düngung Rohproteinerträge von weit über 2.000 kg/ha möglich waren. Dies jedoch wurde fast ausschließlich über eine Steigerung des TM-Ertrags und kaum über eine Erhöhung des Rohprotein-gehaltes bewirkt. Auch die Energiedichte blieb von der Höhe der N-Düngung unbeeinflusst. Mit diesem Versuch wurde gezeigt, dass in Gunstlagen des Grünlandes bei 4 – 5 Schnittnutzungen N-Entzüge von ca. 350 kg N/ha erreicht werden können. Selbst eine mineralische Ergänzungsdüngung in Höhe von 4 × 40 kg N/ha über die Güllegaben hinaus führte noch zu keinem positiven N-Saldo. Allerdings war in

Tabelle 7: Berechnung der mineralischen N-Düngung anhand von zwei Beispielen (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010c)

Wiesentyp (vorwiegend Silagenutzung)	4 – 5 Schnitte (kleearm)	3 Schnitte (kleereich)
Ertrag [abgefahren] (dt TM/ha)	90 – 110	70 – 80
Rohproteingehalt (% in TM)	16 – 18	13 – 15
Stickstoff [abgefahren] (kg N/ha)	230 – 320	145 – 190
N-Nachlieferung [Boden/Klee]	30	50
a) N-Düngebedarf	200 – 290	95 – 140
Gülle-N von ca. 1,8 Rinder-GV (kg/ha)		170
b) davon pflanzenverfügbar		130 – 140
Differenz a – b = Höhe der mineralischen empfohlenen Ergänzungsdüngung (kg N/ha)	60 – 160	–

Tabelle 8: Phosphat- und Kali-Abfuhr von Grünland mit Schnittnutzung im Vergleich zu PK-Zufuhr bei Gülledüngung in Höhe von 170 kg Gesamt-N (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2011a)

Schnitte/Jahr	Ertrag (dt/ha)	Abfuhr	
		P ₂ O ₅ (kg/ha) ¹⁾	K ₂ O (kg/ha) ¹⁾
3	75	50 – 70	180 – 220
4	90	60 – 90	215 – 270
5	110	75 – 110	265 – 330
	Gülle_{170 N/ha} (ca. 70 m ³ /ha bei 5 % TM)	Nährstoffzufuhr 65 – 70	245 – 265

¹⁾ Erklärung der Spannweiten bei der Nährstoffabfuhr von Phosphat und Kali: Bei der Bemessung der Untergrenze wurden in Anlehnung an für das Pflanzenwachstum ausreichende Gehalte von 3,0 g P/kg TM bzw. 20 g K/kg TM (GREINER et al. 2010) unterstellt, die Obergrenzen stellt die Nährstoffabfuhr nach Faustzahlen (LfL 2011) dar.

Tabelle 9: Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität (Schnitthäufigkeit und Gülledüngung) auf Erträge, N-Saldo und Futterqualität bei einem weidelgrasreichen Standort im Allgäuer Alpenvorland (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010a und 2011b)

Variante	Schnitte	Güllegaben à 20 m ³	Erträge			N-Saldo (kg N/ha)	Futterqualitätsparameter (gewichtete Jahresmittel)			Ø Futterwert- zahl
			TM (dt/ha)	Energie (MJ NEL/ha)	Rohprotein (kg/ha)		Rohfaser (g/kg TM)	Rohprotein (g/kg TM)	Energie (MJ NEL/kg TM)	
1	3	2	104,7 bc	64.225 cd	1.292 e	-112	245 a	124 c	6,13 c	6,3
2	3	3	114,9 a	69.818 abc	1.422 d	-86	249 a	124 c	6,07 c	6,6
3	4	2	97,2 c	61.623 d	1.489 d	-141	216 cd	153 b	6,35 b	7,0
4	4	3	105,8 bc	66.708 bc	1.617 c	-119	221 bc	153 b	6,31 b	7,2
5	4	4	116,5 a	72.860 a	1.792 b	-103	226 b	154 b	6,26 b	7,2
6	5	3	99,9 c	64.955 cd	1.789 b	-150	200 e	179 a	6,50 a	7,2
7	5	4	112,7 ab	71.483 ab	1.951 a	-123	212 d	173 a	6,34 b	7,2

Pro Gabe (20 m³/ha bei ø 4,2 % TM) ca. 45 kg N/ha, 21 kg P₂O₅/ha und 52 kg K₂O/ha

Tabelle 10: Ergebnisse eines N-Steigerungsversuchs zu Grünland mit 4 – 5 Schnitten pro Jahr (Spitalhof/Kempten; Mittel 1995 – 2000; DIEPOLDER und SCHRÖPEL 2002)

Parameter	Düngung (zu Aufwuchs) ¹⁾				
	Nur Gülle (1, 2, 3, 4)	+ 1 × 40 N/ha (2)	+ 2 × 40 N/ha (2, 3)	+ 3 × 40 N/ha (1, 2, 3)	+ 4 × 40 N/ha (1, 2, 3, 4)
TM-Ertrag (dt/ha)	105	114	121	127	140
Rohprotein (kg/ha)	1.612	1.756	1.856	2.012	2.212
N-Aufnahme (kg/ha)	258	281	297	322	354
Rohprotein (g/kg TM)	155	155	155	159	160
Rohfaser (g/kg TM)	216	221	227	226	230
Energie (MJ NEL/kg TM)	6,18	6,15	6,14	6,16	6,11
Gräser (%)	76	82	83	84	84
Klee (%)	8	4	5	5	3

¹⁾ GÜLLEDÜNG bei allen Varianten in Höhe von 4 × 20 m² Gülle (4,4 % TM); dies entspricht 190 kg/ha Gülle-N_{gesamt}

diesem Fall der Klee fast völlig aus dem sehr grasreichen Bestand verschwunden.

Können hohe Stickstoffgaben jedoch nicht von entsprechend leistungsfähigen Pflanzenbeständen aufgenommen werden, so steigt die Gefahr, dass bei einer (stark) überbilanzierten N-Düngung auch unter Grünland erhöhte Nitratkonzentrationen im Sickerwasser auftreten. Dies geht aus neueren Untersuchungen von DIEPOLDER und RASCHBACHER (2012) hervor, während die N-Austräge unter Dauergrünland ansonsten meist sehr niedrig sind (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2011c).

Wie aus punktuellen Erhebungen auf Grünlandbetrieben im südlichen Oberbayern mit mindestens vier Nutzungen pro Jahr (DIEPOLDER et al. 2004) sowie aus dem flächendeckenden „Grünlandmonitoring Bayern“ mit über 6.100

Bestandsaufnahmen (KUH N et al. 2011, siehe *Tabelle 11*) eindeutig hervorgeht, ist die vielschnittverträgliche Gemeine Rispe (*Poa trivialis*) nicht nur eine sehr häufig in den Beständen gefundene Grünlandpflanze sondern erreicht leider auch hohe Ertragsanteile im Futter. Sie ist nicht nur in Intensiv-Regionen wie dem Moränen- oder Molassehügelland neben Weidelgrasarten (*Lolium perenne*, *Lolium x hybridum*), Wiesen-Fuchsschwanz

(*Festuca pratensis*) und Knaulgras (*Dactylis glomerata*) eine Grasart mit überdurchschnittlich hohen Ertragsanteilen sondern steht in Hinblick auf ihren mittleren Ertragsanteil auch im bayerischen Durchschnitt (*Tabelle 11*) nach dem Wiesenfuchsschwanz an zweiter Stelle. Die Gemeine Rispe liegt nach neuesten Untersuchungen von HARTMANN et al. (2011) erheblich unter der Ertragsleistung von Deutschem Weidelgras (ca. 50 %). Zudem mindert sie – gerade bei höheren Anteilen – den Futterwert (Schmackhaftigkeit). Daher kann in der Sanierung von Grünlandbeständen mit langjährig hohen Anteilen (über ca. 15 – 20 %) an Gemeiner Rispe ein beträchtliches Potenzial zur Verbesserung von leistungsorientiertem Grünland gesehen werden. Tatsächlich jedoch ist in der Praxis eine dauerhaft erfolgreiche Sanierung mit mechanisch/chemischer Bekämpfung und

Tabelle 11: Auszüge aus der Vegetation (v.a. ausgewählte Gräser) des bayerischen Grünlandes nach Bestandsaufnahmen in den Jahren 2002 – 2008; Gesamt-Bayern und Naturräume (KUH N et al. 2011)

	Bayern	Alpen	Moränen- gürtel ¹⁾	Molasse hügelland ¹⁾	Ostbayerisches Grenzgebirge ²⁾	Fränkisch- Schwäbische Alb ³⁾	Keuper-Lias- Land	Mainfränkische Platten ⁴⁾	Spessart- Rhön ⁵⁾
Anzahl Aufnahme	6.108	179	1.078	1.601	961	559	1.010	402	291
Ø Artenzahl / Aufnahme	19,4	29,4	18,2	16,3	19,9	20,4	20,8	20,6	23,8
Ertragsanteile ausgewählter Arten (%)									
Wiesen-Fuchsschwanz	12,3	3,1	7,7	13,6	15,9	12,8	15,4	10,0	8,2
Gemeine Rispe	8,7	3,6	12,2	11,3	8,0	6,8	6,1	5,5	4,0
Knaulgras	7,8	7,9	9,0	7,6	8,5	9,8	6,2	6,5	5,1
Bastard-Weidelgras	7,7	0,8	6,9	14,5	3,5	4,6	6,9	4,9	4,1
Deutsches Weidelgras	7,5	2,5	13,4	7,5	6,8	6,2	5,6	4,7	4,3
Wiesen-Rispe	5,1	1,1	4,6	5,6	5,8	7,3	5,6	3,1	1,6
Glatthafer	3,7	0,5	0,4	1,9	2,9	4,9	5,0	15,3	6,9
Goldhafer	3,7	4,7	3,6	2,6	4,1	7,0	3,0	3,9	3,4
Wiesen-Schwingel	3,0	3,6	2,1	1,9	2,2	3,5	3,8	5,8	5,6
Wiesen-Lieschgras	1,2	0,7	0,8	1,2	1,6	1,3	1,1	1,3	1,4
Kriech-Quecke	2,4	0,5	1,3	2,6	2,0	1,9	3,5	4,6	2,7
Wolliges Honiggras	1,9	0,2	0,7	1,3	1,6	1,1	3,5	2,0	6,5
Rot-Schwingel	1,6	4,8	0,8	0,4	2,2	1,3	2,1	2,2	4,3
Wiesen-Löwenzahn	3,5	2,2	3,4	4,1	3,8	4,2	2,9	2,3	2,3
Stumpfbf. Ampfer	0,7	0,5	1,2	1,1	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1
Weißklee	5,6	4,7	9,0	7,8	5,6	2,7	3,1	1,3	2,8
Rotklee	1,3	2,6	1,5	0,8	1,6	1,4	1,1	1,4	2,2
Σ Arten mit hohem Futterwert	74,0	47,7	77,9	81,5	73,6	74,6	68,6	69,4	60,2
Σ Landwirtschaftlich unerwünschte Arten	16,2	8,1	19,0	19,4	15,0	14,4	13,7	13,3	10,8

¹⁾ Hohe Nutzungsintensität ²⁾ Silikatgestein ³⁾ meist kalkhaltige Böden, sehr viele Flächen mit Agrarumweltmaßnahmen ⁴⁾ warm-trockenes Klima, kalkreiche Böden, wenig Niederschläge, sehr viele Flächen mit Agrarumweltmaßnahmen ⁵⁾ niedrigste Erträge und Nutzungsintensität, sehr extensive Grünlandbewirtschaftung
grau unterlegt: Auffallend erhöht gegenüber bayerischem Durchschnitt

Einsatz standortangepassten Nachsaatmischungen keineswegs einfach, da sie nicht nur produktionstechnisches Fingerspitzengefühl verlangt, sondern auch sehr von dem Gelingen einer Nachsaat/Neuansaat abhängig ist (Witterungsrisiko) abhängt.

3.4 Standortgerechte Grünlandbewirtschaftung – Ausblick

Generell ist festzuhalten, dass für eine intensive und dabei nachhaltige Grünlandwirtschaft entsprechende Standortverhältnisse (Höhenlage, Niederschlagsverhältnisse) sowie das Vorhandensein bzw. die erfolgreiche Etablierung von leistungsfähigen, vielschnittverträglichen und hochwertigen Gräsern (v.a. Deutsches Weidelgras und Wiesenrispe) vorauszusetzen sind. Wiesenfuchsschwanz und Knaulgras sind zwar auch sehr leistungsfähige Gräser, die jedoch als sog. Obergräser schneller verholzen und nicht den Futterwert der vorgenannten Arten erreichen. Wiesenlieschgras ist sehr hochwertig und vielschnittverträglich, erreicht aber im Grünlandbestand aufgrund seiner schwachen Konkurrenzkraft nur sehr geringe mittlere Ertragsanteile (Tabelle 11). Werden dagegen Glatt- bzw. Goldhaferwiesen intensiver gedüngt und genutzt, so entwickelt sich das kampfkraftigere Knaulgras. Dieses steht übrigens in Bezug auf seinen mittleren Ertragsanteil in Bayern nach dem Wiesenfuchsschwanz und der Gemeinen Rispe noch vor den Weidelgräsern und der Wiesenrispe an dritter Stelle. GALLER (2002) weist darauf hin, dass eine Intensivierung von Glatt- und Goldhaferwiesen zu verstärkter Lückenbildung bzw. Krautbesatz führen kann, sofern es nicht gelingt, die rasenbildende Wiesenrispe (*Poa patensis*) zu etablieren. Dies jedoch ist mit Nachsaatverfahren aufgrund ihrer schwachen Konkurrenzkraft in der Jugendentwicklung nicht einfach.

Damit wird klar, dass eine intensive Grünlandwirtschaft nicht nur die Ansprüche einer leistungsorientierten raufutterbasierten Milchviehfütterung sondern auch die pflanzenbaulichen Möglichkeiten und Grenzen des jeweiligen Standortes berücksichtigen sollte. Dabei zeigt das bayerische Grünlandmonitoring auch, dass Wirtschaftsgrünland zum Einen je nach Naturraum bzw. Nutzungsintensität sehr unterschiedlich ausgeprägt ist und zum Anderen keineswegs vorwiegend „Weidelgrasgrünland“ ist, sondern maßgeblich vom – intensivierungselastischen – Wiesenfuchsschwanz geprägt wird (siehe Tabelle 11). Dessen Dominanz in vielen Landesteilen legt nahe, dass das Deutsche Weidelgras nur in bestimmten Regionen als (erfolgreicher) Hauptbestandsbildner im Dauergrünland angestrebt werden sollte. Ebenfalls bestätigten die Untersuchungen von KUHN et al. (2011) die Beobachtung, dass eine Intensitätssteigerung auch durchaus unerwünschte Folgen haben kann. So ergab sich ein deutlicher Zusammenhang (Tabelle 11, unten) zwischen Beständen mit hohem Futterwert und hoher Nutzungsintensität mit einem erhöhten Ertragsanteil von Gemeiner Rispe, Ampferarten und anderen – aus produktionstechnischer Sicht – nicht erwünschten Arten. Somit könnte nach KUHN et al. (2011) an einigen Standorten eine etwas geringe Nutzungsintensität auch ökonomisch sinnvoll sein, da der Pflegeaufwand zur Bestandserhaltung sinkt.

Das bayerische Grünland ist mit ca. 800 gefundenen Pflanzenarten, davon ca. 150 Gräser, 600 Kräuter und 50 Leguminosen, in seiner Gesamtheit sehr artenreich. Im

Mittel wurden pro Bestandaufnahme (25 m²) 19,4 Arten (Spannweite 3 – 58) ermittelt, mit starken Unterschieden zwischen Standort- und Nutzungsgegebenheiten. Je geneigter die Fläche und je schlechter der Standort bzw. je geringer die Bewirtschaftungsintensität, desto niedriger ist der Anteil an Süßgräsern und der Ertrag, desto kräuter- und artenreicher ist der Pflanzenbestand. Weitreichende Agrarumweltmaßnahmen führen zu einer gewissen Erhöhung der botanischen Diversität. Rund 20 % der bayerischen Bestandaufnahmen waren mit mehr als 24 Arten als artenreich zu bezeichnen. KUHN et al. (2011) bestätigten, dass die botanische Diversität bei einer mäßigen Nutzung am höchsten ist und in gewissem Umfang auch eine Kombination von artenreichen Beständen und einem zufriedenstellendem Ertrag möglich ist.

Für die Grünlandnutzung spielt die Verfütterung an Wiederkäuer, in erster Linie dabei an Milchvieh, die wichtigste Rolle in Österreich und Bayern. Daher wird ein flächendeckendes, tragfähiges Netz von Milchviehbetrieben benötigt. Da natürliche Standortgegebenheiten vielerorts eine Intensivierung des Grünlandes einschränken und auch im Einzelbetrieb nicht nur Futter mit höchsten Qualitäten eingesetzt wird, sowie unter Berücksichtigung einer aus gesamtgesellschaftlicher Sicht gewünschten nachhaltigen „Multifunktionalität“ des Dauergrünlandes scheint ein breit gefächertes Dialog über eine regional und einzelbetrieblich abgestufte Bewirtschaftungsintensität bzw. „duale Grünlandnutzung“ (extensiv und intensiv nebeneinander) wünschenswert. Agrarumweltmaßnahmen, die auch idealerweise erfolgsorientierte Komponenten beinhalten, sowie die – auch ideelle – Honorierung von besonders artenreichen Grünlandbeständen können eine Brücke zwischen unterschiedlichen Anforderungen an die heutige Grünlandwirtschaft schlagen.

4. Danksagungen

Dem Autor ist es ein Anliegen, allen an den Projekten Beteiligten herzlich zu danken; stellvertretend für viele seien an dieser Stelle namentlich genannt: Sven Raschbacher und Dr. Gisbert Kuhn vom Institut für Agrarökologie, Martin Mayr vom LVFZ Spitalhof und Martin Moosmeyer vom Institut für Tierernährung der LfL.

5. Literatur

- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2011a: Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland – Gelbes Heft, 9. unveränderte Auflage 2011.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2011b: Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. 34. Auflage, LfL Information.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2012: Jahresbericht 2011 des Instituts für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz (IAB). Siehe unter www.lfl.bayern.de/publikationen/.
- BOHNER, A., 2010: Phosphorgehalte und Phosphorverfügbarkeit in Grünlandböden unter besonderer Berücksichtigung des Biolandbaues. Vortrag bei den Hefterhofer Umweltgesprächen „Phosphorbilanz im Biolandbau“ am 25.02.2010 an der Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg.
- BUCHGRABER, K., 2007: Phosphorversorgung beim Grünland. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 5/2007, 14-15.

- BUCHGRABER, K. und G. GINDL, 2007: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung 2., völlig neu bearbeitete Auflage. Leopold Stocker Verlag Graz-Stuttgart.
- DIEPOLDER, M., 2000: Grünlandbewirtschaftung – Langzeitversuche als unverzichtbare Informationsquelle. Festschrift der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau „100 Jahre Forschung für Landwirte und Verbraucher“, 98-106.
- DIEPOLDER, M. und R. SCHRÖPEL, 2002: Ergebnisse eines Stickstoffsteigerungsversuchs auf einer weidelgrasreichen Wiese im Allgäuer Alpenland. Schule und Beratung, Heft 4/02, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, IV-3-7.
- DIEPOLDER, M., B. JAKOB und R. SCHWERTFIRM, 2004: Monitoring im Intensiv-Grünland, Teil I: Pflanzenbestände. Schule und Beratung, Heft 9/04, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, II-22-26.
- DIEPOLDER, M., 2006: Aspekte der Grünlandnutzung in Bayern. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 31 „Gräser und Grasland“, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München – ISSN 0938-5851 – ISBN 3-89937-070-8, 93-110.
- DIEPOLDER, M., 2010: Welchen Einfluss haben Standort, Nutzungsintensität und Düngung auf Ertrag und Qualität im Grünland? Vortrag bei der Veranstaltungsreihe „Diskutieren Sie mit“ der Landwirtschaftskammer Vorarlberg in Hohenems, Dezember 2010; unter www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/26776/a_hohenems_diepolder_12_2010.pdf
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2010a: Leistungsfähiges Grünland und Verzicht auf mineralische Düngung – sind hohe Erträge und Futterqualitäten möglich? Schule und Beratung, Heft 3-4/10, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, III-13-19.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2010b: Stickstoffdüngung im Grünland. Allgäuer Bauernblatt 78. Jahrgang, Heft 18, 06.05.2010, 35-37.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2010c: Wie viel Stickstoff ist nötig? Allgäuer Bauernblatt 78. Jahrgang, Heft 19, 12.05.2010, 39-41.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2011a: Düngung im Grünland. Allgäuer Bauernblatt 79. Jahrgang, Heft 05, 03.02.2011, 26-29.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2011b: Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität – Güllegaben und Nutzungshäufigkeit – bei einem Standort im Allgäuer Alpenvorland. Tagungsband Internationale Tagung „Gülle 11 – Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland“, Hsg. Elsäßer, Diepolder, Huguenin-Eli, Pötsch, Nußbaum und Meßner, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, 81-85.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2011c: Nitratbelastung unter Grünlandflächen – Versuchsergebnisse aus Bayern. Tagungsband Internationale Tagung „Gülle 11 – Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland“, Hsg. Elsäßer, Diepolder, Huguenin-Eli, Pötsch, Nußbaum, Meßner, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, 190-194.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2012: Grünlanddüngung und Gewässerschutz – Versuchsergebnisse aus Bayern. Bericht über „Wirkungen von Maßnahmen zum Boden- und Gewässerschutz“, 3. Umweltökologische Symposium, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-Irdning, 65-71.
- DORFNER, G. und G. HOFFMANN, 2011: Milchreport Bayern 2010 – Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion 2009/10. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL-Information.
- GALLER, J., 2002: Grünlandwirtschaft heute – Ein Praxisratgeber. Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg (Hsg.), ISBN 3-902325-00-3, 132 S.
- GALLER, J., 2010: Geschichte der Phosphordüngung. Vortrag bei den Hefterhofer Umweltgesprächen „Phosphorbilanz im Biolandbau“ am 25.02.2010 an der Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg.
- GREINER, B., R. SCHUPPENIES, F. HERTWIG, H. HOCHBERG und G. RIEHL, 2010: Ergebnisse aus zwölfjährigen Phosphor- und Kaliumdüngungsversuchen auf Grünland. VDLUFA-Kongressband, Kiel 2010, 157-168.
- HARTMANN, S., H. HOCHBERG, G. RIEHL und W. WURTH, 2011: Measuring the loss of dry matter yield effected by rough-stalked meadow grass (*poa trivialis*). Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Gumpenstein, Austria, edited by E.M. Pötsch, B. Krautzer and A. Hopkins; siehe auch unter www.EGF2011.at, 241-243.
- HUTTER, C.P., G. BRIEMLE und C. FINK, 2002: Wiesen, Weiden und anderes Grünland – Biotope erkennen, bestimmen, schützen. Hirzel Verlag, Stuttgart, ISBN 3-7776-1190-5.
- KÖHLER, B., H. SPIEKERS, M. DIEPOLDER und S. THURNER, 2011: Ertragserfassung als Voraussetzung für eine effiziente Grünlandnutzung, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Band 12. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, ISBN 978-3-00-035393-2; auch unter www.aggf.uni-bonn.de/, 92-98.
- KUHN, G., S. HEINZ und F. MAYER, 2011: Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002 – 2008. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Hsg.) 3/2011, ISSN 1611-4159, 161 S.
- PÖTSCH, E.M. und M. BAUMGARTEN, 2010: Phosphorproblematik im Grünland. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 18/2010, 30-31.
- SCHRÖPEL, R. und M. DIEPOLDER, 2003: Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf einer Weidelgras-Weißklee-Weide im Allgäuer Alpenvorland. Schule und Beratung, Heft 11/03, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, III-13-15.
- SCHUSTER, H., M. MOOSMEYER und M. SCHUSTER, 2010: Durchwachsen wie das Wetter – Grassilage-Qualität 2010: Erster Schnitt mit niedrigen Energiegehalten. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 45, 12.11.2010, 34.
- SCHUSTER, H., M. MOOSMEYER und M. SCHUSTER, 2011: 2011 – ein außergewöhnliches Jahr – Grassilagequalität 2011: viel Energie aber wenig Eiweiß und Struktur. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 44, 04.11.2011, 22-23.

Optimale Grünlandbewirtschaftung in Bergregionen

Erich M. Pötsch^{1*}

Zusammenfassung

Die optimale Bewirtschaftung des Grünlandes im Berggebiet erfordert eine möglichst gute Berücksichtigung der jeweiligen Standortverhältnisse, damit das Ertragsniveau nachhaltig auf einem guten Niveau gehalten werden kann. Eine standortangepasste Bewirtschaftung des Grünlandes führt aber auch zu unterschiedlichen Erträgen und daraus erzielbaren tierischen Leistungen, die im Falle von ungünstigen Standortbedingungen nur durch den Einsatz kostenintensiver, externer Betriebsmittel angehoben werden können. Je ungünstiger die Standortbedingungen sind, umso sensibler reagiert das System auf diese künstliche Anhebung des Nährstoffniveaus. Eine Entartung des Pflanzenbestandes, Ertrags- und Qualitätseinbußen sowie eine verminderte Effizienz der Düngernährstoffe sind die Folge. Aber auch unter günstigen Standortbedingungen ergeben sich durch eine weitere Intensivierung zunehmend Probleme und Mehrkosten in der Bestandesführung, Düngung und Nutzung, die nicht immer durch entsprechende Mehrerträge kompensiert werden können.

Im Bereich der Düngung sind neben den gesetzlichen Auflagen auch Aspekte der sach- und umweltgerechten Düngung verpflichtend einzuhalten und darüber hinaus bestehen weitere Einschränkungen im Rahmen der freiwilligen Teilnahme am österreichischen Agrarumweltprogramm, das eine starke ökologische Ausrichtung aufweist. Die Art und vor allem die Häufigkeit der Nutzung beeinflusst primär die Qualität des Grundfutters und unterliegen im Vergleich zur Düngung nur wenigen Einschränkungen. Grundsätzlich ist es möglich, auch im Rahmen von ÖPUL ansprechende Erträge und Futterqualitäten im Grünland zu erreichen, wenngleich dadurch vor allem in Gunstlagen das Produktionspotenzial nicht immer ausgeschöpft werden kann. Für den Einzelbetrieb ist letztlich individuell abzuklären, ob außerhalb von ÖPUL längerfristig tatsächlich ausreichend mehr an Produktionsleistung erzielt werden kann und sich dies auch entsprechend rechnet.

Schlagwörter: Standortangepasste Bewirtschaftung, Düngung, Grünlandertrag, Futterqualität, Agrarumweltprogramm

Summary

Optimal management of grassland has to be considerate of the specific site conditions to keep productivity at a lasting sufficient level. Site related grassland management results in different yields and animal performance, which in unfavourable regions only can be increased by using high priced, external resources. The less favourable the site conditions are, the more sensitive the total system is responding on the artificial raise of the nutrient level. Degradation of plant stands, yield and quality losses as well as a diminished efficiency of fertilizer nutrients are inevitable consequences. But even under favourable site conditions intensification causes increasing problems and additional costs in keeping the plant stand, fertilization and utilization, which not always are covered by corresponding increment.

Among legal requirements aspects of an appropriate and environmentally sound nutrient supply have to be met compulsory concerning fertilization. Moreover, other restrictions have to be considered in the case of the optional participation in the Austrian agri-environmental programme (ÖPUL), which is strongly in line with ecology. Mode and frequency of utilization which primary influences forage quality are compared with fertilization only subject of few limitations. Even within ÖPUL it is basically possible to achieve sufficient yield and forage quality on grassland, although especially in favourable regions the full production potential cannot be tapped in any case. It has to be clarified for each farm individually if outside of ÖPUL a sufficient higher productivity can be realised in the long term and if it actually pays off.

Keywords: Site-adapted management, fertilization, grassland yield, forage quality, agri-environmental programme

1. Einleitung und Problemstellung

Grünland stellt in Österreich die dominierende Kulturart der Hauptproduktionsgebiete Hochalpen, Voralpen und Alpenvorland dar und erstreckt sich dabei in all seinen unterschiedlichen Ausprägungen und Nutzungstypen über

einen weiten Höhenstufen- und Hangneigungsgradienten. In den westlichen Bundesländern Vorarlberg, Tirol und Salzburg beträgt der Anteil des Grünlandes an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF) jeweils 97 %. In Kärnten beläuft sich der Grünlandanteil auf 78 %, in der Steiermark auf 64 % und in Oberösterreich werden noch

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch, email: erich.poetsch.@raumberg-gumpenstein.at

immerhin rund 45 % der LF in Form von Wiesen und Weiden genutzt (BMLFUW 2011a, BUCHGRABER et al. 2011). Knapp 60.000 ($\approx 43\%$) der insgesamt 140.000 INVEKOS-Betriebe in Österreich können als Grünlandbetriebe bezeichnet werden. Mehr als 43.500 (73 %) der Grünlandbetriebe bewirtschaften ausschließlich Dauergrünland, 4.200 Betriebe bauen neben dem Grünland auch Feldfutter (Silomais, Rotklee, Luzerne, Klee gras, Wechselgrünland) und etwa 12.000 Grünlandbetriebe bewirtschaften neben dem Dauergrünland und Feldfutter maximal 10 % ihrer LF auch noch mit anderen Kulturarten. Zusätzlich existieren noch rund 3.000 Betriebe (vorwiegend Agrargemeinschaften), die nur Alm- oder Weideflächen besitzen und bewirtschaften.

Rund 14.000 ($\approx 23\%$) aller Grünlandbetriebe werden nach den Kriterien der biologischen Wirtschaftsweise geführt und stellen damit den Hauptanteil der österreichischen Biobetriebe. Die überwiegende Anzahl (55.100 bzw. 92 %) der österreichischen Grünlandbetriebe liegt im benachteiligten Gebiet, das neben dem Berggebiet und den sonstigen benachteiligten Gebieten (Zwischengebiete) auch noch Gebiete mit spezifischen Nachteilen (Kleine Gebiete) umfasst. Das Berggebiet umfasst in Österreich 70 % der gesamten Staatsfläche bzw. 58 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche und spielt insbesondere für die Grünland- und Milchwirtschaft eine zentrale Rolle. Etwa 70 % aller Milchviehbetriebe liegen im Berggebiet und produzieren dort rund 2/3 der gesamten Milchmenge. Die Abgrenzungskriterien für das Berggebiet umfassen neben der Höhenlage (mind. 700 m), der Hangneigung (mind. 20 %) bzw. deren Kombination (mind. 500 m Seehöhe und mind. 15 % Hangneigung) auch noch naturräumliche Aspekte. Die Bewirtschaftungsergebnisse werden seit 2001 durch den Berghöfekataster (BHK) numerisch dargestellt, bei dem für jeden Bergbaubetrieb eine betriebsindividuelle Punktezahl erhoben wird, die letztlich zur Bemessung der Ausgleichszulage für die schlechteren natürlichen Standortbedingungen und zur Förderung der Offenhaltung der Kulturlandschaft im Rahmen des ÖPUL-Programms herangezogen wird (BMLFUW 2002). Etwa 90 % aller österreichischen Grünlandbetriebe sind einer der vier Berghöfekatastergruppen zugeordnet.

Im Berggebiet wirtschaften die Bauern somit unter erschwerten Produktionsbedingungen, die neben infrastrukturellen Nachteilen (Erreichbarkeit der Hofstelle, Entfernung zu öffentlichen Verkehrsmitteln und Verwaltungseinrichtungen) vor allem durch ungünstige topographische, pedologische und klimatische Kriterien gekennzeichnet sind (TAMME et al. 2002). Die zuletzt genannten Kriterien beeinflussen dabei entscheidend das Ertragspotenzial des jeweiligen Standortes und damit auch die jeweils optimale Intensität der Grünlandbewirtschaftung.

2. Intensitäten der Grünlandbewirtschaftung

Aus Sicht der pflanzenbaulichen Produktionstechnik definiert sich die Intensität der Grünlandbewirtschaftung primär über die Art und Intensität der Düngung sowie über die Art und Frequenz der Nutzung. Zahlreiche Versuche belegen sehr deutlich, dass Düngung und Nutzung gut aufeinander abgestimmt sein müssen, um langfristig und nachhaltig ansprechende Grünlanderträge und gute Grundfutterqualitäten zu erzielen.

2.1 Grenzen und Abstufungen der Grünlanddüngung

Mit der Düngung, unabhängig davon ob in mineralischer und/oder organischer Form, greift der Landwirt sehr unmittelbar in das komplexe System Boden-Pflanze-Wasser-Atmosphäre ein. Das primäre Ziel der Düngung ist natürlich die Nährstoffversorgung des Bodens bzw. der Pflanze und damit verbunden eine möglichst gute Ertragsleistung. Nicht alle zugeführten Nährstoffe können vom Pflanzenbestand unmittelbar aufgenommen werden und daher braucht es auch entsprechende Regelungen, damit der Nährstoffeintrag in Grundwasser und Atmosphäre sowie die daraus resultierenden Nährstoffverluste minimiert werden (JARVIS und MENZI 2004, PÖTSCH und RESCH 2008).

2.1.1 Rechtskonforme Düngung

Gemäß § 32 Abs. 1 des bundesweit geltenden **Wasserrechtsgesetzes** (WRG 1959 idF BGBl. I Nr. 14/2011) sind Einwirkungen auf Gewässer, die unmittelbar oder mittelbar deren Beschaffenheit beeinträchtigen, nur nach wasserrechtlicher Bewilligung zulässig. Bloß geringfügige Einwirkungen, insbesondere der Gemeingebrauch sowie die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung, gelten bis zum Beweis des Gegenteils nicht als Beeinträchtigung. Als ordnungsgemäß gilt die land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung, wenn sie unter Einhaltung der Bezug habenden Rechtsvorschriften, insbesondere betreffend Chemikalien, Pflanzenschutz- und Düngemittel, Klärschlamm, Bodenschutz und Waldbehandlung, sowie besonderer wasserrechtlicher Anordnungen erfolgt.

Auf landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Gründeckung einschließlich Dauergrünland oder mit stickstoffzehrenden Fruchtfolgen dürfen nach dem WRG je Hektar und Jahr bis zu maximal 210 kg Stickstoff bewilligungsfrei ausgebracht werden. Bei der Ermittlung dieser Obergrenze wird zwischen dem Stickstoff aus mineralischen Düngemitteln und organischen Düngern unterschieden. Während der Stickstoff aus mineralischen Düngemitteln ohne jegliche Abzüge angerechnet wird, erfolgt beim brutto ausgeschiedenen Stickstoff aus organischen Düngern eine Reduktion hinsichtlich unvermeidbarer, größtenteils gasförmiger Verluste im Stall und Lager sowie bei der Ausbringung (*Tabelle 1*). Die, im für Österreich flächendeckend geltenden **Aktionsprogramm 2008** (= innerstaatliche Umsetzung der EU-NITRATRICHTLINIE (1991), verankert in § 55 WRG) festgelegte Obergrenze von 170 kg N aus Dung (Wirtschaftsdünger), errechnet sich dabei aus der Brutto-N Ausscheidung (= schwanzfallend) abzüglich der sogenannten unvermeidbaren N-Verluste im Stall und am Lager (EUROPEAN COMMUNITIES 2002, FUNAKI und PARRIS 2005).

Die im Aktionsprogramm 2008 bestehende N-Obergrenze für Dung reglementiert zugleich auch den maximal möglichen Viehbesatz/ha LN, die verbleibende Differenz zur im WRG bestehenden Obergrenze von 210 kg Gesamtstickstoff für Dauergrünland bzw. landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Gründeckung kann mit mineralischem Stickstoff resp. nicht aus Dung stammendem, organischen Stickstoff ergänzt werden. Seitens der Praxis und Beratung wird diesbezüglich kritisch hinterfragt, warum bei dieser Ergänzungsregelung

Tabelle 1: Beispiel für die Berechnung des jahreswirksamen Stickstoffanfalls für eine Milchkuh mit einer Milchleistung von 6.000 kg pro Jahr auf Basis Gülle (Quelle: Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 6. Auflage, 2006)

Bezeichnung	Berechnung	kg N/Jahr	relevant für die:
N-Anfall brutto (schwanzfällend)		96,5	
N-Anfall nach Abzug der Stall- und Lagerverluste (=15 %)	$96,5 \times 0,85 =$	82,0	Obergrenze gemäß Aktionsprogramm 2008 (EU-Nitratrichtlinie)
N-Anfall nach Abzug der Ausbringungsverluste (=13 %)	$82,0 \times 0,87 =$	71,3	Bewilligungsgrenze gemäß Wasserrechtsgesetz
Pflanzenwirksamer N-Anfall im Jahr der Anwendung (=70 %)	$71,3 \times 0,70 =$	49,9	Umsetzung der Düngeempfehlung (Richtlinie für die sachgerechte Düngung)

direktzahlungen sowie für alle Teilnehmer an Maßnahmen im Rahmen der Entwicklung des ländlichen Raumes (somit auch für ÖPUL-Teilnehmer) verpflichtend einzuhalten (INVEKOS-CC-V 2010).

Die Richtlinien für die sachgerechte Düngung enthalten unter anderem

mineralischem N-Dünger der Vorzug gegenüber Wirtschaftsdüngern gegeben wird. Dazu ist anzumerken, dass ein derartiges Düngungsniveau ohnehin nur bei hoher Nutzungsfrequenz und hoher Ertragslage (gräserbetonte 5- und 6-Schnittflächen) empfohlen wird und in weiten Bereichen des Wirtschaftsgrünlandes die Nährstoffversorgung allein über die Rückführung der Wirtschaftsdünger sichergestellt werden kann. Die insbesondere bei hoher Nutzungsfrequenz immer kürzer werdende Phase für den Wiederaufwuchs und damit auch eingeeengte Zeitraum für die Düngung kann zu Problemen hinsichtlich Futtermittelschmutzung (und dadurch bedingt zur Qualitätsminderung) führen – diese Gefahr ist bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern (vor allem bei hohen Mengen) deutlich stärker als beim Einsatz mineralischer Düngemittel.

Sowohl das Wasserrechtsgesetz als auch das Aktionsprogramm 2008 gelten bundesweit ohne weitere Differenzierung und berücksichtigen somit keine Standortunterschiede. Im Falle des Aktionsprogramms 2008 wäre Österreich ursprünglich auch die Option der Ausweisung gefährdeter Gebiete offen gestanden, für die man dann regional/lokal abgegrenzt spezifische Maßnahmen festlegen hätte müssen. Österreich hat sich jedoch seinerzeit für den horizontalen, flächendeckenden Ansatz entschieden, obwohl die gefährdeten Gebiete mit einer Überschreitung des Nitratgrenzwertes im Grundwasser bekannt sind.

rem konkrete Angaben zu Bodenkennwerten, Düngermengen- und Nährstoffanfall aus der Tierhaltung sowie Empfehlungen zur sachgerechten Stickstoff-, Phosphor-, Kalium- und Kalkversorgung von Acker-, Grünland- und Feldfutterflächen und bieten eine bewährte und fundierte Grundlage zur Gewährleistung einer sach- und umweltgerechten Düngung.

2.1.3 Förderungskonforme Düngung

Seit dem Beitritt zur Europäischen Union im Jahre 1995 wird in Österreich flächendeckend das Agrarumweltprogramm ÖPUL angeboten, das sich von Beginn an (ÖPUL 95, ÖPUL 98, ÖPUL 2000) bis heute (ÖPUL 2007) einer sehr hohen Teilnahmeakzeptanz erfreut (Abbildung 1). Gegenstand des österreichischen Programms zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft ist die Abgeltung von Umweltleistungen zur Sicherung der Schutzgüter Boden, Oberflächen- und Grundwasser, Klima, Biodiversität und Kulturlandschaft (BMLFUW 2007a). Gefördert werden dabei nur solche Umweltleistungen, die über die gesetzlichen Mindeststandards hinausgehen. Daher sind etwa für den Bereich der Düngung bei einzelnen ÖPUL-Maßnahmen Auflagen einzuhalten, die teilweise deutlich strenger sind als die in den zuvor genannten Gesetzen und Richtlinien enthaltenen Bestimmungen und Obergrenzen.

2.1.2 Sach- und umweltgerechte Düngung

Neben den einschlägigen Rechtsnormen bestehen für die Düngung von land- und forstwirtschaftlichen Kulturen auch noch weitere Empfehlungen, die im Falle der Richtlinien für die sachgerechte Düngung (BMLFUW 2006) auch einen normativ verpflichtenden Charakter erlangen können. Diese vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz erstellte Richtlinie ist ein integrierter Bestandteil von Cross Compliance (= Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen) und damit für alle Bezieher von Marktordnungs-

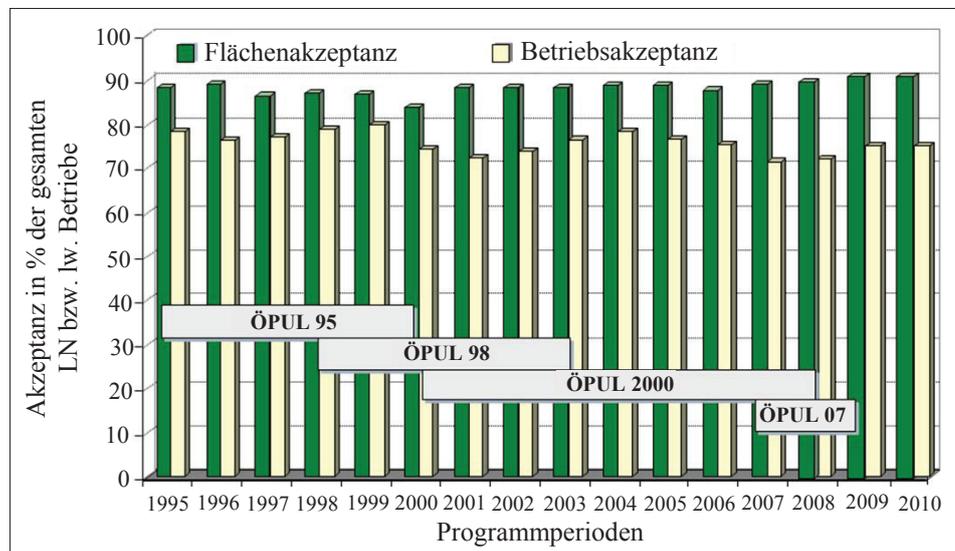


Abbildung 1: Akzeptanzzahlen zu den bisherigen ÖPUL-Programmen (BMLFUW 2011)

Dies betrifft etwa die Einschränkung bei der Auswahl von bestimmten mineralischen Düngemitteln (z.B. Verbot jeglicher mineralischer N-Düngung sowie des Einsatzes leicht löslicher Düngemittel gemäß Anhang II der EU-VO Nr. 2092/91 bei Teilnahme an den Maßnahmen „Biologische Wirtschaftsweise“ oder „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutterflächen und Grünland“) oder auch die Absenkung der im WRG verankerten Obergrenze von 210 kg N/ha LN und Jahr auf 150 kg N/ha LN (Biologische Wirtschaftsweise, Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen) sowie eine Beschränkung des maximalen GVE-Besatzes.

Die Einhaltung all dieser Auflagen gilt als wesentliche Vertragsverpflichtung bei der grundsätzlich freiwilligen Teilnahme an ÖPUL bzw. an bestimmten ÖPUL-Maßnahmen. Je nach vorliegenden Standortbedingungen können nun diese Auflagen aber sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Produktivität des Grünlandes haben. Während dadurch etwa in Ungunstlagen des Berggebietes nur geringe bis keine Ertragseinbußen auftreten, können die genannten Limitierungen in produktiven Gunstlagen (z.B. begünstigte Tal- und Beckenlagen des Hochalpengebietes, Alpenvorland, Voralpengebiet) durchaus stärkere Ertragsminderungen bewirken. Hier gilt es auf betriebsspezifischer Ebene abzuwägen, wieweit die ÖPUL-Prämie für eine bestimmte Maßnahme allenfalls auftretende Ertragseinbußen abdeckt. Exakte Feldversuche und Feldstudien können dazu wertvolle Grundlagendaten liefern, wesentlich sind aber die Bedingungen am jeweiligen Betrieb (spezifische Ertragslage und Standortbedingungen, d.h. eignet sich der Standort überhaupt für eine intensivere Bewirtschaftung?,

spezifische Vorgeschichte der einzelnen Flächen – handelt es sich um hohe Bonitäten mit einer entsprechenden Nachlieferung oder sind es nährstoffbedürftige Flächen?, geht die Entwicklung im Gesamtbetrieb von extensiv in Richtung intensiv oder umgekehrt? ...). Der für eine Maßnahme angebotenen Förderung (wobei noch im Einzelfall unterschieden werden muss, von welcher Position ausgegangen wird: von außerhalb ÖPUL, von Bio, von Verzicht, ...) und etwaigen Mehrerlösen (Milch, Zuchtvieh, ...) müssen im Falle einer Nichtteilnahme entsprechende Aufwendungen (z.B. Kosten für N-Dünger und dessen Ausbringung sowie allenfalls auch Mehrkosten in der Futterernte und Futtermittelkonservierung) entgegengesetzt werden. Zumindest die verbleibende Differenz müsste dann in Form einer Mehrleistung an Grundfutter abgedeckt werden, um einen Gleichstand zwischen Teilnahme und Nichtteilnahme an einer bestimmten Maßnahme zu erzielen.

Vielfach wird seitens der landwirtschaftlichen Praktiker und Berater Kritik daran geübt, dass ÖPUL zu streng sei und einzelne Maßnahmen unnötige Auflagen enthielten. Dazu ist festzustellen, dass es seit der ersten Programmperiode tatsächlich zu einer gewissen Verschärfung der Auflagen bzw. der Teilnahmebedingungen gekommen ist. Während die Teilnahme am ÖPUL 95 für viele Grünlandbetriebe selbst bei Beibehaltung der bestehenden Wirtschaftsweise noch ohne gravierende Einschränkungen und Ertragseinbußen möglich war, sind heute eine Reihe von Verpflichtungen enthalten, die sich zwar mindernd auf Ertrag und/oder Qualität auswirken, damit aber auch entsprechende Prämien begründen. Wichtig ist auch, dass die vorgeschriebenen Auflagen einen nachvollziehbaren und im Zuge der Pro-

Tabelle 2: Akzeptanzzahlen der grünlandrelevanten ÖPUL-Maßnahmen sowie damit verbundene Einschränkungen hinsichtlich Düngung, Nutzung sowie Bestandesführung (Quelle: BMLFUW 2011)

ÖPUL-Maßnahmen	Anzahl Betriebe (2010)	Gesamtfläche in ha (2010)	davon Grünlandfläche in ha (2010)	Düngung			Nutzung				Pflanzenbestand		
				Niveau	Zeitpunkt ⁵	Düngemittel	Zeitpunkt	Häufigkeit	Nutzungsart	Konservierung	Umbruch	Erneuerung	Unkrautregulierung
Biologische Wirtschaftsweise	20.789	414.148	231.881	x		x	x ¹	x ¹		x	x	x	
Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen	67.305	1.286.793	468.802	x			x ¹	x ¹			x		
Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel im Grünland	38.400	408.965	371.895 ²	x		x	x ¹	x ¹			x	x	
Silageverzicht	9.999	113.993	111.057 ³	x		x	x ⁴	x ⁴		x			
Mahd von Steifflächen	41.703	149.731	149.702				x ¹	x ¹	x		x	x	
Erhaltung von Streuobstbeständen	16.904	10.106	10.102								x		
Bewirtschaftung von Bergmähdern	1.215	1.787	1.787			x		x	x			x	
Alpung und Behirtung	7.770	409.793	409.793	x		x			x			x	
Naturschutzmaßnahmen	23.858	84.776	60.662	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Ökopunkte ⁶	6.571	133.603	80.885	x		x	x	x			x	x	
Regionalprojekt für Grundwasserschutz und Grünlanderhaltung ⁷	2.029	28.339	28.331	x		(x) ⁸	x ¹	x ¹		(x) ⁸	x	x	

¹auf zumindest 5 % der Grünlandflächen

²inklusive 37.067 ha Ackerfutterfläche

³inklusive 2.937 ha Ackerfutterfläche

⁴indirekt durch Heunutzung

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

⁶nur in Niederösterreich angebotene Maßnahme

⁷nur in Salzburg angebotene Maßnahme

⁸nur im Falle einer Kombination mit BIO

grammevaluierung nachweisbaren günstigen Effekt auf zumindest eines der Schutzgüter (Boden, Wasser, Atmosphäre, Biodiversität, Kulturlandschaft) aufweisen und insgesamt eine positive Entwicklung der verpflichtend vorgeschriebenen Agrarumweltindikatoren gewährleisten (BMLFUW 2011b, 2011c, WEBER-HAJSZAN 2012). ÖPUL muss sich klar abgrenzen, um einerseits seine grundlegenden Ziele zu erreichen und gegenüber der nicht landwirtschaftlichen Bevölkerung auch den soliden Nachweis einer leistungsbezogenen Verwendung von öffentlichen Mitteln zu bieten.

Umgekehrt wird hingegen seitens der NGO's kritisiert, dass ÖPUL zu sehr nach dem Gießkannenprinzip fördere und zu stark auf wenig wirksame Maßnahmen konzentriert sei, anstatt beispielsweise auf hochwirksame Naturschutzmaßnahmen zu setzen. Diese Kritik wird angesichts der knapper werdenden Fördermittel immer stärker und erhält auch zunehmende Unterstützung aus Brüssel, wo man Zahlungen zukünftig noch enger an klar definierte Umweltleistungen binden will. Es erscheint aber aus fachlicher Sicht unerlässlich, neben spezifischen, hoch wirksamen Naturschutzmaßnahmen auch weiterhin Maßnahmen anzubieten, die durch ihren breiten, flächigen Ansatz und ihre hohe Akzeptanz in Summe ebenfalls eine hohe ökologische Gesamtwirkung gewährleisten. *Tabelle 2* zeigt, dass neben einigen ausschließlich für Grünland relevanten ÖPUL-Maßnahmen vor allem die als hochwirksam eingeschätzten Maßnahmen „Biologische Wirtschaftsweise“ und „Naturschutzmaßnahmen“ sehr stark auf Grünlandflächen umgesetzt werden.

SCHECHTNER (1978, 1981) hat einige seiner Grünlandversuche nach dem Prinzip der Ertragsdynamik konzipiert. Die Nährstoffzufuhr mittels Wirtschaftsdünger orientiert sich dabei jeweils am Ertragsniveau des Vorjahres und dem über die Verwertung des produzierten Grundfutters möglichen Viehbesatz. Unberücksichtigt bleiben dabei allerdings etwaige Nährstoffausträge über Milch und Fleisch bzw. Nährstoffeinträge über Kraftfutter bzw. Bodennachlieferung, Nährstoffdeposition sowie biologische N-Bindung. Besonders letztere Nährstoffeinträge sind auch der Grund dafür, dass es sich bei den in der Richtlinie für sachgerechte Düngung angeführten Düngungsempfehlungen nicht um Entzugsdaten handelt und damit die Standortsnachlieferung und N-Bindungsleistung der Leguminosen noch dazu kommt. Im Vergleich zur Stickstoffdüngung von Ackerflächen handelt es sich bei den Empfehlungen für Grünland und Feldfutter um ein relativ statisches System. So kann etwa im Ackerbau eine Anpassung der Stickstoffdüngung optional an die Standortfaktoren erfolgen, wobei hier neben der Ertragserwartung, die Gründigkeit, Schwere und Grobanteil des Bodens, das N-Nachlieferungspotential des Standortes und die Wasserverhältnisse berücksichtigt werden. Bei Vorliegen standortspezifischer Parameter könnte zukünftig ein ähnliches System auch für die Düngung von Grünland angedacht und mit Hilfe der Geoinformationstechnik flächendeckend zur Anwendung gebracht werden. Eine Voraussetzung dafür wären allerdings die Verfügbarkeit von ertragsbestimmenden Standortskennwerten in einer möglichst kleinen Flächenauflösung (idealerweise feldstück- bzw. nutzungstypbezogen) sowie eine daraus abgeleitete Ertragsmodellierung (SCHAUMBERGER 2011). Damit ließen sich dann für tatsächliche Gunstlagen allenfalls auch Nährstoff-

zufuhren über die Düngung begründen, die über die gesetzlich festgelegten Obergrenzen hinausgingen.

2.1.4 Gute Wasserqualität unter Grünland

Düngung und Nutzung stehen grundsätzlich nicht im Widerspruch zu bester Wasserqualität, sofern die Grundlagen einer sachgerechten Düngung eingehalten werden und auf das jeweilige Produktionspotential Rücksicht genommen wird. Im Grünland stehen im Sinne einer low-input Strategie der sach- und umweltgerechte Einsatz von Wirtschaftsdüngern sowie die Vermeidung bzw. Reduktion externer, kostenintensiver Nährstoffe und Pflanzenschutzmittel im Vordergrund. Nährstoffbilanzen gelten als gut geeignetes Instrument, um den Nährstoffhaushalt auf Betriebs- und Einzelflächenebene darzustellen und mögliche Problemereiche zu erkennen (PÖTSCH 2007).

Die in *Tabelle 3* dargestellten Ergebnisse von Hoftorbilanzen für Stickstoff (unter Anrechnung der unvermeidbaren N-Verluste) zeigen im Durchschnitt der untersuchten Gebiete einen nur geringen N-Überschuss je ha RLN, wobei an Hand der Minimumwerte ersichtlich ist, dass teilweise sogar mehr N entzogen als zugeführt wird (PÖTSCH 2006). Allerdings gibt es auch Betriebe, die doch beachtliche N-Überschüsse aufweisen, die im Falle eines mehrjährigen/langjährigen Verlaufes bei ungünstigen Boden- und Witterungsverhältnissen auch zu entsprechenden Problemen führen können.

Biologisch wirtschaftende zeigen gegenüber den konventionell wirtschaftenden Betrieben einen geringeren N-Überschuss/ha RLN, allerdings ist auch der Überhang von rund 9 kg N bei den konventionellen Betrieben nicht wirklich besorgniserregend. Eine betriebstypenspezifische Auswertung der Hoftorbilanzierung nach Milchkuh- und Mutterkuhbetrieben brachte ebenfalls nur geringfügige Unterschiede in den Saldierungsergebnissen und auch nur marginale Differenzen hinsichtlich der Betriebsgröße und Lage der Betriebe. Dieses Ergebnis belegt nochmals sehr deutlich, dass in den Grünland- und Milchwirtschaftsbetrieben des österreichischen Berggebietes insgesamt sehr ökologisch und unter Berücksichtigung der natürlichen Produktionsbedingungen gewirtschaftet wird.

Allerdings darf dieses Ergebnis auch nicht darüber hinweg täuschen, dass in Zukunft – insbesondere in den Gunstlagen – auch eine intensivere Nutzung erfolgen wird und Hochleistungsmilchviehbetriebe auch den Kraftfutareinsatz deutlich erhöhen werden. Eine Intensivierung muss allerdings nicht zwangsläufig bedeuten, dass die Nährstoff(N)-Bilanz aus dem Gleichgewicht gerät. Entscheidend ist letztlich, dass (unabhängig vom Niveau) Input- und Output-Komponenten einander die Waage halten und derartige Nährstoffüber-

Tabelle 3: Hoftorbilanzen für Stickstoff in unterschiedlichen österreichischen Testgebieten (Angaben in kg N/ha RLN)

Untersuchungsgebiet	n	Ø	s	min.	max.
Ennstal	78	+7,2	23,4	-47,6	+84,3
Pongau	25	+6,9	13,0	-23,7	+43,7
Kitzbühel	29	+6,0	17,7	-29,1	+37,8
Oberkärnten	19	-7,4	20,0	-51,4	+41,7
Hallein	16	+9,6	26,3	-21,0	+80,5
Gesamt	167	+5,5	21,5	-51,4	+84,3
konventionell	86	+9,3	25,3	-51,4	+84,3
biologisch	81	+1,6	15,7	-47,6	+43,7

schüsse vermieden werden, wie sie heute bereits in zahlreichen intensiv genutzten Grünlandregionen Europas auftreten (TAUBE und PÖTSCH 2001).

2.2 Grenzen und Abstufung der Grünlandnutzung

Während die Düngung primär die Höhe des Ertragsniveaus beeinflusst, wirken sich die Nutzungshäufigkeit und damit verbunden auch der Nutzungszeitpunkt in erster Linie auf die Qualität des Grundfutters aus (PÖTSCH 2009). Mit wenigen Ausnahmen bestehen im ÖPUL weder hinsichtlich der Häufigkeit noch des Zeitpunktes der Grünlandnutzung stärkere Einschränkungen, in jedem Fall muss aber eine gute Abstimmung mit dem Düngungsniveau erfolgen. So kann etwa eine Einschränkung des Düngungsniveaus durchaus Konsequenzen für Nutzungshäufigkeit/Nutzungszeitpunkt(e) nach sich ziehen, umgekehrt bedingt eine Limitierung der Nutzungshäufigkeit oder eine Festlegung eines Nutzungszeitpunktes auch eine entsprechende Düngungsanpassung.

2.2.1 Nutzungshäufigkeit und Nutzungsart

Gemäß LE 07-13 ist für eine Reihe von Maßnahmen im Agrarumweltprogramm ÖPUL die verpflichtende und prämienebegründende Auflage vorgesehen, auf zumindest 5 % der Mähflächen (ohne Bergmäher) nur maximal zwei Nutzungen durchzuführen (PÖTSCH 2010). Die Zielsetzung dieser Bewirtschaftungseinschränkung liegt in der Steigerung der Biodiversität, die nachweislich in engem Zusammenhang mit der Nutzungs- und Düngungsfrequenz steht (BOHNER und SOBOTIK 2000, ZECHMEISTER et al. 2002, PÖTSCH und BLASCHKA 2003). Besonders in Gunstlagen sorgt diese Regelung für Unmut und nicht selten wird mittels der Zupachtung von weiter entfernt liegenden, extensiven Wiesen diese Auflage zumindest formal erfüllt. Diese Vorgangsweise geht allerdings an der ursprünglichen Zielsetzung klar vorbei, nämlich in intensiv bewirtschafteten Grünlandgebieten einen positiven Beitrag zur Biodiversität zu leisten (SCHWAIGER und PÖTSCH 2011).

Neben den Biodiversitätsflächen im Grünland bestehen noch weitere direkte Regelungen bezüglich Zeitpunkt, Häufigkeit und Form der Nutzung bei der Mahd von Steiflächen (mindestens eine Nutzung/Jahr, früheste Mähtermine, Weideeinschränkung). Die Bewirtschaftung von Bergmähdern, die im Gegensatz zu den bisherigen Programmperioden nun eine eigene Maßnahme darstellt, greift ebenfalls stark in den Bereich der Nutzung ein (maximal eine Mahd/Jahr aber mindestens eine Mahd alle zwei Jahre, Verzicht auf Beweidung vor dem 15. August). Spezifische Nutzungsaufgaben, die bis zum gänzlichen Nutzungsverbot reichen können, sind auch im Bereich der Naturschutzmaßnahmen verankert. Indirekte Regelungen des Nutzungszeitpunktes bestehen auch bei der Maßnahme „Silageverzicht“, da bei der Heunutzung allgemein doch ein etwas späterer Schnittzeitpunkt gewählt wird. Ein Blick in die aktuellen Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum zeigt die Qualitätsdifferenzen zwischen Heu/Grummet und Silagen, mit denen bei Teilnahme an dieser Maßnahme zu rechnen ist (RESCH et al. 2006). Diese Differenz liegt beim 1. Aufwuchs von Dauerwiesen und Mähweiden bei vergleichbarem Vegetationsstadium zwischen 0,3 bis 0,5 MJ

NEL/kg TM und bei den Folgeaufwüchsen zwischen 0,15 und 0,30 MJ NEL/kg TM. Dazu kommt noch ein schwierig zu kalkulierendes Wetterrisiko, wobei im Fall von Schlechtwetter bei einer Heubereitung meist stärkere Konsequenzen als bei der Silagebereitung auftreten.

2.2.2 Erneuerung und Verbesserung des Pflanzenbestandes

Die EU-Mitgliedsstaaten sind gemäß EU-VO 1782/2003 verpflichtet, Mindeststandards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ) festzulegen (BGBl. II Nr. 457/2005). Ziel dieser Regelung ist die Sicherstellung, dass Flächen, die 2003 als Dauergrünland genutzt wurden, auch als Dauergrünland erhalten bleiben, wobei gegenüber dem Referenzjahr 2003 der Grünlandanteil (Dauergrünland in % zur gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche) bezogen auf das gesamte Bundesgebiet nicht mehr als 10 % abnehmen darf. Wenn dieser Wert überschritten wird, so ist bei umgebrochenen Flächen die Wiederanlage von Dauergrünland zwingend vorzuschreiben. Es ist daher für den Umbruch von Dauergrünland grundsätzlich eine Meldepflicht im Rahmen der Mehrfachantragstellung erforderlich (PÖTSCH 2008).

Eine Reihe von konkreten ÖPUL 2007-Maßnahmen enthalten ebenfalls Regelungen bzw. Einschränkungen hinsichtlich des Umbruchs von Grünland (Biologische Wirtschaftsweise, UBAG, ...) und teilweise auch ein Verbot der Grünlanderneuerung mittels Umbruch („Mahd von Steiflächen“ und „Regionalprojekt für Grundwasserschutz und Grünlanderhaltung“). Eine umbruchlose Grünlanderneuerung mittels Kreiselegge, Saatriegel, Bandfräse oder Schlitzdrillsäuger ist jedoch auch in diesen Fällen zulässig und unterliegt grundsätzlich keiner Einschränkung. Allerdings kann bei Naturschutzmaßnahmen mittels Befahrungsverbot auch eine umbruchlose Grünlanderneuerung eingeschränkt bzw. ausgeschlossen werden.

Eine Neuanlage von Grünland (mit/ohne Umbruch) sowie eine umbruchlose Grünlanderneuerung erfordern entsprechendes Qualitätssaatgut zur Etablierung eines leistungsfähigen und an die jeweiligen Standorts- und Bewirtschaftungsverhältnisse angepassten Pflanzenbestandes. Für die österreichische Grünlandwirtschaft steht dazu mit dem ÖAG-Konzept ein ideales Instrumentarium zur Verfügung, auf dessen Grundlage ein breites und qualitativ hochwertiges Mischungsspektrum für die Grünlandpraxis angeboten wird (KRAUTZER et al. 2010). In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass diese Grünlandmischungen derzeit nicht in 100 %-iger Bioqualität zur Verfügung stehen und daher im Biolandbau auch teilweise Mischungen eingesetzt werden, die nur ein sehr eingeschränktes Arten- bzw. Sortenspektrum aufweisen.

Hohe Nutzungsfrequenzen, wie sie nicht nur in Gunstlagen umgesetzt werden, engen das botanische Artenspektrum auf einige wenige nutzungstolerante Gräser und Leguminosen ein. Diese sind zwar durch ihre meist spross- (Stolone) oder wurzelbürtigen (Rhizome) Ausläufer nicht ausschließlich auf eine regelmäßige Versamung angewiesen, müssen aber dennoch in regelmäßigen Abständen nachgesät werden, damit entstehende Bestandeslücken rasch geschlossen werden. Mit zunehmender Nutzungsfrequenz steigt insbesondere in den ungünstigen Lagen die erforderliche Häufigkeit der Zufuhr von externem Saatgut mittels Übersaat bzw. Nachsaat

an, wobei dann derartige Saatgutmischungen auf nur mehr wenige Arten (Englisches Raygras, Weißklee) reduziert sind (KRAUTZER et al. 2010).

2.2.3 Unkrautregulierung

Ein leistungsfähiger Pflanzenbestand im Grünland sollte aus einem starken Gräsergerüst (ca. 50 – 70 % mit einem gut ausgewogenen Verhältnis zwischen Unter-, Mittel- und Obergräsern) sowie einem ausreichenden Anteil von Leguminosen (10 – 30 %) zur optimalen Nutzung der biologischen N-Bindung bestehen. Der Anteil an Futterkräutern sollte nicht mehr als 30 % betragen, Unkräuter (Giftpflanzen, zur Bestandesdominanz neigende Arten wie Ampfer, Gemeine Rispe etc.) sollten hingegen möglichst gar nicht im Bestand vorhanden sein bzw. mittels unterschiedlicher Maßnahmen der Unkrautregulierung am besten spezifisch bekämpft werden. Bei zahlreichen grünlandrelevanten ÖPUL-Maßnahmen besteht jedoch ein genereller Verzicht auf Pflanzenschutzmittel (Bewirtschaftung von Bergmähdern, Naturschutzmaßnahmen) bzw. ein Verbot zum Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (Biologische Wirtschaftsweise, Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutter- und Grünlandflächen, Al্পung und Behirtung, Naturschutzmaßnahmen mit besonderer Vereinbarung). Eine chemische Flächenbehandlung zur Regulierung entarteter Grünlandbestände ist innerhalb von ÖPUL nur im Rahmen der Maßnahme UBAG erlaubt, der punktuelle Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln zur Einzelpflanzenbekämpfung mittels Rückenspritze, Abstreifbesen, Legerohr oder Rotowipertechnik ist bei den Maßnahmen UBAG und Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutter- und Grünlandflächen zugelassen.

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

2.2.4 Optimale Bewirtschaftung von Grünland

Optimal bedeutet laut Duden „größtmöglich, bestmöglich, so günstig wie nur möglich unter den gegebenen Voraussetzungen, im Hinblick auf ein zu erreichendes Ziel“. Als gegebene Voraussetzung können in der Grünlandbewirtschaftung in jedem Fall die Standortbedingungen betrachtet werden, die vom Bewirtschafter nur zu einem geringen Anteil verändert werden können (z.B. durch Geländekorrekturen, Bodeneigenschaften). Die zentralen Bewirtschaftungsfaktoren wie Düngung, Nutzung sowie Pflanzenbestand/

Bestandesführung stellen hingegen relativ variable Voraussetzungen zur Produktion von Grundfutter dar und bieten dem Landwirt eigene Gestaltungsmöglichkeiten.

Ob nun eine optimale Bewirtschaftung von Grünland unter Beachtung und Einhaltung aller rechtlichen und förderungsspezifischen Rahmenbedingungen überhaupt möglich ist, hängt vielmehr von der Definition des angestrebten Zieles ab! Ist dies die Erreichung höchster, kurzfristiger Erträge ohne Berücksichtigung der Nachhaltigkeit oder ist das erklärte Ziel eine standortangepasste Bewirtschaftung unter Beachtung ökologischer Zusammenhänge mit einem Verzicht auf Maximalerträge? Mittel- und langfristig betrachtet sollte sich eine standortangepasste Bewirtschaftung – vor allem im Berggebiet – lohnen und auch rechnen, da eine Übernutzung bis hin zur völligen Entgleisung des Pflanzenbestandes führen kann und dessen Regeneration im Berggebiet oft auch an technische Grenzen stößt. In den Gunstlagen ist die Grünlandbewirtschaftung hinsichtlich der Nutzungsfrequenz mit bis zu sieben Aufwüchsen/Jahr vielfach bereits über dem Limit und auch bezüglich der Düngung an ihren Grenzen angelangt. Die Zeitintervalle werden durch die häufige Nutzung bereits so kurz, dass eine saubere, verschmutzungsfreie Verwertung der zugeführten Wirtschaftsdünger eine immer größer werdende Herausforderung darstellt. Dazu kommt, dass das Nährstoffniveau am Betrieb sehr oft auch durch den Einsatz großer Mengen an externem Kraftfutter angehoben wird und die Grünlandbestände dadurch deutlich mehr an Nährstoffen erhalten, als sie selbst über die ausschließliche Verwertung des Grundfutters rückliefern würden. In diesem Zusammenhang sind auch die Leistungstierzucht und die damit verbundenen Ansprüche an die Fütterung resp. Futterqualität kritisch zu hinterfragen, die sich mehr und mehr davon entfernen, was das Grünland in den Bergregionen nachhaltig zu leisten imstande ist (KNAUS 2008).

Leistungssteigerungen, Vergrößerung der Betriebe und Intensivierung der (Grün-)Landnutzung prägen das Bild der modernen Landwirtschaft. Diese Strategie mag für einige Betriebe – zumindest kurzfristig betrachtet – auch ökonomischen Sinn machen, leistet jedoch einen zunehmend geringeren Beitrag zur Multifunktionalität der Grünlandwirtschaft, die auch gegenüber Brüssel gerne als Aushängeschild der bäuerlichen Landwirtschaft verwendet wird.

2.2.5 Vergleich von extensiv und intensiv bewirtschafteten Bergregionen Österreichs – ein Fallbeispiel

An Hand von betriebsbezogenen Flächennutzungsdaten wurden für ausgewählte Biobetriebe in den Produktionsräumen Ennstal (n=334), Pinzgau (n=731) sowie einer intensiv bewirtschafteten Grünlandregion im Salzburger Berggebiet (n=32) biodiversitätsrelevante Auswertungen auf Basis INVEKOS (2008) durchgeführt (PÖTSCH und SCHAUMBERGER 2009). Neben Flächennutzungsdaten wurden auch Akzeptanzdaten ausgewählter ÖPUL-Maßnahmen analysiert, die einen unmittelbaren Bezug zur Biodiversität resp. zum Naturschutz aufweisen.

Bei allen drei Regionen handelt es sich um typische, absolute Grünlandgebiete mit einem zumindest für Ennstal und Pinzgau vernachlässigbaren Anteil an Ackerflächen – in der Intensivlage wird in einem Ausmaß von Ø 1,3 ha/

Betrieb auch Feldfutter (Klee/Gras-Mischungen für einen Nutzungszeitraum von maximal 5 Jahren) angebaut (Tabelle 4). Hinsichtlich der \emptyset Grünlandfläche/Betrieb sind die drei Regionen durchaus vergleichbar, allerdings zeigen sich deutliche Unterschiede in der Nutzungsintensität. Während der Anteil des Extensivgrünlandes am Gesamtgrünland im Ennstal bei knapp 40 % und im Pinzgau sogar über 50 % liegt, nehmen diese für die floristische Diversität besonders wertvollen und interessanten Flächen in der Vergleichsregion nur bescheidene 7 % ein (ZECHMEISTER et al. 2002, PÖTSCH und BLASCHKA 2003, PÖTSCH et al. 2005). Anzumerken ist, dass im Gegensatz zu der gängigen Zuordnung seitens des BMLFUW bei dieser Auswertung Mähwiesen/Mähweiden mit zwei Nutzungen dem Extensivgrünland zugerechnet wurden.

Sämtliche Betriebe, die in der vorliegenden Analyse behandelt wurden, nehmen an der ÖPUL-Maßnahme „Biologische Wirtschaftsweise“ teil und unterwerfen sich damit grundsätzlich bereits besonderen Auflagen und Einschränkungen in der Produktionsweise sowie in der Nutzung der Flächen. Zusätzlich werden im Rahmen von ÖPUL noch weitere Maßnahmen angeboten, denen ein besonderer naturschutzfachlicher Wert bzw. eine hohe Bedeutung für die Erhaltung der Kulturlandschaft zugeordnet werden kann (PÖTSCH 2009). Dies betrifft im Grünland vor allem die Maßnahmen Mahd von Steiflächen, Bewirtschaftung von Bergmähdern, Erhaltung von Streuobstbeständen, Alpung und Behirtung sowie Naturschutzmaßnahmen. Letztere schlagen sich in Österreich mit insgesamt knapp 85.000 ha zu Buche, wovon 71 % der Kulturart Grünland zuzuordnen sind.

Auch hier zeigt die regionsspezifische Auswertung einen deutlichen Unterschied zwischen den beiden extensiver bewirtschafteten Zielregionen mit 16 bzw. 20 % Anteil an Flächen mit naturschutzfachlich wertvollen ÖPUL-Maßnahmen gegenüber einem verschwindend geringen Anteil in der intensiver genutzten Vergleichsregion (Tabelle 5). Allerdings muss hier auch angemerkt werden, dass die Teilnahme an derartigen ÖPUL-Maßnahmen neben der betriebsspezifischen Situation vor allem auch von den naturräumlichen Gegebenheiten abhängt.

Biodiversität betrifft nicht nur die Artenvielfalt von Fauna und Flora, sondern umfasst auch die Ebene der Habitate

Tabelle 4: Flächennutzungsdaten von ausgewählten Bergregionen Österreichs auf Basis INVEKOS 2008 (ha im Betriebsdurchschnitt)

Region	Grünland gesamt	Intensiv- grünland	Extensiv- grünland	GI_{ext}/GI_{ges} (%)	Feldfutter	Silo- mais
Ennstal	20,36	12,28	8,08	39,7	0,20	0,03
Pinzgau	23,59	10,21	13,38	56,7	0,05	0,00
Intensivlage	20,84	19,32	1,52	7,3	1,32	0,04

Tabelle 5: ÖPUL-Akzeptanzen in ausgewählten Bergregionen Österreichs auf Basis INVEKOS 2008 (ha im Betriebsdurchschnitt)

Region	Grünland gesamt	Flächen mit naturschutzfachlich besonders wertvollen ÖPUL- Maßnahmen	$GI_{Naturschutz}/GI_{ges}$ (%)
Ennstal	20,36	4,15	20,4
Pinzgau	23,59	3,84	16,3
Intensivlage	20,84	0,09	0,4

sowie Landschaften. Die Nutzungstypenvielfalt im Grünland schafft Lebensräume für unterschiedliche Tier- und Pflanzenarten. Erst das Vorhandensein unterschiedlicher Nutzungstypen in Produktionsgebieten ermöglicht eine mosaikartige Vernetzung von unterschiedlichen Habitaten, die in ihrer Gesamtheit eine optische, strukturelle und funktionelle Vielfalt ergibt und zugleich ein zentrales Element unserer Kulturlandschaft darstellt. Das österreichische Grünland unterscheidet sich diesbezüglich noch sehr stark von Intensivgrünlandgebieten Europas mit einem monotonen Nutzungsmuster, meist bestehend aus großräumigen Mähflächen mit hoher Nutzungsfrequenz. Die Analyse in den drei ausgewählten Bergregionen ergab eine durchschnittliche Anzahl unterschiedlicher Grünlandnutzungstypen je Betrieb von 3,5 (maximal 7) im Ennstal, 2,9 (maximal 6) im Pinzgau und 2,3 in der intensiver bewirtschafteten Grünlandgunstlage mit einem sehr hohen Anteil (75 %) an Betrieben mit nur zwei Nutzungstypen sowie einer maximalen Anzahl von vier unterschiedlichen Nutzungstypen.

Damit ergibt sich auch in intensiv wirtschaftenden Bergregionen eine zunehmende Vereinheitlichung und Monotonie der Grünlandnutzung, die vielfach noch durch die Entfernung von Landschaftselementen zur besseren und leichteren Bewirtschaftung verstärkt wird.

3. Optimierung von wirtschaftseigenen Ressourcen

Die optimale Nutzung der betriebseigenen Ressourcen im Grünlandbetrieb erlangt heute durch die zunehmenden Betriebsmittelpreise immer mehr an Bedeutung. Im Bereich der Wirtschaftsdünger bieten sich dazu vor allem konkrete Maßnahmen zur Reduktion der sogenannten unvermeidbaren (meist gasförmigen) Nährstoffverluste an. Neben der Auswahl günstigerer Ausbringungsbedingungen (leichter Niederschlag, kühlere Tageszeit) bestehen auch noch technische Möglichkeiten (bodennahe, großtropfige Applikation, kleinere Teilgaben), die Nährstoffverluste verringern und damit die Effizienz der Wirtschaftsdünger erhöhen können.

Eine mineralische Ergänzungsdüngung auf Basis einer regelmäßig durchgeführten Bodenuntersuchung (einmal je ÖPUL-Periode) kann bestehende Nährstoffdefizite ausgleichen und damit günstige Wachstumsbedingungen für den Grünlandbestand schaffen. Dies betrifft insbesondere die Phosphorversorgung, aber auch die Magnesium- und Kalkdüngung. Phosphor zählt zu den wichtigsten und essentiellen Pflanzennährstoffen und erfüllt eine Reihe wichtiger Funktionen in der Pflanze. Die jüngste Auswertung von Ergebnissen aus der Routinebodenuntersuchung zeigt, dass in den meisten Gebieten Österreichs ein hoher Anteil der Grünlandböden eine sehr niedrige (Gehaltsklasse A) bzw. niedrige (Gehaltsklasse B) P-Versorgung aufweist (PÖTSCH und BAUMGARTEN 2010). Der geringe P-Versorgungsgrad der Böden wird häufig mit einer niedrigen Ertragsleistung im Grünland, schlechten Wachstumsbedingungen für Leguminosen und sinkender Futterqualität in Verbindung gebracht. Bei Vorliegen

der Gehaltsklasse A können heute im Grünland zusätzlich zur bestehenden P-Empfehlung (auf Basis der Gehaltsstufe C = ausreichend versorgt) 40 % aufgeschlagen werden, bei Vorliegen der Gehaltsstufe B sind es immerhin noch 20 %. Ein Blick in die Praxis zeigt jedoch, dass dieses Zuschlagssystem entweder nicht ausreichend bekannt ist oder zumindest nur sehr wenig genutzt wird – diese Tatsache wird auch seitens der pflanzenbaulichen Beratung bestätigt. Die gezielte Förderung von Leguminosen im Dauergrünland bzw. deren Nutzung mittels kleebetonter Mischungen im Feldfutterbau bietet sowohl hinsichtlich Ertrag als auch Qualität von Grünlandfutter ebenfalls noch ungenutzte Reserven. Die legume N-Bindung kann einen essentiellen Beitrag zur natürlichen Anhebung des Stickstoffniveaus auf Grünlandflächen bewirken, der auch keiner unmittelbaren Limitierung durch die einschlägigen rechtlichen Rahmenbedingungen unterliegt.

Beachtliche, ungenutzte Reserven schlummern auch noch im Bereich der Grundfutterkonservierung. Die Ergebnisse aus dem bisher viermal durchgeführten österreichweiten Silageprojekt zeigen, dass weniger als ein Drittel aller darin untersuchten Grassilagen im Empfehlungsbereich für Rohfaser, Rohasche und Anwelkgrad liegen und der Anteil an Futtermittelverschmutzung nach wie vor viel zu hoch ist (PÖTSCH et al. 2011). Natürlich spielen in diesem Zusammenhang die jeweiligen Witterungsbedingungen eine wichtige, aber nicht allein entscheidende Rolle. Die Beachtung der elementaren Grundregeln des Silierens kann auch ohne zusätzlichen Kostenaufwand eine deutliche Verbesserung der Grundfutterqualität bewirken.

Wie weit etwa im Bereich einer bedarfsgerechten Fütterung noch ungenutztes Optimierungspotenzial besteht, kann wohl am besten von den Fütterungsexperten beantwortet werden. Jedenfalls steht fest, dass sich eine möglichst bedarfsgerechte Nährstoffversorgung der Nutztiere nicht nur positiv auf die Leistung auswirkt sondern auch auf die Höhe der Nährstoffausscheidung mit den entsprechenden Konsequenzen für die Düngung (GRUBER und PÖTSCH 2007).

4. Literatur

- AKTIONSPROGRAMM, 2008: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm 2008 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. CELEX-Nr.: 391L0676.
- BGBI. II Nr. 457/2005: 474. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Einhaltung der anderweitigen Verpflichtungen und über das integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem im Bereich der Direktzahlungen. Zuletzt geändert im Dezember 2006 (2. Änderung der INVEKOS-Umsetzungs-Verordnung 2005).
- BGBI. II Nr. 492/2009: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem im Bereich der Direktzahlungen, über die Einhaltung der anderweitigen Verpflichtungen (Cross Compliance) und über sonstige horizontale Regeln (INVEKOS-CC-V 2010).
- BMLFUW, 2002: Handbuch BHK: BHK-Kriterienbeschreibung. BMLFUW, Wien.
- BMLFUW, 2006: Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. 6. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 80 S.
- BMLFUW, 2007a: Österreichisches Programm für die Entwicklung des Ländlichen Raums 2007 – 2013. BMLFUW Wien, 496 S.
- BMLFUW, 2007b: EU-Nitratrichtlinie 91/676/EWG – Bericht der Republik Österreich über die Inanspruchnahme einer Ausnahmeregelung zur EU-Nitratrichtlinie. Wien, 24 S.
- BMLFUW, 2011a: Grüner Bericht – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Wien, 336 S.
- BMLFUW, 2011b: Evaluierungsbericht 2010 – Halbzeitbewertung des Österreichischen Programms für die Entwicklung des ländlichen Raums. BMLFUW Wien, 124 S.
- BMLFUW, 2011c: Evaluierungsbericht 2010 – Teil B Bewertung der Einzelmaßnahmen. BMLFUW Wien, 330 S.
- BOHNER, A. und M. SOBOTIK, 2000: Das Wirtschaftsgrünland im Mittleren Ennstal aus vegetationsökologischer Sicht. In: MAB-Forschungsbericht. Landschaft und Landwirtschaft im Wandel. Das Grünland im Berggebiet Österreichs. 22.-23. September 2000, Wien, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 15-50.
- BUCHGRABER, K., A. SCHAUMBERGER und E.M. PÖTSCH, 2011: Grassland Farming in Austria - status quo and future prospective. Proceedings of the 16th EGF-Symposium (E.M. Pötsch, K. Krautzer and A. Hopkins, Eds.), Grassland Science in Europe 16, 13-24.
- EU-NITRATRICHTLINIE, 1991: Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. Amtsblatt Nr. L 375 vom 31/12/1991.
- EU-VO 1782/2003: Verordnung des Rates vom 29. September 2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 2019/93, (EG) Nr. 1452/2001, (EG) Nr. 1453/2001, (EG) Nr. 1454/2001, (EG) Nr. 1868/94, (EG) Nr. 1251/1999, (EG) Nr. 1254/1999, (EG) Nr. 1673/2000, (EWG) Nr. 2358/71 und (EG) Nr. 2529/2001; CELEX-Nr.: 32003R1782.
- EU-VO 2092/91: Verordnung über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. Amtsblatt L 198/1 vom 22/07/1991 ersetzt durch EU-VO 834/2007: Verordnung über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) 2092/91, Amtsblatt L 189/1 vom 20/07/2007
- EUROPEAN COMMUNITIES, 2002: Nitrogen Equivalents in Livestock Manure. Luxembourg, 25 S.
- FUNAKI, Y. und K. PARRIS, 2005: The OECD agricultural nutrient balance indicators: establishing a consistent OECD set of nitrogen and phosphorus coefficients. European Commission Workshop "Nitrogen and phosphorus in livestock manure", Brussels.
- GRUBER, L. und E.M. PÖTSCH, 2007: Calculation of nitrogen excretion of dairy cows in Austria. Die Bodenkultur 57, 65-72.
- JARVIS, S. und H. MENZI, 2004: Optimising best practice for N management in livestock systems: meeting production and environmental targets. Grassland Science in Europe 9, 361- 372.
- KNAUS, W., 2008: Milchkühe zwischen Leistungsanforderungen und Anpassungsvermögen. Bericht 35. Viehwirtschaftlichen Fachtagung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 9.-10. April 2008, 99-106.
- KRAUTZER, B., K. BUCHGRABER, H. EGGER, P. FRANK, P. FRÜHWIRTH, M. HIETZ, J. HUMER, C. LEONHARDT, H. LUFTENSTEINER, K. MECHTLER, C. MEUSBURGER, G. PERATONER, E.M. PÖTSCH und W. STARZ, 2010: Handbuch für ÖAG-Empfeh-

- lungen von ÖAG-kontrollierten Qualitätssaatgutmischungen für das Dauergrünland und den Feldfutterbau 2011 - 2013. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, c/o LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 25 S.
- PÖTSCH, E.M. und A. BLASCHKA, 2003: Abschlussbericht über die Auswertung von MAB-Daten zur Evaluierung des ÖPUL hinsichtlich Kapitel VI.2.A „Artenvielfalt“. Gumpenstein, Dezember 2003, 37 S.
- PÖTSCH, E.M., A. BLASCHKA und R. RESCH, 2005: Impact of different management systems and location parameters on floristic diversity of mountainous grassland. Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation (EGF), Vol. 10: “Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity”. Tartu, Estonia 29-31 August 2005, 315-318.
- PÖTSCH, E.M., 2006: Österreichisches Aktionsprogramm zur Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie: Aktualisierung der N-Ausscheidungsrate für landwirtschaftliche Nutztiere – Konsequenzen für die Praxis. Bericht Seminar „Umweltprogramme für die Landwirtschaft und deren Auswirkungen auf die Grundwasserqualität“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 7-12.
- PÖTSCH, E.M., 2007: Low Input Farming Systems and livestock production – grassland and dairy farming in Austria. Proceedings of the Summer University at Ranco, Italy; JRC Scientific and Technical Reports, ISBN 978-92-79-08007-4, 33-38.
- PÖTSCH, E.M., 2008: Grünlandumbruch und Grünlanderneuerung im nationalen und internationalen Kontext. Bericht 14. Alpenländisches Expertenforum „Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 1-3.
- PÖTSCH, E.M., A. GRASCHI, W. GRAISS und B. KRAUTZER, 2008: Alternative Grünlanderneuerung mittels Selbstversamung. Bericht 14. Alpenländisches Expertenforum „Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 17-21.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 2008: Nitrogen efficiency of farm manure on permanent grassland in mountainous regions. EGF-Meeting 2008 „Biodiversity and Animal Feed“, Uppsala, Grassland Science in Europe 13, 299-301.
- PÖTSCH, E.M., 2009: Grundfutterqualität im Konnex mit dem österreichischen Agrarumweltprogramm. Bericht 15. Alpenländisches Expertenforum zum Thema „Grundfutterqualität – aktuelle Ergebnisse und zukünftige Entwicklungen“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 29-38.
- PÖTSCH, E.M. und A. SCHAUMBERGER, 2009: Analyse der Produktionsräume Ennstal und Pinzgau hinsichtlich der Nutzungstypen- und Artenvielfalt im Grünland. Auftragsstudie der Landgenossenschaft Ennstal, 6 S.
- PÖTSCH, E.M., 2010: Befragung zur Thematik „Biodiversitätsflächen im Grünland“. Studie zur ÖPUL-Evaluierung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 33 S.
- PÖTSCH, E.M. und A. BAUMGARTEN, 2010: Phosphorproblematik im Grünland. Der Fortschrittliche Landwirt 88, Heft 18/2010, 30-31.
- PÖTSCH, E.M., R. RESCH, G. WIEDNER und K. BUCHGRABER, 2011: Challenge and problems of forage conservation in mountainous regions of Austria. Proceedings of the 16th EGF-Symposium (E.M. Pötsch, K. Krautzer and A. Hopkins, Eds.), Grassland Science in Europe 16, 82-84.
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt 84, Heft 24/2006, Sonderbeilage 20 S.
- SCHAUMBERGER, A., 2011: Räumliche Modellierung zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Dissertationsschrift, Technische Universität Graz, 264 S.
- SCHECHTNER, G., 1978: Zur Wirksamkeit des Güllestickstoffs auf dem Grünland in Abhängigkeit vom Düngungsregime. Die Bodenkultur 29, 351-376.
- SCHECHTNER, G., 1981: Nährstoffwirkungen und Sonderwirkungen der Gülle. 7. Arbeitstagung „Fragen der Güllerei“, Gumpenstein, 135-196.
- SCHWAIGER, E. und E.M. PÖTSCH, 2011: Halbzeitbewertung des Österreichischen Programms für die Entwicklung des Ländlichen Raums 2007 - 2013. Evaluierung des ÖPUL- Bereiches „Biodiversität“, BMLFUW, 60 S.
- TAMME, O., L. BACHER, T. DAX, G. HOVORKA, J. KRAMMER und M. WIRTH, 2002: Der neue Berghöfekataster. Ein betriebsindividuelles Erschwerisfeststellungssystem in Österreich. Bundesanstalt für Bergbauernfragen, Wien, Facts & Features 23, 38 S.
- TAUBE, F. und E.M. PÖTSCH, 2001: On-farm nutrient balance assessment to improve nutrient management on organic dairy farms. EGF-Tagung, Witzenhausen, 9.-12. Juli 2001, 225-234.
- WASSERRECHTSGESETZ – WRG, 1959: idF BGBl. I Nr. 14/2011.
- WEBER-HAJSZAN, L., 2012: ÖPUL 2007 - 2013: Resümee und Ausblick. Bericht 3. Umweltökologischen Symposium, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 1-3.
- ZECHMEISTER, H.G., N. SAUBERER, D. MOSER und G. GRABHER, 2002: Welche Faktoren bestimmen das Vorkommen von Pflanzen in der österreichischen Kulturlandschaft? Bericht zum 10. Österreichischen Botanikertreffen, BAL Gumpenstein, 35-37.

Herdenmanagement in wachsenden Milchviehbetrieben

Andreas Pelzer^{1*}

Mit der Herdengröße steigen auch die Anforderungen, die an den Milchviehhalter gestellt werden. Auch wenn sich die Anzahl der Maßnahmen an der einzelnen Kuh nicht ändern, so verlangt doch die Summe der Maßnahmen nach neuen Strukturen und Plänen in Bezug auf eine systematische Arbeitserledigung in der Herde und im Betrieb.

Der Bau eines Liegeboxenlaufstalles lässt deutliche arbeitswirtschaftliche Vorteile erwarten, die in erster Linie das Arbeitspensum betreffen. Werden im Anbindestall noch zwischen 80 und 130 Jahresarbeitsstunden je Kuh benötigt, so kann durch den Bau eines Boxenlaufstalles der Arbeitszeitbedarf auf ca. 50 Stunden pro Kuh und Jahr reduziert werden. Daraus folgt, dass bei einer Verdopplung der Herdengröße und bei einem Wechsel des Stallsystems nicht unbedingt mehr Arbeitszeit und vor allem auch weniger Arbeitskraft eingeplant werden muss.

Aber welche Faktoren tragen dazu bei, dass dieser Wachstumsschritt so komplex erscheint?

Es ist auf der einen Seite die Summe der Veränderungen, die auf den Milchviehhalter zukommen, und auf der anderen Seite ist es vor allem die Summe der Maßnahmen, die in Zukunft zu bewältigen sind. Hinzu kommt eine komplexe Planungsphase und die baulichen Aspekte nach denen Tierwohl, Umwelteinflüsse bzw. Umweltbelastungen und Kosten zu berücksichtigen sind.

Ein gutes Herdenmanagement steht auch für Disziplin und Konsequenz in der Arbeitserledigung und dabei insbesondere für Kommunikation zwischen allen Beteiligten. Die Abstimmung untereinander und die immer gleiche Umsetzung von Arbeitsroutinen nehmen den Kühen den Stress und sichern dem Landwirt und seinen Mitarbeitern langfristig Erfolg und Arbeitszeiteinsparung.

Die Arbeiten mit den Tieren und am Tier, die betrieblichen Arbeitsabläufe und -strukturen sowie die Datenpflege, Entscheidungen und deren Umsetzung werden unter einem Begriff zusammengefasst: **HERDENMANAGEMENT**.

Was verbirgt sich hinter diesem Begriff und wie ist dies auf die

wachsende Kuhzahl anzuwenden? Im Folgenden sind einige Tipps und Anregung zur erfolgreichen Milchproduktion in wachsenden Beständen dargestellt.

Herdenmanagement – Auswirkungen auf Stallbau und Stallbewirtschaftung

Zu Beginn jedes Wachstumsschritts steht der Stallbau. Tiergerechte Stallungen mit klaren Achsen und strukturierten Funktionsbereichen sind die Grundvoraussetzung für gute Leistungen der Milchkühe. Für jede Kuh ein Fressplatz, ausreichend Tränkestellen, für 40 Milchkühe mindestens 3 Tränken und viel Platz für freie Bewegung auf den Laufgängen ist ebenso wichtig wie eine gute Wahl für die Gestaltung des Funktionsbereichs Liegen und Ruhen.

Vor allem die Frage nach der Gestaltung des Liegebereichs sollte intensiv diskutiert und abgesichert werden (*Abbildung 1*). Gut gepflegte Tiefboxen sind das tierfreundlichste System, aber habe ich genügend Zeit und ausreichend Materialien für eine fachgerechte Pflege? Tägliches Einebnen und wöchentliches Nachstreuen sind Arbeiten, die dauerhaft und regelmäßig erledigt werden müssen. Wird hier nicht sorgfältig gearbeitet, treten schnell Verhaltensänderungen in

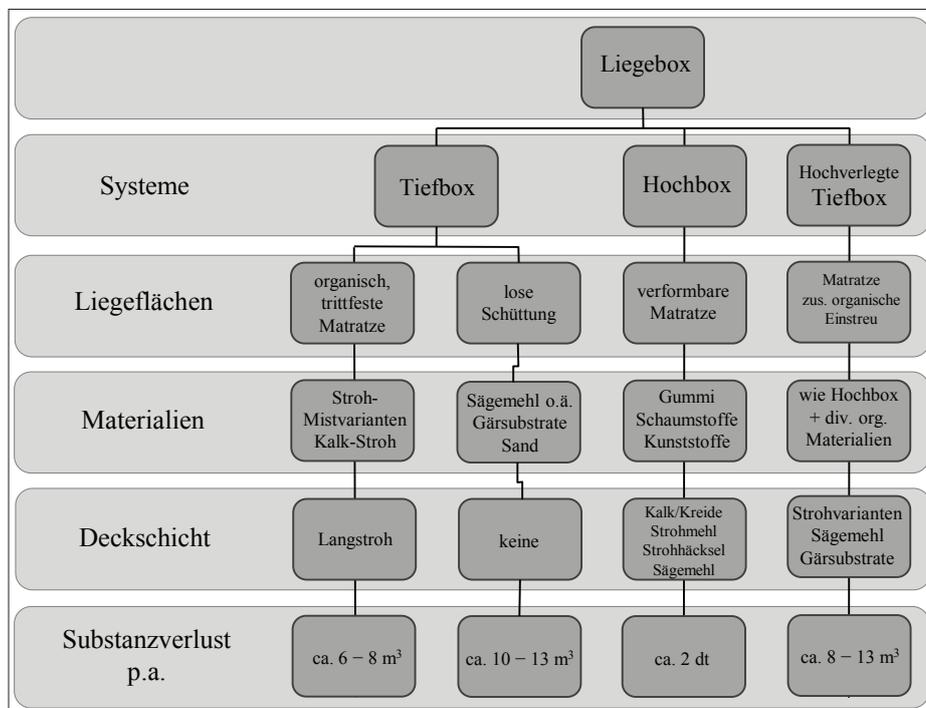


Abbildung 1: Managementanforderungen durch die Liegeboxensysteme

¹ Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalen, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Fachbereichsleiter Rinderhaltung, Ostinghausen, D-59505 Bad Sassendorf

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Andreas Pelzer, email: andreas.pelzer@lwk.nrw.de

Form von Verkürzungen der Liegezeiten oder auch Schäden an den Tieren und damit Leistungsverluste auf.

Dass Kühe tiefe Temperaturen bevorzugen ist hinlänglich bekannt (Abbildung 2). An Tagen mit hoher Sonneneinstrahlung benötigen Kühe bis zu 800 m³ Luft in der Stunde, damit Wärme und Feuchtigkeit aus dem Stall entfernt werden. Im Verhältnis zu einem durchschnittlichen Luftraum von ca. 50 m³ je Kuh folgt daraus ein benötigter Luftwechsel von Faktor 16 in einer Stunde. Um dies sicherzustellen, muss das Management dafür sorgen, dass die Curtains im Kuhstall generell und ganzjährig geöffnet sind und nur bei extremen Wetterlagen kurzfristig geschlossen werden.

Je nach Melksystem schluckt die Melkarbeit bis zu 66 % der Arbeitszeit. Vor diesem Hintergrund lohnt es sich im Vorfeld intensiv mit der Frage nach dem richtigen System zu beschäftigen. Will ich automatisch oder konventionell melken, bin ich ein Roboter melker?

Diese Fragen sollte sich jeder vor einem größeren Investitionsschritt stellen. Der Boom nach Automatisierung hat auch Österreich erreicht. Dennoch erfordert der Einsatz eines Melkroboters entsprechende Rahmenbedingungen in Bezug auf Datenmanagement und technischem Verständnis. Soll die Herde mittel- bis langfristig 40 Milchkühe nicht überschreiten, stellt sich die Frage nach einer wirtschaftlichen

Betrachtung dieser Zukunftsentscheidung. Beispielsweise ist in einem Gruppenmelkstand mit 12 Melkplätzen ein Landwirt auch mit 60 Kühen langfristig gut aufgestellt.

Herdenmanagement – Arbeitsabläufe und -strukturen

Sind die baulichen Fragen entschieden und umgesetzt, muss sich der Betriebsleiter mit den arbeitswirtschaftlichen Auswirkungen und Anforderungen auseinandersetzen. Zwei Melkzeiten täglich, Futter vorlegen und mehrfach anschieben sowie diverse Arbeiten an den Kühen bestimmen den Tagesablauf in einem Milchviehbetrieb.

Welche Maßnahmen sind je Kuh und Jahr einzuplanen:

- Begleitung der Kalbung
- Gesundheitsüberwachung
- Fruchtbarkeitskontrollen
- Brunstbeobachtungen
- Besamungen
- Trächtigkeitsuntersuchungen
- Reinigung und Pflege
- Klauenpflege

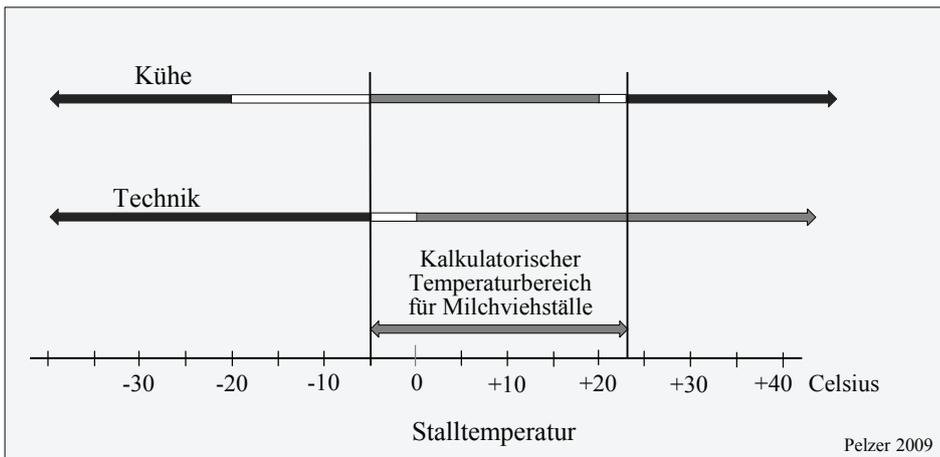


Abbildung 2: Ansprüche an die Umgebungstemperatur von Milchkühen und Technik an den Milchviehstall

All diese Arbeiten müssen regelmäßig durchgeführt werden. Um hier möglichst schlagkräftig zu sein, empfiehlt es sich, neben der richtigen Tagesstruktur auch geeignete Arbeitsbereiche zu schaffen, in denen die Arbeiten schnell und sicher durchgeführt werden können. Aber nicht nur die Tagesstruktur, sondern auch die gesamte Woche sollte geplant und strukturiert werden (Abbildung 3). Bestimmte Arbeiten sollten an bestimmten Tagen durchgeführt werden.

Die Klauenpflege z.B. eignet sich gut für einen Dienstagvormittag. Sollten Klauen behandelt werden müssen, können diese Tier zwei Tage später an einem Donnerstag, den man vielleicht als Tierarzttag definieren sollte, gemeinsam mit dem Veterinär nachuntersucht werden. Die Einstreu der Tiefboxen sollte ebenfalls an einem bestimmten Tag in der Woche durchgeführt werden. Gibt es keine Festlegung, werden solche notwendigen Arbeiten nur allzu häufig verschoben, die notwendige systematische Arbeitserledigung findet nicht statt.

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag/ Sonntag
	Stalltag	Klauenpfegetag	Bürotag	Gesundheitstag	Stalltag	Wochenende
07:00	← Stallzeit →					
08:00						
09:00	Tagesroutinen: (Datenanalyse, Tierbehandlungen, Reinigungsarbeiten, Reparaturen, Wartungen)					
10:00						
11:00	Stallarbeiten Reparaturen Siloabdecken	Klauenpflege	Bürozeit - Bestellungen - Vertreter- u. Beratertermine	Tierarzt Fruchtbarkeitstag Klauennach- behandlung	Liegeboxen einstreuen	
12:00						
13:00						
14:00						
15:00						
16:00	← Stallzeit →			← Stallzeit →		
	Trockenstellen					
17:00						
18:00						

Abbildung 3: Zeitmanagement und Arbeitserledigung im Wochenrhythmus

Herdenmanagement – Ziele definieren und erreichen

Einen Wunsch mit einem Datum zu versehen, ergibt ein Ziel. Was soll wie und wann erreicht werden?

Vor diesem Hintergrund sollte bei der Definition von Zielen auch immer ein Zeitkorridor festgelegt werden. Dies bringt etwas mehr Druck und fördert die konkrete Umsetzung von Maßnahmen.

Milchkühe sollen produktiv sein. Was steckt hinter dieser Aussage. Wie definiere ich meine Ziele? Ist die Kuh produktiv, die ihr erstes Kalb mit 24 Monaten und eine Leistung von 9.000 kg Milch in der ersten Laktation bringt? Oder gibt es andere Kriterien wie Lebensleistung, Reproduktionsrate und Tierarztkosten, die eine Kuh oder einen Betrieb wirtschaftlich machen? Zu dieser Frage gibt es keine klare Antwort, vielleicht ist es von Allem etwas, das die Wirtschaftlichkeit sichert. Von Bedeutung ist allerdings, dass sich der Milchviehhalter selbst mit der Frage auseinandersetzt und seine eigenen betrieblichen Ziele definiert und konsequent verfolgt.

Unter anderen sind folgende Ziele betriebsspezifisch zu definieren und festzulegen:

- Welches Erstkalbealter strebe ich an?
- Welche Zwischenkalbezeit ist für meine Herde richtig?
- Mit welcher Leistung sollen Kalbinnen starten und Kühe folgen?
- Wie hoch sollten die Lebensleistung und die Zahl der Laktationen sein?
- Wie hoch liegt die Zellzahl und wie viele Mastitiden werden je Kuh und Jahr festgestellt?
- Wie hoch ist der Kraftfuttereinsatz?

All diese Fragen müssen beantwortet und Ziele festgelegt werden. Mit der richtigen Beratung, einem regelmäßigen Controlling und vor allem mit einer konsequenten Umsetzung lassen sich mit der Zeit auch hoch gesteckte Ziele erreichen.

Aber welches sind meine Ziele? Spätestens hier wird jeder Leser konkrete Aussagen erwarten. An welchen Zahlen kann

ich mich orientieren? Erstkalbealter mit 24 Monaten, eine Zwischenkalbezeit von 390 Tagen und eine Laktationsleistung von 8.500 Liter Milch sind eingängig und nachvollziehbar. Aber sind dies meine Ziele? Bei einer extensiven Jungviehaufzucht mit Weidegang ist ein Erstkalbealter von 24 Monaten nicht angebracht und nicht sinnvoll. Der Grünlandbetrieb mit einem hohen extensiven Grünlandanteil und dadurch niedrigen Grobfutterkosten wird mit 7.000 Liter Milch eine wirtschaftliche Milchproduktion nachweisen können. So führt kein Weg daran vorbei, dass jeder Herdenmanager seine Ziele selbst definieren muss. Zur Absicherung sollte er diese mit seinem Officialberater diskutieren und abstimmen. Eine neutrale und objektive Beratung gibt Sicherheit im Handeln und schützt vor unbedachten Kaufentscheidungen, seien es z.B. zu teure Spezialfuttermittel oder eine zu anfällige Technik.

Fazit

Herdenmanagement in wachsenden Milchviehbetrieben steht für konsequente Arbeitserledigung, Kommunikation und Disziplin in der Abfolge betrieblicher Arbeiten. Herdenmanagement ist die Summe aller Maßnahmen und die nachhaltige Umsetzung von baulichen Gegebenheiten und Entscheidungen zur erfolgreichen Bewirtschaftung eines größeren Milchviehstalles.

Tage und Wochen müssen strukturiert werden. Natürlich können nicht alle Ressourcen verplant werden. Für zu nutzende Wetterperioden und nicht planbare Tieraktionen wie komplizierte Abkalbungen müssen immer entsprechende Zeitanteile als Sicherheit zusätzlich eingeplant werden. Die Definition von betrieblichen Wünschen mit Zeitvorgaben lassen Ziele entstehen, die gemeinsam mit den Kollegen aus der Officialberatung verfolgt werden sollten.

Werden diese Punkte beachtet, wird auch der wachsende Milchviehbetrieb neben der Freude an der Arbeit ein angemessenes Einkommen haben.

Letztendlich sorgt ein gutes Herdenmanagement auch dafür, dass das Leben in der Familie und im sozialen Umfeld den ihm gebührenden Stellenwert erhält.

Meine Strategie nach dem Ende der Milchquote – Gunstlage

Monika und Josef Pendl^{1*}

Zusammenfassung

Unsere Strategiepunkte in Vorbereitung des Wegfalls der Milchquote sind:

- Hohe Grundfutterleistung durch hohe Futteraufnahmen + Futterqualität
- Betriebliches Wachstum in überschaubaren Schritten
- Züchterische Weiterentwicklung der Herde
- Ständige Weiterbildung, um den Betrieb weiter entwickeln zu können

Schlagwörter: Milchproduktion, Gunstlage, Milchquote, Strategie

Einleitung

Unser Betrieb liegt im Alpenvorland auf ca. 500 m Seehöhe, in einem Gebiet, in dem die Schweineproduktion vorherrschend ist. Bei einem Jahresniederschlag von Ø 1.200 mm und einer Ø Jahrestemperatur von ca. 9,1 Grad ist es nicht nur möglich Getreide, sondern auch hervorragendes Grundfutter zu produzieren. Dieser Punkt ist einer der wichtigsten in unserer Strategie nach 2015. Da auch in Zukunft weiterhin mit hohen Getreidepreisen, aufgrund der Biomasseproduktion für die Energieerzeugung, mit vorschreitendem Flächenverlust durch Verbauung und mit einer steigenden Weltbevölkerung zu rechnen ist, wird es auch in der Milchproduktion immer wichtiger, hohe Grundfutterleistungen zu erreichen.

Unser Betrieb

Wir bewirtschaften einen Milchviehbetrieb mit ca. 35 Fleckviehkühen und ca. 55 Kalbinnen (*Tabelle 1*). Daraus ergeben sich unsere zwei Standbeine, die Milchproduktion und die Jungkuhvermarktung. Die laktierenden Milchkühe werden in einem im Jahr 2010 errichteten 2-reihigen Außenklimastall gehalten. Die trockenstehenden Kühe sind in zwei Gruppen auf Tretmist im Altgebäude aufgeteilt.

Tabelle 1: Daten zum Betrieb (Auswertung Arbeitskreis Milchproduktion)

		2011	2010	2009	2008	2007
Kuhanzahl	Stück	35,2	22,9	23,6	23,3	24,4
Milchmenge	kg	9.245	9.283	9.554	9.119	8.697
Fett	%	4,1	4,0	4,0	3,9	4,0
Eiweiß	%	3,6	3,4	3,5	3,5	3,5
Fett + Eiweiß	kg	704	683	711	676	650
Zellzahl	in 1.000	127	224	155	176	154
ZKZ	Tage	363	406	370	368	377
Grundfutterleistung AK Milch	kg FCM	6.698	6.264	6.172	k.A	k.A
Erstkalbealter	Monate	27,1	27,3	27,2	26,2	26,0

Flächenausstattung

11,5 ha Dauergrünland
8,4 ha Feldfutter
7,35 ha Mais
3,9 ha Gerste
2 ha Weizen

Grundfutterleistung

Um hohe Grundfutterleistungen erreichen zu können, ist für uns die Grundfutterqualität ein entscheidender Faktor. Deshalb wird auf die Grundfutterqualität auf unserem Betrieb besonders geachtet (*Tabelle 2*). Dabei spielen der ideale Schnitzeitpunkt, die Düngung und die Grünlandpflege eine große Rolle. So werden Rohfasergehalte von 21 – 23 % angestrebt, um die maximale Milchleistung pro ha Grünland zu erreichen.

Düngung

Bei der Düngung wird großes Augenmerk auf die zeitige Ausbringung des betriebseigenen Wirtschaftsdüngers gelegt. So wird im Frühling die Gülledüngung so früh wie möglich durchgeführt und auch nach jedem Schnitt, sobald die Witterung eine möglichst verlustarme Ausbringung ermöglicht. Zusätzlich werden beim ersten Schnitt noch ca. 100 kg NAC ausgebracht. Die Phosphor-Düngung und die Kalkung der Flächen werden regelmäßig mit den Bodenproben abgestimmt.

Tabelle 2: Futteranalysen 2011

		1. Schnitt	3. Schnitt	5. Schnitt
TM	g/kg FM	433	383	330
NEL	MJ/kg TM	6,75	6,02	6,14
XP	g/kg TM	138	180	180
nXP	g/kg TM	142	138	140
XF	g/kg TM	206	224	207
Rohasche	g/kg TM	85	107	112

¹ Schacher 1, A-4663 Laakirchen

* Ansprechpartner: Josef Pendl, email: m.pendl@gmail.com

Feldfutter

Beim Feldfutter wird auf die ÖAG-Saatgutmischungen IM und IR gesetzt, welche sich in den letzten Jahren sehr bewährt haben. Zurzeit läuft auch ein Versuch, diese Mischungen mit Luzerne zu ergänzen, welcher bis dato ganz gut läuft. Wichtig ist bei diesen Mischungen der frühe Reinigungsschnitt, um auch den sicheren Aufgang der sich langsam entwickelnden Mischungskomponenten zu gewährleisten.

Dauergrünland

Um die dauerhafte Leistungsfähigkeit im Dauergrünland bei 5 Schnitten zu erhalten, ist die Nachsaat ein absolutes Muss. Auf unserem Betrieb hat sich folgende Methode bewährt:

Vor der Nachsaat wird die Wiese zur Heuproduktion genutzt. Dabei wird auf einen späten Schnittzeitpunkt geachtet, um die selbständige Vermehrung der wertvollen Gräser zu ermöglichen. Nach dem Ende der Erntearbeiten wird sofort mit einem Striegel oder einer Egge die Gemeine Rispe ausgekämmt, die dann von der Wiese abtransportiert wird. Der freie Platz dient nun als Saatbeet für die Nachsaatmischung bzw. den selbst am Feld produzierten Grassamen. Der Schröpfungsschnitt ist eine weitere wichtige Maßnahme, um den gleichmäßigen Aufgang der Nachsaatmischung sicherzustellen.

Die Strategiepunkte

- *Hohe Grundfutterleistung durch hohe Futteraufnahmen + Futterqualität*
- *Betriebliches Wachstum in überschaubaren Schritten*

Unser Ziel ist es, in den nächsten fünf Jahren die vorhandenen und neu geschaffenen Anlagen voll auszunutzen. So sind in nächster Zukunft keine größeren baulichen Maßnahmen geplant. Vielmehr werden wir versuchen, die Milchproduktion zu optimieren bzw. zu steigern.

- *Züchterische Weiterentwicklung der Herde*

Um auch in Zukunft wirtschaftlich bestehen zu können, wird die züchterische Weiterentwicklung der Herde bezüglich Fitness und Leistungsfähigkeit sehr wichtig sein. Jedoch ist es auch unser Ziel, die Eigenschaften von Fleckvieh und somit auch die Fleischleistung, welche einen wesentlichen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit der Rasse beiträgt, nicht außer Acht zu lassen.

- *Ständige Weiterbildung, um den Betrieb weiter entwickeln zu können*

Um die neuesten Erkenntnisse aus der Forschung bzw. aus der Praxis optimal am Betrieb umsetzen zu können, wird am Betrieb auf fachliche Weiterbildung großen Wert gelegt.

Meine Strategie nach dem Ende der Milchquote – Bergregion

Johannes Lackner¹*

Zusammenfassung

Unser Betrieb befindet sich im obersten Ennstal (Ennspongau, Salzburg) und wird von meiner Frau und mir im Vollerwerb bewirtschaftet. Der Hauptbetriebszweig ist die Milchkühhaltung mit eigener Nachzucht. Zusätzliche Einkommensmöglichkeiten ergeben sich durch die Bewirtschaftung des eigenen Waldes und durch die Erzeugung von Energie aus Wasserkraft.

Die Futtergrundlage für die Milchkühe ist Dauergrünland. Hierzu gehören mehrmähdige Wiesen sowie Weiden mit verschiedener Nutzungsintensität (Dauerweide, Hutweide und Almweide). Die innere Verkehrslage ist charakterisiert durch ca. 23 ha intensiv genutzte Wiesen in Tallage (4 Nutzungen) und ca. 6 ha extensiv genutzte Steiflächen.

Die Futterkonservierung erfolgt zu 97 % in Form von Silage (Fahrsilotechnik), wobei die Bewirtschaftung mit Hilfe eines Partnerbetriebs (Silierkette) und des Maschinenrings (vor allem Bergmaschinen) erfolgt.

Im Sommer werden derzeit alle Tiere gealpt. Die Milchkühe befinden sich auf einer Agrargemeinschaftsalm, auf die von uns zurzeit 58,5 GVE aufgetrieben werden können. Es werden im Sommer 38 Kühe auf der Alm gemolken – der Rest wird trockengestellt bzw. handelt es sich um Jungvieh.

Die durchschnittlich 50,8 Milchkühe leisteten im Jahr 2011 8.066 kg Milch bei 4,07 % Fett und 3,36 % Eiweiß. Im Winter sind sie in einem im Jahr 2004 er- und umgebauten, gedämmten Stallgebäude untergebracht und im Sommer weiden sie Tag und Nacht auf den Almweiden.

Schlagwörter: Milchproduktion, Bergregion, Milchquote, Strategie

Um eine Strategie für das Auslaufen der staatlichen Milchquotenregelung zu finden, bedarf es einer systematischen Vorgehensweise, die ich nach folgenden Punkten gliedern möchte:

- Analyse der Ist-Situation, vor allem anhand der eingesetzten Produktionsfaktoren.
- Planung einer Strategie um die Chancen zu nutzen, die durch die Beendigung der Milchquotenregelung entstehen, und die bestehenden Risiken zu minimieren.
- Umsetzung der Strategie nach vorgezeichnetem Zeitplan.
- Kontrolle der Strategie und Nachjustierung bei unbefriedigenden Zahlen.

1. Analyse der Ist-Situation, vor allem anhand der eingesetzten Produktionsfaktoren

Da wir uns zum jetzigen Zeitpunkt bereits in Phase 3 befinden, möchte ich als Ist-Situation das Frühjahr 2011 heranziehen.

Ausgangslage anhand der Produktionsfaktoren

- Futtergrundlage:

Es wurden 20 ha Dauergrünland Tallage 4-mal gemäht und als Silo konserviert. Des Weiteren wurden 3,0 ha Steifläche 2-mal gemäht und einmal beweidet und 3 ha Steifläche als Dauerweide beziehungsweise als Hutweide genutzt. Im Sommer wurden 70 GVE gealpt – das entspricht ca. 14 ha Grünlandfläche. Zusätzlich wurde zugekaufter Silomais und Biertrebern siliert.

- Standplätze bzw. Almfutterplätze:

Im Stall befanden sich damals 52 Liegeplätze für Milchkühe, 28 Liegeplätze für Kalbinnen und der Kälberbereich. Des Weiteren ein 2 × 5 Fischgrätenmelkstand mit Warteraum (Fläche 5,7 m × 18,5 m).

Des Weiteren 38 Almfutterplätze für Milchkühe und 7 für trockengestellte Kühe, sowie Almfutterplätze für das gesamte Jungvieh (teils auf Fremdalmen).

- Arbeitskräftebesatz beträgt 1,5 Vollarbeitskräfte für die Milchwirtschaft inkl. Nachzucht, Almwirtschaft und Futtererzeugung.
- Milchquote A betrug 330.337 kg (inkl. 33.800 kg Almquote).

2. Strategieplanung

Ziel war es, die Ausnutzung der Produktionsfaktoren zu optimieren, dadurch die Milchliefermenge zu steigern, aber den Produktionsfaktor Arbeit nicht mehr zu belasten.

- Erweiterung der Standplätze für Milchkühe und Automatisierung des Melkens durch einen Melkroboter. Im Bereich des Melkstandes wird ein Melkroboter eingebaut, der im freien Kuhverkehr betrieben wird. Die Umbauarbeiten sind gering (Raum und Installationen sind vorhanden). Der vorgelagerte Warteraum (5,7 m × 18,5 m) wird zu einem Laufgang mit 13 wandständigen Liegeboxen umgebaut. Unter dem Laufgang (3,2 m) entsteht ein zusätzlicher Güllerraum, um die Mehrmenge an Gülle lagern zu können. Nach dem Umbau verfügen wir über 65 Liegeplätze sowie zusätzliche Lauffläche.

¹ Zehenthof, Reitdorf 22, A-5542 Flachau

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Johannes Lackner, email: Zehenthof@gmx.at

- Erweiterung der Futterfläche durch kurzfristige Zupacht von 3 ha (längerfristig 6 ha). Beibehaltung des Zukaufes von Silomais und Biertrebern als Grundfutterkomponenten.
- Erhöhung der durchschnittlichen Kuhzahl auf 60 Kühe bei gleichbleibender Menge an 15 aufgezogenen Kälbern pro Jahr (Blockabkalbung im Herbst-Winter). Weiteres Bestoßen der Alm mit den 38 Milchkühen (Kühe werden alle im Laufe des Almsommers trockengestellt) und dem Galtvieh. 15 hochlaktierende Kühe (Abkalbezeitpunkt nahe Auftriebszeitpunkt auf die Alm) werden weiter zuhause gemolken (Verhinderung des unwiederbringlichen Leistungsabfalles auf der Almweide). Erhöhung der Milchlieferleistung auf 8.000 kg Milch/Kuh und Jahr und dadurch Erhöhung der Gesamtlieferleistung an die Molkerei auf 480.000 kg.
- Gleichbleibender Arbeitsaufwand von 4.200 AKh für die Milchwirtschaft inkl. Aufzucht und Futtererzeugung bei flexiblerer Arbeitseinteilung (Starke Verringerung der Melkarbeitszeit) und Abflachung der Arbeitsspitzen.
- Senkung des Kostendeckungspunktes durch Verbesserung der Fixkostendegression und verbesserte kalkulatorische Kosten vor allem in Bezug auf die Arbeitskosten und durch den Wegfall der zusätzlichen Quotenkosten.

3. Umsetzung der Strategie

Die Umbauarbeiten erfolgten im Sommer 2011. Ende August wurde mit 16 melkenden Kühen der Melkroboter in Betrieb genommen. Durch sukzessive Eingliederung der frischmelkenden Kühe (Blockabkalbung) konnten wir bereits im Jänner 2012 60 laktierende Kühe verzeichnen. Im Sommer werden wir dann das erste Mal kombiniert auf

der Alm und am Heimbetrieb melken. Optimal wäre eine möglichst rasche Erreichung der Zielmilchmenge. Derzeit sind noch Kosten für die zusätzliche Milchmenge in Form von Superabgabe bzw. Quotenkosten für die nächsten 3 Jahre zu erwarten. Österreich hat gegenüber vielen anderen Staaten der EU noch mit einer zu geringen nationalen Quote zu kämpfen – dadurch wird die „sanfte Landung“ schwieriger. Doch um die Fixkostendegression voll nutzen zu können und den Molkereien die Anpassung (wenn nötig) zu ermöglichen, sollten die Milcherzeugerbetriebe ihre Strategien vor 2015 umsetzen.

4. Kontrolle der Strategie

Das wirkliche Erreichen der Ziele der Strategie – z.B. Senkung der Gesamtkosten/kg gelieferter Milch kann nur unter Zuhilfenahme der Kostenrechnung erfolgen. Und hier ist vor allem die Erzielung eines angemessenen Einkommens sowie die Deckung der kalkulatorischen Kosten zu überprüfen. Doch sollte jede ökonomische Verbesserung auf ihre Auswirkungen auf den Produktionsfaktor Arbeit und hinsichtlich einer Verbesserung der Arbeitsbedingungen und der Lebensqualität überprüft werden.

Zum Abschluss möchte ich noch auf die Tatsache hinweisen, dass meine Strategie genau auf meine Rahmenbedingungen abgestimmt ist. Allgemein gültig ist, dass eine Anpassungsstrategie immer auf die optimale Ausnutzung der vorhandenen (bzw. angepassten) Produktionsfaktoren ausgelegt werden soll. Die Beendigung der staatlichen Milchquote bedeutet somit einen Wegfall eines begrenzenden Faktors und die Chance, die anderen Produktionsfaktoren besser auszunutzen. Dadurch können die Produktionskosten gesenkt werden und in der Hoffnung auf mittelfristig steigende Milchpreise ein höheres Einkommen erzielt werden.

Vollerwerb in Zeiten nicht geschützter Märkte – Modellkalkulationen für Milchviehbetriebe

Leopold Kirner^{1*}

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag analysiert unterschiedliche Entwicklungsoptionen für Milchviehbetriebe im Vollerwerb. Auf der Basis eines Modellbetriebs werden mögliche strategische Ausrichtungen festgelegt, die zwischen Umbau und Neubau mit abweichenden Produktionssystemen (Melkstand, automatisches Melksystem, Heumilch, Vollweide) und unterschiedlicher Wirtschaftsweise (konventionell und biologisch) differenzieren. Für alle Varianten werden der Deckungsbeitrag je Kuh und Jahr, die Einkünfte aus der Land- und Forstwirtschaft sowie die Überdeckung des Verbrauchs für unterschiedliche Herdengrößen errechnet. Die Ergebnisse der Modellrechnungen belegen, dass es auch für eine genau festgelegte Betriebsituation nicht von vornherein die ultimative Strategie gibt. Das Ergebnis hängt wesentlich davon ab, welche Produktionsfaktoren auf einem Betrieb knapp sind. Die hier präsentierten Modellrechnungen verdeutlichen einmal mehr die Prämisse, dass nur betriebsindividuelle Überlegungen für größere Betriebsentwicklungsschritte fundierte Entscheidungsgrundlagen liefern.

Schlagwörter: Produktionssysteme, Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft, Überdeckung des Verbrauchs, Produktionsfaktoren, Betriebsentwicklung

Summary

The following article analyses different development options for management practices on dairy farms. By the example of a model farm, different development strategies, e.g.: conventional or organic farming, new construction or renovation of buildings and altering production systems (manual or automatized milking parlour, implementation of additional quality requirements and standards e.g. hay-milk, or low input systems), are investigated. For all different development options, the contribution margin per year and cattle, the income from agriculture and forestry and the change in equity for varying herd sizes, are calculated. Resulting from the various model calculations it can be concluded that even for an exactly predefined operational situation on farm level no universal development strategy can be recommended. The selection of the ideal strategy rather depends on a possible scarcity of factors of production. The results of the underlying model-calculations once again contribute to the suggestion that for major changes in management practices solely farm-specific considerations can lead to a solid basis for decision making.

Keywords: Production systems, income from agriculture and forestry, change in equity, factors of production, farm development

1. Einleitung

Zunehmender Wettbewerb prägt die Milchproduktion in den kommenden Jahren. Zum einen ändern sich die agrarpolitischen Rahmenbedingungen ab 2014, zum anderen läuft die EU-Milchquotenregelung im Jahr 2015 aus. Preisschwankungen für Milch und Milchprodukte sind auch in den nächsten Jahren zu erwarten.

Für Milchbauern und Milchbäuerinnen stehen mehrere Optionen zur Wahl, um auch bei mehr Wettbewerb im Vollerwerb wirtschaften zu können; es gibt nicht nur eine Lösung. Die Kunst einer erfolgreichen Betriebsführung liegt darin, die für die jeweilige Betriebs- und Familiensituation optimale Art und Weise der Milchproduktion zu realisieren und diese laufend zu verbessern. Voraussetzung für eine nachhaltig erfolgreiche Betriebsführung ist das Zusammenwirken von Rentabilität, Stabilität und Liquidität (u. a. REISCH und KNECHT 1995). Es muss ausreichend Einkommen erwirtschaftet werden, um die

Lebenshaltungskosten der Familie abzudecken und darüber hinaus Spielraum für Investitionen zu gewinnen (Rentabilität). Zudem soll auch gewährleistet sein, dass auch dann entsprechendes Einkommen erwirtschaftet wird, wenn erschwerende Umstände eintreten (Stabilität). Schließlich muss allen Zahlungsverpflichtungen zu jeder Zeit nachgekommen werden (Liquidität). Wird eines dieser drei Prinzipien mittel- bis längerfristig verletzt, lässt sich die Milchproduktion im Vollerwerb nicht aufrechterhalten.

Der folgende Beitrag analysiert und evaluiert mögliche Entwicklungsoptionen für Milchviehbetriebe. Das Hauptaugenmerk liegt dabei nicht an den Ergebnissen der Berechnungen, da diese wesentlich von der gewählten betrieblichen Situation abhängen. Stattdessen sollen aus den Modellrechnungen essenzielle Fragen für die Ausrichtung in der Milchproduktion generiert werden, um eine nachhaltige Betriebsführung im Vollerwerb zu sichern.

¹ Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Marxergasse 2, A-1030 Wien

* Ansprechpartner: Dr. Leopold Kirner, email: leopold.kirner@awi.bmlfuw.gv.at

2. Material und Methoden

2.1 Grundsätzliches

Die folgenden Überlegungen gründen auf Strategieentwicklungsprozesse, da es um längerfristige Überlegungen geht. In der Praxis handelt es sich in der Regel nicht um festgelegte Pfade betrieblicher Strategien, sondern um Prozesse, die laufend durch Umwelteinflüsse oder geänderte Sichtweisen beeinflusst werden (MINITZBERG et al. 1998). Trotz dieser Einschränkung werden in diesem Beitrag grundlegende Strategien vorgestellt, kalkuliert und betriebswirtschaftlich evaluiert; ökologische oder soziale Auswirkungen unterschiedlicher Strategien werden nicht beurteilt.

Die in diesem Beitrag untersuchten Strategien gründen alle auf eine Veränderung der Output-Größe, auch bekannt als Wachstumsstrategie (BOKELMANN 2000). Diese Strategie deckt sich in vielen Aspekten mit der Strategie der Kostenführerschaft laut PORTER (1992).

2.2 Modellbetrieb

Auf der Basis eines Modellbetriebs werden unterschiedliche Strategien für die kommenden Jahre analysiert. Grundlegende Eckdaten des Betriebs (*Tabelle 1*) orientieren sich an den Spezialbetrieben Milchproduktion im Netz der freiwillig buchführenden Betriebe im Jahr 2010 (LBG 2011). In der Ausgangssituation (politischer Rahmen bis 2013) werden 19 Hektar Grünland bewirtschaftet und 17 Milchkühe gehalten. Die durchschnittliche Milchleistung beträgt 6.000 kg je Kuh und Jahr, insgesamt werden 93.500 kg Milch pro Jahr an die Molkerei geliefert. Neben der Milchproduktion werden noch Erträge aus Forstwirtschaft und Nebentätigkeiten

Tabelle 1: Eckdaten des Modellbetriebs

Bundesland	Einheit	Wert
Grünland	ha	19,0
dar. gepachtet	ha	5,5
Milchkühe	St.	17
Milchertrag	kg/Kuh	6.000
Milchverkauf	kg	93.500

Tabelle 2: Berechnungsgrundlagen je nach Variante

Bundesland	Einheit	UMBAU	NB KON Melkstand	NB KON AMS	NB BIO Heumilch	NB BIO Vollweide
Silage	%	80	80	80	-	35
Heu	%	20	20	20	70	20
Weide	%	-	-	-	30	45
Milchertrag je Kuh	kg	7.000	7.500	9.000	6.500	5.000
Nutzungsdauer	Jahre	3,6	3,6	3,2	3,8	4,0
Kalbinnenaufzucht	ja/nein	ja	ja	nein	nein	nein
Kraftfuttereinsatz	dag/kg	22	24	26	20	10
Arbeitskraftstunden	AKh/Kuh	75	70	50	70	60
Milchpreis	Ct/kg	35,2	35,2	35,2	43,2	39,2
Kraftfutterpreis	Ct/kg	30,0	32,0	38,0	51,0	48,0
Investition Technik ¹	Euro	30.000	40.000	160.000	40.000	40.000
Investition Gebäude ¹	Euro/Platz	5.000	7.000	6.000	7.000	6.000
Sonstige Investition	Euro	-	-	20.000 ³	45.000 ²	-
Sonstige Mehrkosten	Euro/Jahr	-	-	7.000 ⁴	-	-
Wirtschaftsweise ⁵	KON/BIO	KON	KON	KON	BIO	BIO
Stallsystem ⁶	A/L	L	L	L	L	L

¹ Investitionszuschuss noch nicht eingerechnet; ² Kaltbelüftung und Greiferanlage; ³ Gebäude für Melkroboter; ⁴ Wartungskosten für Melkroboter; ⁵ KON=konventionell, BIO=biologisch; ⁶ A=Anbindestall, L=Laufstall. NB = Neubau.

erwirtschaftet. Außerbetriebliches Einkommen fällt nicht an, es handelt sich somit um einen Vollerwerbsbetrieb mit Schwerpunkt Milchproduktion.

Der Anbindestall ist zwar abgeschrieben (eigene Festlegung), könnte aber noch einige Jahre ohne Investitionen fortgeführt werden. Der Umbau auf einen Laufstall aber auch ein völliger Neubau eines Laufstalles ist möglich.

2.3 Eckdaten zu den Varianten

Die Spezifikation der oben beschriebenen Ausgangssituation erlaubt somit Umbau- und Neubauvarianten. Schließlich wurden eine Umbau- und vier Neubauvarianten festgesetzt, die Eckdaten dazu sind der *Tabelle 2* zu entnehmen:

- UMBAU: Umbau auf ein Laufstallsystem bis maximal 40 Standplätze.
- NB KON Melkstand: Neubau eines Laufstalls mit einem Melkstandsystem bis maximal 50 Standplätze.
- NB KON AMS: Neubau eines Laufstalls mit AMS (automatisches Melksystem) bis maximal 60 Standplätze; Auslagerung der weiblichen Aufzucht.
- NB BIO Heumilch: Neubau eines Laufstalls, biologische Wirtschaftsweise und Heumilchproduktion bis maximal 50 Standplätze.
- NB BIO Vollweide: Neubau eines Laufstalls, biologische Wirtschaftsweise und Vollweide bis maximal 60 Standplätze; Auslagerung der weiblichen Aufzucht.

Es wird nicht eine bestimmte Zielgröße je nach Variante definiert, sondern es sollen die ökonomischen Folgen unterschiedlicher Betriebsgrößen je nach Variante geprüft werden. Trotzdem wird berücksichtigt, dass ein Umbau für maximal 40 Kühe in Frage kommt oder AMS erst ab 40, besser 50 sinnvoll sind.

Die Umbauvariante kommt mit weniger Investitionskosten aus als die Neubauvarianten. Der Milchertrag je Kuh und Jahr steigt um 1.000 kg, die Arbeitskraftstunden können durch den Laufstall um 25 je Kuh und Jahr verringert werden. Bei zwei der vier Neubauvarianten erfolgt gleichzeitig eine Umstellung auf die biologische Wirtschafts-

weise: einmal als Heumilchbetrieb, ein anderes Mal als Vollweidebetrieb. Die konventionellen Neubauvarianten unterscheiden zwischen einem System mit Melkstand und einem System mit automatischem Melksystem (AMS). Die wesentlichen Parameter der Milchproduktion wurden auf die jeweiligen Systeme abgestimmt. Beispielsweise werden für die Variante mit AMS die höchsten Milcherträge je Kuh und Jahr angenommen; für das Vollweidesystem wurde von einer deutlich niedrigeren Milchleistung je Kuh und Jahr ausgegangen. Der Kraftfuttermehrsatz ist auf die Milchleistung und das Produktionssystem abgestimmt, ebenso der Arbeitseinsatz oder die Nutzungsdauer der Kühe. Bei den beiden Varianten „BIO Vollweide“ und „KON AMS“ wird die Kalbinnenaufzucht ausgelagert. Und zwar deshalb, damit bei diesen beiden Varianten größere Kuhherden möglich sind.

Der Milchpreis entspricht dem bundesweiten Durchschnitt von 1995 bis 2011. Abzüge aufgrund von größeren Milchmengen werden nicht kalkuliert. Es wird davon ausgegangen, dass der Milchpreis sich weiterhin stabil entwickelt, was auch durch die Einschätzungen des Agricultural Outlook der OECD - FAO (2011) bestätigt wird. Bei der biologischen Wirtschaftsweise wird der Milchpreis grundsätzlich um fünf Cent je kg erhöht, bei der Heumilchproduktion um weitere drei Cent je kg. Bei Vollweide werden ebenso fünf Cent Biomilchpreiszuschlag veranschlagt, aufgrund der niedrigeren Inhaltsstoffe wird jedoch wieder ein Cent abgezogen. Diese Vorgehensweise lehnt sich an KIRNER (2009) an. Die Preise für Kraftfutter wurden vom jeweiligen Milchleistungsniveau sowie von der Wirtschaftsweise abgeleitet.

Bei den Investitionen wird grundsätzlich zwischen Technik (Melktechnik inklusive Tank) und Gebäude (inklusive Aufstallung) unterschieden. Bei den Varianten „KON AMS“ und „BIO Vollweide“ wurden niedrigere Stallplatzkosten angenommen, da hier die Aufzucht ausgelagert ist. Die Kosten für automatische Melksysteme sind dem Beitrag von LITZLLACHNER et al. (2009) entnommen. Darüber hinausgehende Investitionen für beispielsweise das Belüftungssystem bei der Bio-Heumilchproduktion sind separat angeführt. Grundsätzlich werden von diesen Investitionskosten bis zu einer Gesamtsumme von 300.000 Euro 20 % als Investitionszuschuss abgezogen. Zudem wurde angenommen, dass 50.000 Euro Eigenkapital vorhanden sind, der Rest muss über Fremdkapital mit 4 % Zinsen finanziert werden.

Alle weiteren Annahmen beispielsweise für Tierarztkosten, Kälberpreise, variable Kosten für das Grundfutter oder Grundfutterbedarf für die Tiere bzw. Grundfutterlieferung vom Grünland stammen aus der Literatur, schwerpunktmäßig von den Ergebnissen der bundesweiten Arbeitskreisberatung (BMLFUW 2011) oder dem Katalog für Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung (BMLFUW 2008).

2.4 Öffentliche Gelder

Die öffentlichen Gelder in der Ausgangssituation orientieren sich grundsätzlich an jenen für die Spezialbetriebe Milch im Netz der freiwillig buchführenden Betriebe (LBG 2011). Laut *Tabelle 3* erhielten diese Betriebe im Jahr 2010 201 Euro je Hektar als Betriebsprämie und 212 Euro je Hektar für ÖPUL-Maßnahmen. Die Ausgleichszulage für benach-

Tabelle 3: Öffentliche Gelder je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche bis 2013 und Annahmen für die Situation ab 2014

Bundesland	Einheit	bis 2013	ab 2014
Betriebsprämie	Euro/ha	201	226,7
ÖPUL	Euro/ha	212	190,8
Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete	Euro/ha	230	207,0

teiligten Gebiete wurde für 150 Berghöfekataster-Punkte berechnet. Für die Periode ab 2014 mussten Annahmen getroffen werden. Grundlage dafür waren der Legislativvorschlag der EU-Kommission vom Oktober 2011 (KOM 2011a, KOM 2011b) und weiterführende Überlegungen zur Verteilung der Betriebsprämie innerhalb des Bundesgebiets. Die Prämien für ÖPUL und für die Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete wurden generell gegenüber der laufenden Periode um 10 % gekürzt (*Tabelle 3*).

3. Ergebnisse der Modellrechnungen

3.1 Ergebnisse für die Ausgangssituation und bei unveränderter Milchproduktion ab 2014

Die zentralen betriebswirtschaftlichen Kennzahlen für den Modellbetrieb in der Ausgangssituation und bei unveränderter Milchproduktion ab 2014 fasst *Tabelle 4* zusammen. Der Deckungsbeitrag vermindert sich ab 2014 um den Wegfall für die Milchkuhprämie und die Mutterkuhprämie für Kalbinnen in Höhe von 89 Euro je Kuh. Die aufwandsgleichen Fixkosten werden für alle Positionen außer der Abschreibung (AfA) inflationsbedingt um 12,5 % (fünf Jahre, 2,5 % pro Jahr) angehoben; das gleiche gilt für die Beiträge zur bäuerlichen Sozialversicherung. Auch der Privatverbrauch wird angehoben, und zwar um 600 Euro pro Jahr, was in fünf Jahren zu einer Zunahme von 3.000 Euro führt. Diese Änderungen, ausgelöst durch das wirtschaftliche Umfeld, vermindern die Einkünfte aus der Land- und Forstwirtschaft von ausgehend 30.368 Euro auf 27.626 Euro. Während sich für die Ausgangssituation eine positive Überdeckung des Verbrauchs in Höhe von über 2.600 Euro errechnet, resultiert für die Situation ab 2014 ein negativer Wert von rund 3.700 Euro. Der Betrieb läuft somit Gefahr, dass ohne Änderung der Betriebsorganisation eine nachhaltige Milchproduktion im Vollerwerb nicht möglich ist.

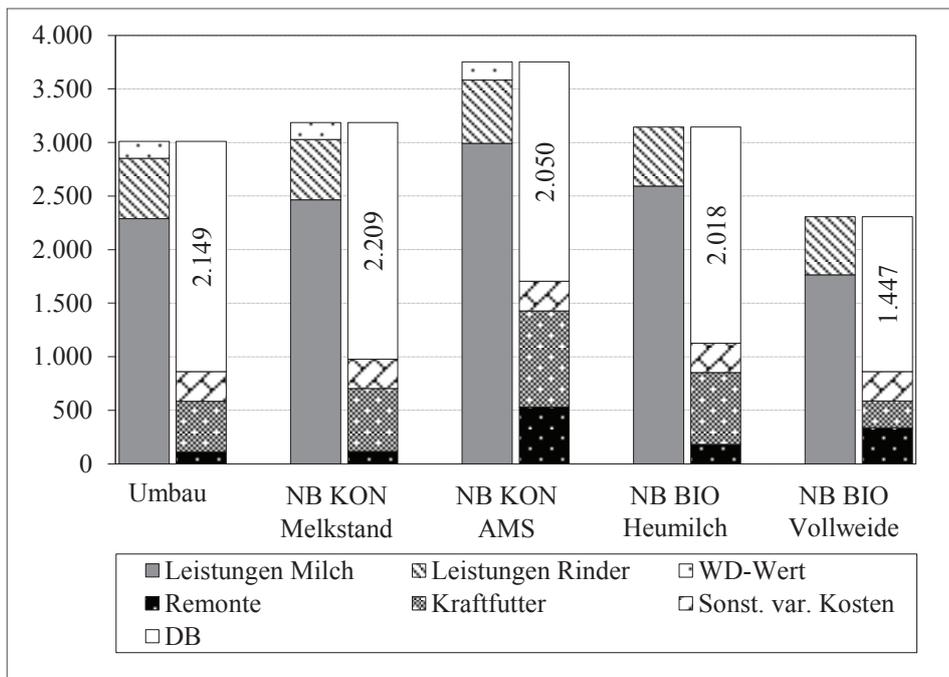
3.2 Deckungsbeitrag je nach Variante

Bis auf die Variante mit Vollweide verbessern sich die Deckungsbeiträge je Kuh und Jahr bei allen Varianten gegenüber der Ausgangssituation (*Abbildung 1*). Dies liegt vor allem in den höheren Milcherträgen je Kuh begründet. Der höchste Deckungsbeitrag wird bei konventioneller Wirtschaftsweise mit Melkstandsystem erwirtschaftet. Die konventionelle Wirtschaftsweise mit AMS erzielt zwar die mit Abstand höchsten Leistungen aus der Milch, die deutlich höheren variablen Kosten für Bestandsergänzung (Kalbinnenzukauf, pro Stück 1.700 Euro) und Kraftfutter (2.340 kg je Kuh und Jahr) zehren diesen Vorteil wieder auf. Bei Vollweide werden die mit Abstand niedrigsten Leistungen

Tabelle 4: Betriebswirtschaftliche Kennzahlen für den Modellbetrieb in der laufenden Periode und ab 2014 bei unveränderter Milchproduktion

Bundesland	Einheit	bis 2013	Periode 14 - 20
Deckungsbeitrag je Kuh¹	Euro	1.988	1.899
Deckungsbeitrag Forst	Euro	3.500	3.500
Deckungsbeitrag Nebentätigkeit	Euro	5.500	5.500
Aufwandsgleiche Fixkosten ²	Euro	15.170	16.048
dar. AfA Maschinen	Euro	6.650	6.650
dar. AfA Gebäude Milchproduktion	Euro	0	0
Einkünfte Land- und Forstwirtschaft	Euro	30.368	27.626
Sozialtransfers	Euro	7.312	7.312
Außerbetriebliche Einkünfte	Euro	-	-
Gesamteinkommen	Euro	37.680	34.938
Privatverbrauch ³	Euro	30.046	33.046
Sozialversicherungsbeiträge ²	Euro	4.978	5.600
Überdeckung des Verbrauchs	Euro	2.656	-3.708
Arbeitskraftstunden	AKh	3.295	3.295
Einkünfte Land- und Forstwirtschaft	Euro/AKh	9,2	8,4

¹ Ohne Einrechnung der variablen Kosten für das Grundfutter; ² Einrechnung von 12,5 Prozent Inflation (fünf Jahre, a 2,5 Prozent); ³ Erhöhung um 600 Euro pro Jahr (gesamt 3.000 Euro).



NB = Neubau; nähere Beschreibung der Varianten siehe Abschnitt 2.3.

Abbildung 1: Leistungen, variable Kosten und Deckungsbeitrag je Kuh und Jahr in Abhängigkeit von der Variante

erzielt, die geringen Kosten können diesen Nachteil nicht kompensieren.

3.3 Einkommen und Überdeckung des Verbrauchs je nach Variante

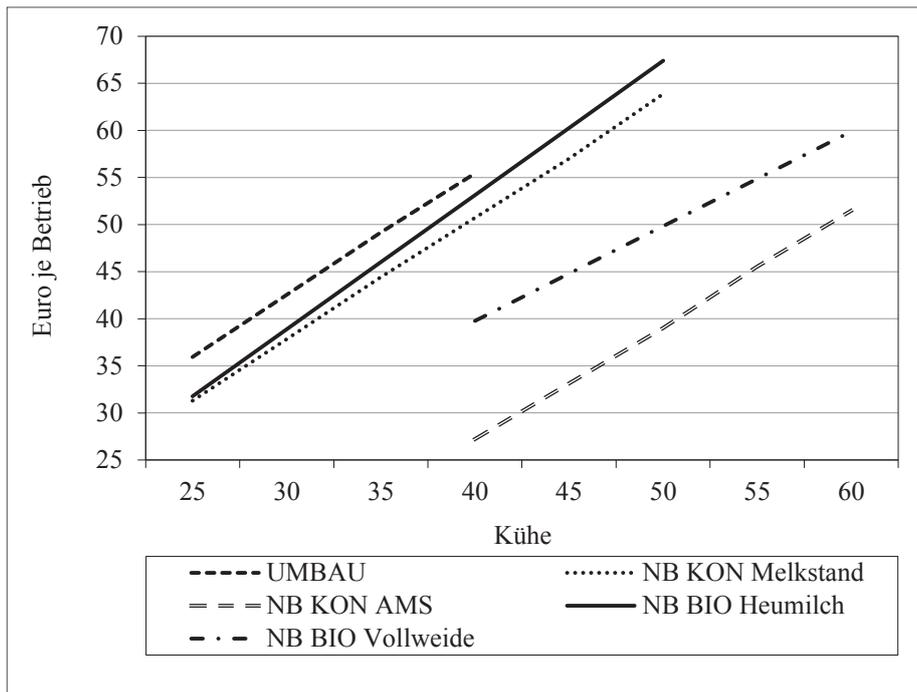
Wie sich die **Einkünfte aus der Land- und Forstwirtschaft** je nach Variante und in Abhängigkeit der Anzahl der Milchkühe verändern, zeigt *Abbildung 2*. In allen Varianten kann das Einkommen gegenüber der Ausgangssituation erhöht werden, auch dadurch, weil zumindest 25 Milchkühe gehalten werden. Welche Variante die höchsten Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft erwarten lässt,

kann nicht pauschal abgeleitet werden; dies hängt wesentlich von der unterstellten Anzahl der Milchkühe ab. Bis 40 Milchkühe errechnen sich für den Umbau (geringere Investitionskosten) die höchsten Einkünfte; dicht dahinter folgen die konventionelle Melkstandvariante und die Variante „BIO Heumilch“. Die beiden anderen Varianten werden erst bei größeren Beständen interessant, dies liegt auch am Umstand, dass hier die weibliche Aufzucht ausgelagert ist. Die Variante mit dem automatischen Melksystem erscheint bei dieser Kennzahl und unter den hier getroffenen Annahmen wenig konkurrenzfähig zu sein, was insbesondere in den hohen Investitionskosten begründet liegt.

Aus *Abbildung 2* kann schnell hergeleitet werden, wie viele Milchkühe je nach Variante

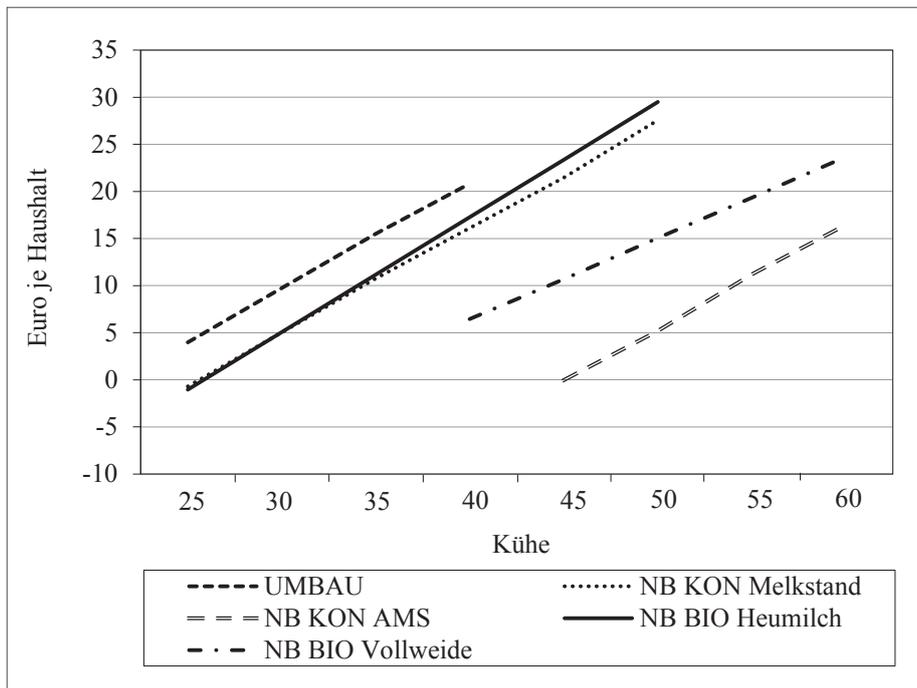
gehalten werden müssen, damit ein bestimmtes Einkommen erzielt wird. Sollen die Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft zumindest 50.000 Euro ausmachen, müssen rund 35 („Umbau“), zwischen 35 und 40 („KON Melkstand“ und „BIO Heumilch“), etwa 50 („BIO Vollweide“) oder rund 60 Milchkühe („KON AMS“) gehalten werden.

Ähnliche Ergebnisse können für die Kennzahl **Überdeckung des Verbrauchs** festgestellt werden (*Abbildung 3*); diese Kennzahl dient unter anderem zur Beurteilung der Stabilität. Wiederum errechnen sich bis 40 Milchkühe die höchsten Beträge für die Umbauvariante, ebenso gefolgt von der konventionellen Melkstandvariante und der Variante „BIO Heumilch“; abermals abgeschlagen die Variante mit dem automatischen Melksystem. Auch aus dieser Darstel-



NB = Neubau; nähere Beschreibung der Varianten siehe Abschnitt 2.3.

Abbildung 2: Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft je nach Variante und Anzahl der Kühe



NB = Neubau; nähere Beschreibung der Varianten siehe Abschnitt 2.3.

Abbildung 3: Überdeckung des Verbrauchs je nach Variante und Anzahl der Kühe

lung lässt sich rasch ableiten, wie viele Milchkühe je nach Variante zu halten sind, damit ein gewünschter Betrag für die Überdeckung des Verbrauchs erwirtschaftet werden kann.

Beispielsweise müssen bei einem geforderten Betrag von 12.000 Euro zwischen 30 und 35 (Umbau), etwa 35 („KON Melkstand“ und „BIO Heumilch“), zwischen 45 und 50 („BIO Vollweide“) oder rund 55 Milchkühe („KON AMS“) gehalten werden.

3.4 Faktorbedarf je nach Variante

Die bisherigen Kennzahlen reichen jedoch nicht aus, eine abschließende betriebswirtschaftliche Bewertung der einzelnen Varianten vorzunehmen. Es gilt nämlich zu prüfen, wie viel von den Faktoren Arbeit, Boden, Kapital und Milchlieferrechte für ein bestimmtes betriebswirtschaftliches Ergebnis einzusetzen sind und ob diese überhaupt in der dafür erforderlichen Menge zur Verfügung stehen. Zur Klärung dieser Frage trägt *Abbildung 4* bei.

Der **Arbeitszeitbedarf** kann bei den Varianten mit AMS oder Vollweide deutlich reduziert werden. Mit 5.000 AKh können beispielsweise rund 50 (Vollweide) bzw. knapp 60 (AMS) Milchkühe gehalten werden, während in den anderen Varianten nur rund 35 Milchkühe möglich sind. Zum einen muss je Kuh und Jahr weniger Arbeitszeit aufgewendet werden, zum anderen wird bei diesen beiden Varianten die weibliche Aufzucht ausgelagert. Schon dadurch relativiert sich, dass mit diesen beiden Varianten (AMS und Vollweide) deutlich mehr Milchkühe zu halten sind, um ein vergleichbares Einkommen zu erwirtschaften.

Ähnliches gilt auch für die **Grünlandfläche**: Deutlich niedrigerer Flächenbedarf bei AMS und Vollweide. Bei der Variante mit AMS wird für 60 Milchkühe die gleiche Fläche benötigt wie bei der Variante „BIO-Heumilch“ für 35 Milchkühe. Bei dieser Flächenausstattung (rund 44 Hektar) errechnet sich für die Variante mit AMS ein um rund 4.000 Euro höheres Einkommen als für die biologische Wirtschaftsweise mit Heumilch. Daraus lässt sich

ableiten, dass beispielsweise bei Flächenknappheit die biologische Wirtschaftsweise mit Heumilch und eigener weiblichen Aufzucht ökonomisch nicht konkurrenzfähig ist.

Der Kapitalbedarf weicht signifikant je nach Variante ab. Den höchsten **Kapitalbedarf** weist die Variante mit AMS auf. Ein hoher Kapitalbedarf ist per se weder gut noch schlecht, zumindest aus Sicht der Rentabilität. Bezüglich des Risikos ist natürlich ein höherer Kapitalbedarf anders zu bewerten. Die Frage ist, ob der aus der Investition resultierende

Kapitalbedarf aus liquiden Rückflüssen aus der Produktion nachhaltig abgedeckt werden kann oder nicht. Also, wie viel von der errechneten Kapitaldienstgrenze wird durch den Kapitaldienst verbraucht. Aus *Abbildung 4* lässt sich sofort ablesen, dass dies für die Variante mit AMS bei keiner Herdengröße erfüllt ist; der Kapitaldienst liegt immer über der errechneten Kapitaldienstgrenze (> 100 %). Bei 50.000 Euro Eigenkapital ist somit eine solche Investition aus Gründen der Liquidität nicht durchführbar. Bei der Variante mit Vollweide wird die langfristige Finanzierbarkeit bei einer Anzahl von ungefähr 45 Milchkühen erreicht, bei den anderen Neubauvarianten bei rund 35 Milchkühen. Bei der Umbauvariante ist die Finanzierbarkeit schon bei einer Herdengröße von 25 Milchkühen erfüllt.

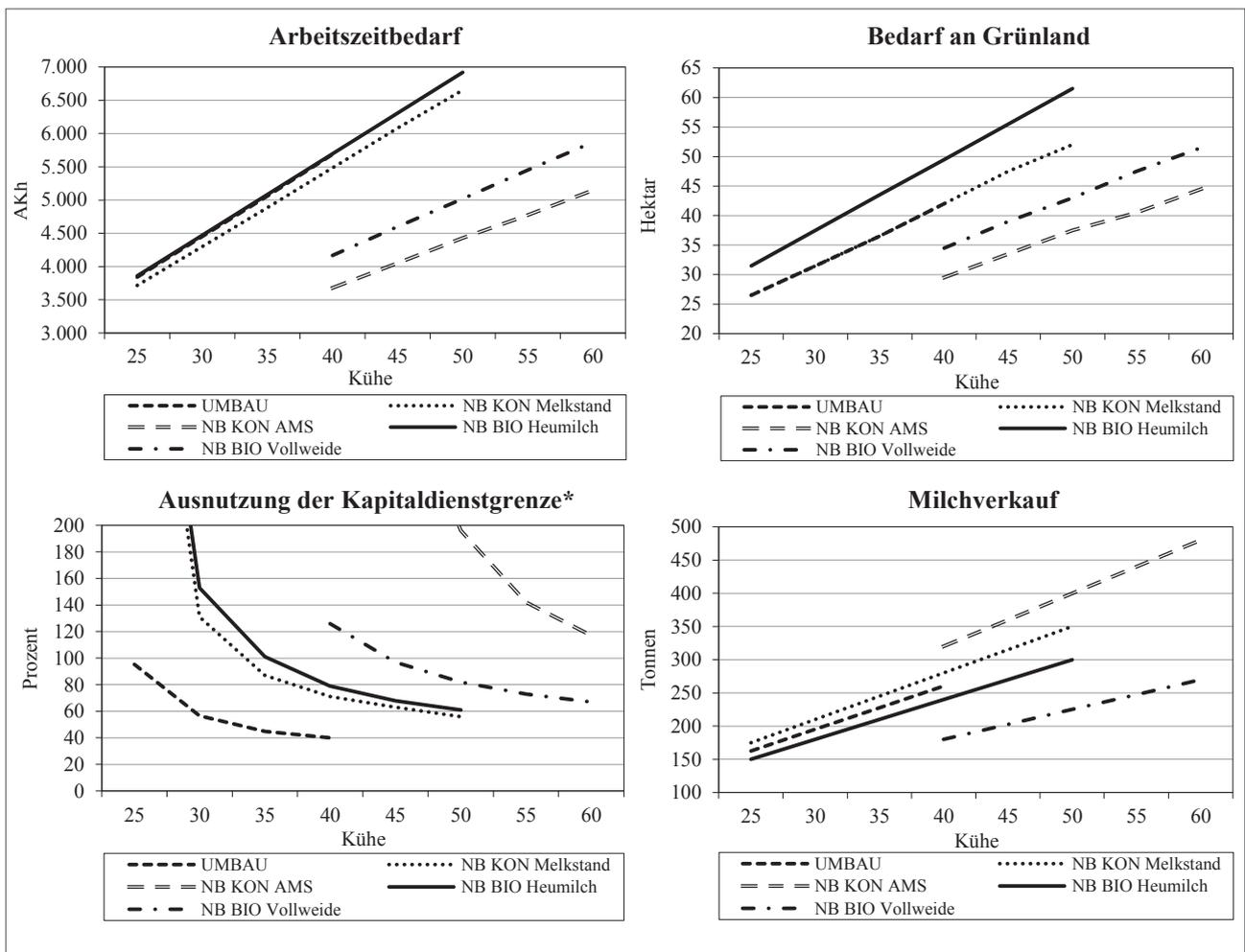
Da die Milchleistung je Kuh und Jahr zwischen den Varianten stark abweicht, errechnen sich unterschiedliche Mengen für den **Milchverkauf**. Je höher die verkaufte Milchmenge, desto höher müsste auch das dafür zu Grunde gelegte Milchlieferrecht sein. Ob dies in Zukunft nach Auslaufen der Milchquote relevant sein wird, lässt sich bis dato nicht einschätzen. Es sollte aber dennoch in die Überlegungen mit einbezogen werden, denn bei einer Situation mit Milchüber-

schüssen könnten größere Milchmengen mit zusätzlichen Kosten verbunden sein.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Wie in der Einleitung bereits angekündigt, dient dieser Beitrag nicht zur ökonomischen Beurteilung unterschiedlicher Strategien in der Milchproduktion. Denn die Vielfalt der betrieblichen Situationen erlaubt keine allgemeingültige Aussage für oder gegen die Vorzüglichkeit einer bestimmten Betriebsausrichtung. Trotzdem lassen sich einige allgemeine Tendenzen aus dieser Arbeit ableiten.

Zum einen konnte gezeigt werden, dass Milchbauern und Milchbäuerinnen ständig ihren Betrieb weiterentwickeln müssen, wollen sie daraus nachhaltig ein bestimmtes Einkommen erwirtschaften. Dieser Umstand wird umso wichtiger, wenn der Betrieb im Vollerwerb geführt wird, weil hier keine außerbetriebliche Kompensation erfolgen kann. Zum anderen belegen die Berechnungen, dass es auch für eine genau festgelegte Betriebsituation nicht von vornherein die ultimative Strategie gibt. Betrachtet man ausschließlich die Einkünfte aus der Land- und Forstwirtschaft je Betrieb, dann müsste die Variante



* Berechneter Kapitaldienst im Verhältnis zur Kapitaldienstgrenze: Wert sollte < 100 Prozent sein.

NB = Neubau; nähere Beschreibung der Varianten siehe Abschnitt 2.3.

Abbildung 4: Arbeitszeitbedarf, Grünlandfläche, Ausnutzung der Kapitaldienstgrenze und Milchverkauf je nach Variante und Anzahl der Kühe

„BIO Heumilch“ mit der maximalen Anzahl von 50 Milchkühen gewählt werden; bei dieser Variante mit dieser Kuhzahl errechnet sich unter den hier veranschlagten Systemen das höchste Einkommenspotenzial. Diese Variante benötigt jedoch auch den mit Abstand höchsten Flächenbedarf und auch einen sehr hohen Arbeitszeitbedarf. Insbesondere bei knapper Fläche lässt sich diese Variante in dieser Form nicht umsetzen.

Es kommt daher darauf an, welche Faktoren auf einem Betrieb knapp sind und daher besonders gut entlohnt werden sollten. Auf dem einen Betrieb könnte dies die Fläche sein, weil wenig Eigenfläche vorhanden ist und/oder kaum Flächen in der Region gepachtet werden können. In einem anderen Fall könnte die Arbeitszeit knapp sein, weil wenige Arbeitskräfte am Betrieb existieren. Die Variante mit AMS ohne eigene weibliche Aufzucht ist erst bei einer Bestandsgröße von 60 Kühen wirtschaftlich interessant und verbraucht weniger Arbeitszeit und Fläche. Die Berechnungen belegen aber auch, dass dieses kapitalintensive System nur dann umgesetzt werden kann, wenn ein höherer Eigenkapitalanteil zur Reduzierung des Kapitaldienstes vorhanden ist.

Die hier präsentierten Modellrechnungen verdeutlichen einmal mehr die Prämisse, dass nur betriebsindividuelle Überlegungen für größere Betriebsentwicklungsschritte gute Entscheidungsgrundlagen liefern. Dabei gilt es, die betriebliche Ausgangssituation sowie die familiären Ziele eingehend zu reflektieren. Neben betriebswirtschaftlichen Überlegungen sollen auch nicht ökonomischen Beweggründe in die Entscheidungsfindung einfließen.

5. Literatur

- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2008: Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008. Wien.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2011: Milchproduktion 2010: Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. Wien.
- BOKELMANN, W., 2000: Strategische Unternehmensführung. In: Agrarmanagement, Landwirtschaft, Gartenbau. (M. Odening und W. Bokelmann, Eds.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 32-62.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2011a: Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER). Brüssel, KOM(2011) 627/3.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2011b: Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landw. Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik. Brüssel, KOM(2011) 625 endgültig.
- KIRNER, L., 2009: Wettbewerbsfähigkeit von Vollweidesystemen in der Milchviehhaltung. In: Jahrbuch der österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, (H. Peyerl, Ed.), 18/2009, Heft 3, Facultas Wien, 71-80.
- LBG, 2011: Buchführungsergebnisse 2010 der Land- und Forstwirtschaft Österreichs. Wien.
- LITZLACHNER, C., J. HARTL, F. WOLKERSDORFER, R. SCHWEIFER, R. SCHÜTZ, E. PFAFFENLEHNER, V. LENZ, F. HUNGER und F. SCHALLERL, 2009: Automatische Melksysteme – AMS (Melkroboter). ÖAG Sonderbeilage, 2/2009.
- MINITZBERG, H., B. AHLSTRAND und J. LAMPEL, 2008: Strategy Safari. A guided tour through the wilds of strategic management. The Free Press, New York, 10.
- OECD-FAO, 2011: OECD-FAO Agricultural Outlook 2011 - 2020.
- PORTER, M.E., 1992: Wettbewerbsstrategie (Competitive Strategy), 7. Aufl., Campus Verlag, Frankfurt/M., New York.
- REISCH, E. und G. KNECHT, 1995: Betriebslehre. Landwirtschaftliches Lehrbuch. Ulmer, Stuttgart, 311.

Die Milchkühe – Wenn die Leistung zur Last wird!

The Dairy Cow – When performance becomes a burden!

Holger Martens^{1*}

Zusammenfassung

Die bemerkenswerte Steigerung der Laktationsleistung der Milchkühe ist das Ergebnis effektiver Zuchtprogramme und guter Fütterung. Die primäre Selektion auf Milchleistung hat jedoch zu der unerwünschten Nebenwirkung einer kürzeren Nutzungsdauer geführt. Die Gesundheit von Hochleistungskühen ist gefährdet durch das Risiko, an Milchfieber, Ketose, Leberverfettung, Nachgeburtsverhalten, Metritis, Mastitis, Lahmheiten, Fruchtbarkeitsstörungen und Labmagenverlagerung zu erkranken und somit vorzeitig aus dem Produktionsprozess auszuschneiden. Ferner werden vermehrt plötzliche Todesfälle beobachtet. Viele Faktoren wie Haltung (Kuhkomfort), Fütterung und Management sind an der Pathogenese der Krankheiten beteiligt. Die Diskrepanz zwischen Energiebedarf und Futteraufnahme in der frühen Laktation verursacht eine ausgeprägte und lang andauernde negative Energiebilanz (NEB), die bedingt ist durch die homeorhetische Regulation des Energiestoffwechsels. Es ist die Absicht dieser Übersichtsarbeit, die physiologischen Ursachen der NEB zu beschreiben und die gesundheitlichen Risiken infolge der NEB aufzuzeigen.

Schlagwörter: Kuh, Milchproduktion, negative Energiebilanz, Tiergesundheit

Summary

The remarkable increase of milk production in dairy cows is the result of effective breeding programmes and successful nutrition. Unfortunately, in many cases the exclusive selection for milk is accompanied by the undesirable side effect of high culling rates and reduced number of lactation. High producing cows are at risk to suffer from a variety of diseases like milk fever, ketosis, fatty liver, retained placenta, metritis, mastitis, lameness, decreased fertility, displaced abomasum, and even sudden deaths are observed. Multiple reasons are contributing to the pathogenesis of the diseases such as housing (cow comfort), feeding strategies and management. However, the discrepancy between the demand of nutrients at the onset of milk production and feed intake causes a pronounced and long lasting negative energy balance (NEB), which can be explained by homeorhetic regulation of energy metabolism. It is the intention of this short review to summarize our knowledge about the physiological background of NEB and the possible risks of NEB for the health of dairy cows.

Keywords: Dairy cow, milk production, negative energy balance, production diseases

Einleitung

Die Laktationsleistung von Milchkühen hat sich in allen Ländern mit intensiver Milchproduktion in den letzten fünf Jahrzehnten etwa verdoppelt, bei zum Teil erheblichen absoluten Unterschieden zwischen den Ländern. In Deutschland hat sich die Leistung von etwa 3.000 – 4.000 l in den fünfziger Jahren auf 7.000 – 8.000 l zu Beginn des 21. Jahrhunderts erhöht. Herdenleistungen von 10.000 l und mehr sind nicht ungewöhnlich und jährlich weist die Statistik der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (ADR) weiterhin Steigerungsraten von 1 – 2 % auf. Diese erfreuliche und aus Gründen des nationalen und internationalen Wettbewerbs notwendige Entwicklung wird getrübt durch die Abnahme der Nutzungsdauer. In dem erwähnten Zeitraum hat sich die Zahl der Laktationen von etwa 4 – 5 vor fünfzig Jahren auf 2,5 Laktationen ab dem Jahr 2000 verringert (ADR 2011), obwohl das optimale Leistungsvermögen der Milchkühe erst in der 3. oder 4. Laktation erreicht wird. In den letzten Jahren hat sich die Nutzungsdauer auf

diesem niedrigen Niveau stabilisiert, mit der Tendenz einer leichten Verbesserung (SWALVE 2012). Eine Vielzahl von Gründen wird als mögliche Ursache für das vorzeitige Ausscheiden der Milchkühe diskutiert, wie z.B. die Haltungsbedingungen (Kuhkomfort), Fütterungsstrategien vor und nach der Geburt und das gesamte Herdenmanagement. Die zweifellos hohe Bedeutung dieser Faktoren bietet jedoch keine überzeugende Erklärung für die Tatsache, dass in dem diskutierten Zeitraum das Risiko der Kühe, an Milchfieber, Ketose, Leberverfettung, Nachgeburtsverhalten, Metritis, Mastitis, Lahmheiten, Fruchtbarkeitsstörungen und Labmagenverlagerung zu erkranken, ohne Zweifel zugenommen hat (GRUMMER 1993, INGVAERTSEN 2006, MULLIGAN und DOHERTY 2009, LEBLANC 2010). Ferner treten vermehrt Todesfälle auf, die mit der Leistungserhöhung zunehmen (MILLER et al. 2008). Das vorzeitige Ausscheiden aus dem Produktionsprozess ist Folge dieser Erkrankungen, die eine sehr unterschiedliche Pathogenese haben und als Stoffwechselstörung (Ketose, Leberverfettung), Infektionskrankheiten (Mastitis, Metritis, z.T. Lahmheiten), Störungen

¹ Freie Universität Berlin, Institut für Veterinär-Physiologie, Oertzenweg 19b, D-14163 Berlin

* Ansprechpartner: Univ.-Prof. a.D. Dr. Holger Martens, email: martens@vetmed.fu-berlin.de

der hormonellen Regulation (Fruchtbarkeit) anzusehen sind oder auch nicht immer geklärte Ursachen haben wie die Labmagenverlagerung und Nachgeburtverhalten.

Die reziproke Beziehung zwischen Milchleistung und Nutzungsdauer hat in der Tierzucht zu einer Vielzahl von Publikationen geführt, in denen geprüft wurde, ob unter Umständen bei der Selektion auf Milchleistung unbeabsichtigt infolge genetischer Korrelationen Prädispositionen für das vermehrte Auftreten von Erkrankungen vorkommen (RAUW et al. 1998, HANSEN 2000). In einer kürzlich publizierten Übersichtsarbeit zu dieser Thematik haben BERRY et al. (2011) entsprechende Literaturbefunde zusammengefasst. Es besteht kein Zweifel, dass genetische Korrelationen zwischen der Milchleistung und Ketose, Mastitis, Metritis, Lahmheiten und Ovarerkrankungen bestehen (BERRY et al. 2011). Die aufgezeigten Korrelationen weisen hohe Variationen auf und erlauben keine kausale Erklärung der Erkrankungen.

Dieser unbefriedigende Sachverhalt hat dazu geführt, verschiedene Parameter zur Abschätzung möglicher Krankheitsrisiken wie z.B. freie Fettsäuren (non-esterified fatty acids = NEFA), Betahydroxybuttersäure (BHB), Glucose, Insulin, Cortisol, IGF-1, Haptoglobin oder Immunglobuline zu prüfen (KANEENE et al. 1997, HERDT 2000, HACHENBERG et al. 2007, STENGÄRDE et al. 2008, LOISELLE et al. 2009, OSPINA et al. 2010, HUZZEY et al. 2011). In diesen Untersuchungen ergab sich, dass Parameter eines Energiedefizits (negative Energiebilanz = NEB) wie der Anstieg der NEFA und BHB oder die Abnahme der IGF-1 Konzentrationen gesundheitliche Risiken aufzeigen. Eine NEB ergibt sich nach der Geburt infolge des raschen Anstiegs der Milchleistung und der für diese Leistung zu geringen Futteraufnahme (BELL 1995). Das Ausmaß der NEB spiegelt sich in den Parametern NEFA, BHB und IGF-1 wider und die NEB wird als Risikofaktor für Erkrankungen des Verdauungskanals und Lahmheiten (COLLARD et al. 2000), für Fruchtbarkeitsstörungen (BEAM and BUTLER 1999) und als Ursache einer Immunsuppression angesehen (GOFF 2006, HAMMON et al. 2006). Hohe Milchleistung und verstärkte Mobilisierung und somit größere NEB (COFFEY et al. 2004) könnten die Zunahmen von Erkrankungen mit der Leistung erklären (GRAVERT und SCHRÖDER 1972, FLEISCHER et al. 2001, LUCZAK et al. 2009). Dieser Zusammenhang wird jedoch nicht immer beobachtet (RÖMER 2011).

Es ist die Absicht des vorliegenden Reviews, die physiologischen Mechanismen, welche die NEB bedingen, darzulegen. Die Bedeutung der NEB als Risiko für die Gesundheit wird aufgezeigt und die NEB bzw. deren Parameter werden als „missing link“ für die fehlende kausale Korrelation zwischen Milchleistung und Krankheitsrisiken zur Diskussion gestellt. Die abgeleiteten Zusammenhänge zwischen der NEB und gesundheitlichen Risiken ermöglichen Perspektiven zur Verbesserung der Gesundheit der Milchkuhe.

Ergebnisse

Negative Energiebilanz

Der Energiebedarf einer Kuh in der Endphase der Trächtigkeit ergibt sich aus dem Erhaltungsbedarf von 40 MJ NEL/d (Körpergewicht (KGW) 700 kg), und dem Bedarf

für Kalb und Euterwachstum von 18 MJ NEL/d, sodass der Gesamtbedarf einer hoch tragenden Kuh etwa 58 MJ NEL/d beträgt (GfE 2001). Dieser Energiebedarf erfordert eine Futteraufnahme von etwa 9,00 kg Trockenmasse mit 6,5 MJ NEL/kg. Diese notwendige Energieaufnahme wird häufig nicht erreicht, weil Kühe schon etwa 1 Woche vor der Geburt die Futteraufnahme reduzieren, die am Tag der Geburt etwa 60 – 70 % der ursprünglichen TM Aufnahme beträgt. Aufgrund dieser Umstände liegt in fast allen Fällen schon vor der Geburt eine NEB vor, die von einem Anstieg der NEFA begleitet wird (STENGÄRDE et al. 2008, OSPINA et al. 2010, HUZZEY et al. 2011).

Die NEB verstärkt sich nach der Geburt, weil der Anstieg der Milchleistung rascher erfolgt als die erforderliche Futteraufnahme (BELL 1995), sodass Anpassungsmechanismen für die Regulation des Energiehaushalts aktiviert werden. Für diese Regulationsmechanismen haben BAUMAN und CURRIE (1980) den Begriff der Homeorhese geprägt und verstehen darunter „orchestrated changes for the priorities of a physiological state, i.e. coordination of metabolism in various tissues to support a physiological state“. Homeorhese im Hinblick auf die frühe Laktation bedeutet, dass die Milchsekretion als „physiological state“ Priorität hat und dass andere Funktionen diesem Ziel untergeordnet werden. Die biologische Bedeutung dieser Prioritätensetzung liegt auf der Hand. Das neugeborene Kalb muss ernährt und seine Ernährung muss auch sichergestellt werden, wenn das Futterangebot unzureichend ist und daher Reserven mobilisiert werden müssen. Diese genetische Veranlagung der Kuh, für die beginnende Milchsekretion p.p. eine Phase der NEB zu durchlaufen, ist somit als physiologisch anzusehen. Dieses physiologische Reaktionsvermögen hat offensichtlich in den letzten Jahrzehnten eine nicht unerhebliche quantitative Veränderung erfahren.

So beobachteten BERGLUND und DANELL (1987) bei Kühen in Schweden als Folge der NEB im Mittel eine Abnahme des Körpergewichts (KGW) von 15 kg in 2 Monaten. Untersuchungen in den Niederlanden 1997 führten zu dem Ergebnis, dass in 2 Monaten bis zu 41,6 kg KGW (bezogen auf empty body weight) mobilisiert wurden (TAMMINGA et al. 1997). Diese Tendenz, mehr Reserven in kürzerer Zeit zu mobilisieren, setzt sich offensichtlich fort. Van den TOP et al. (2005) erfassten eine Abnahme des KGW von 118 kg in 4 Wochen bei Kühen, die a.p. *ad libitum* gefüttert wurden, und in Untersuchungen von van STRATEN et al. (2009) wurden KGW-Verluste von > 200 kg festgestellt. Auch die Zeitspanne der NEB hat sich verändert. In den Untersuchungen von BULANG et al. (2006) und von van STRATEN et al. (2009) erstreckte sich die NEB auf mehr als 100 Tage.

Diese Entwicklung überrascht nicht. So hat EASTRIDGE (2006) in einer Übersichtsarbeit die Erhöhung der Milchleistung in den USA in Beziehung gesetzt zur Futteraufnahme. In dem Zeitraum von 1980 – 2003 erhöhte sich die Milchleistung um ca. 55 %, die Futteraufnahme jedoch nur um ca. 25 %, d.h. die Milchleistung und somit der Energiebedarf veränderte sich etwa 2-fach gegenüber der Futteraufnahme. Dieser Quotient spiegelt sich auch wider in den wiederholt ermittelten Werten für die Heritabilität für die Milchleistung von 0,44 – 0,95 und für die Futteraufnahme von 0,16 – 0,49 (VEERKAMP und KOENEN 1999). Ferner besteht offensichtlich eine genetische Veranlagung, Reserven zu

mobilisieren, die z.B. bei Holstein-Kühen stärker ausgeprägt ist als bei dänischen Rotbunten oder Jerseys (FRIGGENS et al. 2007) und die sich durch eine negative genetische Korrelation zwischen Milchmenge und Energiebilanz auszeichnet (SVENDSEN et al. 1994). Kühe mit einer hohen Leistung neigen verstärkt zur Mobilisierung von Reserven, wobei das Ausmaß der NEB mit der Zahl der Laktationen zunimmt (COFFEY et al. 2004).

Somit ergibt sich als Schlussfolgerung, dass die genetisch bedingte Veranlagung der Kühe, p.p. eine Phase der NEB im Sinne einer primär physiologischen und homeorhetischen Regulation des Energiestoffwechsels zu durchlaufen, erheblich verändert worden ist, weil die NEB als Folge der Zucht auf hohe Einsatz- und Hunderttageleistung und der Diskrepanz zwischen den Heritabilitäten für die Milchleistung und das Futteraufnahmevermögen höher ausfällt.

Die Deckung des Energiedefizits erfolgt durch Mobilisation von Körperreserven, primär von Fett und der Freisetzung von NEFA (DRACKLEY et al. 2005, VERNON 2005, McNAMARA 2012), die für die Milchfettsynthese und für den Energiehaushalt der Kuh genutzt werden. Dieser erwarteten und gewünschten Funktion der NEFA stehen offensichtlich Nebeneffekte der NEFA gegenüber, die gesundheitliche Konsequenzen haben und die als direkte NEFA Wirkung zu bezeichnen sind oder die sich indirekt aufgrund der NEB ergeben.

Gesundheitliche Risiken der NEB: Direkte Wirkungen der NEFA

Leberverfettung und Ketose

Die bekannten Zusammenhänge zwischen NEB, der Freisetzung von NEFA, der Resynthese von Triglyceriden (TG) in der Leber mit dem Risiko der Leberverfettung und der Entstehung einer Ketose sind wiederholt beschrieben worden. Die grundsätzlichen Mechanismen wie Lipolyse, Transport der NEFA im Blut, Aufnahme in die Leber und der Resynthese von TG, erneute Abgabe von TG oder Einlagerung sind als geklärt anzusehen (VERNON 1996, AMETAJ 2005, DRACKLEY et al. 2005, van den TOP et al. 2005, VERNON 2005). Es gibt bisher jedoch keine Erklärung für die offensichtlich stärkere Mobilisation von NEFA im Vergleich zum Bedarf, die zum raschen Anstieg der NEFA im Blut und letztlich zur Akkumulation in der Leber führt. Man könnte sich eine Regulation der Lipolyse vorstellen, die exakt dem aktuellen Bedarf angepasst wird und somit der Influx von NEFA in das Blut dem Efflux in die Gewebe entspricht. Diese dem Bedarf angepasste Reaktionskaskade müsste über entsprechende Feedback Mechanismen verfügen, die offensichtlich nicht gegeben oder unzureichend sind.

Die Akkumulation von Fett in der Leber verursacht eine Beeinträchtigung der Leberfunktionen, die wiederum mit dem vermehrten Auftreten von Krankheiten bzw. Gesundheitsstörungen korrelieren. BOBE et al. (2004) hat in einer Übersichtsarbeit diese möglichen negativen Konsequenzen einer Fettleber zusammengefasst (Tabelle 1).

Bemerkenswert ist die Vielzahl der möglichen Krankheitsrisiken und – mit Ausnahme der Ketose – die fehlende enge kausale Beziehung.

Tabelle 1: Gesundheitliche Risiken von Kühen mit Fettleber. Die Pluszeichen zeigen das Ausmaß der Beziehung zwischen der Fettleber und den entsprechenden Krankheiten auf (BOBE et al. 2004)

Erkrankung	Assoziation	Störung der Fruchtbarkeit	Assoziation
Labmagenverlagerung	+++	Beginn der Ovarfunktion	++
Ketose	+++	Days open	++
Mastitis	++	Trächtigkeitsrate	++
Metritis	++	1. Brunst	+
Immunsuppression	++		

Die Beziehung zwischen der NEB und Ketose ist etabliertes Lehrbuchwissen und das Ausmaß wird peripartal ganz wesentlich von der Futteraufnahme bestimmt. So haben GOLDHAWK et al. (2009) die Futteraufnahme vor und nach der Geburt bestimmt und festgestellt, dass die Kühe, welche die Futteraufnahme a.p und p.p. nicht in der bekannten Weise reduziert haben, geringere BHB Konzentrationen im Blut aufwiesen (< 1 mmol/l) und als klinisch gesund eingestuft wurden. Entsprechende Befunde haben HAMMON et al. (2009) bezüglich des Ausmaßes der Leberverfettung ermittelt. Kühe mit höherer Futteraufnahme a.p. und p.p. wiesen geringere Leberfettgehalte auf.

Insulinresistenz

Die Geburt induziert bei der Kuh hormonale Veränderungen, die u.a. durch einen Anstieg der Konzentration des Wachstumshormons, von Prolactin und Cortisol sowie durch eine Verringerung der Insulin Konzentration gekennzeichnet sind (BAUMAN 2000). Als Konsequenz ergibt sich eine Abschwächung der Insulinwirkung, über die seit vielen Jahren berichtet wird (GIESECKE 1986) und die auch als Insulinresistenz (IR) angesehen wird (HOLTENIUS 1993, HOLTENIUS und HOLTENIUS 1996, HAYIRLI 2006). Eine abgeschwächte Wirkung des Insulins ist als Teil der homeorhetischen Regulation des Energiestoffwechsel p.p. anzusehen und durchaus positiv zu beurteilen, weil die Lipolyse begünstigt und die Aufnahme von Glucose z.B. in die Muskulatur verringert wird (VERNON 1986). Sie steht somit für die Laktosesynthese der Milch zur Verfügung.

Diese primär hormonell bedingte Insulinresistenz kann offensichtlich durch NEFA moduliert werden. OIKAWA und OETZEL (2006) bestimmten bei Kühen nach einem viertägigen Futterentzug, der einen Anstieg der NEFA auf 1,24 mmol/l verursachte, den Verlauf der Insulinkonzentration im Blut nach einer Glucoseinfusion. Es wurde eine negative Beziehung zwischen der Höhe der NEFA Konzentration und der Insulinantwort beobachtet. Die Bedeutung der NEFA als Trigger der Insulinantwort wurde auch in Versuchen von PIRES et al. (2007) aufgezeigt. Die Infusion von TG erhöhte die Konzentration von TG und NEFA im Blut und verringerte die Insulinantwort, die durch TNF- α induziert werden könnte. Hohe Konzentrationen von NEFA induzieren vermutlich die Bildung von TNF- α (OHTSUKA et al. 2001), die wiederum eine Insulinresistenz bei Kühen verursacht (KUSHIBIKI et al. 2000 und 2001).

Insulinresistenz des Diabetes Typ 2 beim Menschen ist ferner durch „low level chronic inflammation“ infolge der proinflammatorischen Cytokine TNF- α und IL-6 charakterisiert (WELLEN und HOTAMISLIGIL 2003 und 2005). Es ist

sicherlich sehr spekulativ, entsprechende Analogieschlüsse für die Kuh vorzunehmen. Die hohe Inzidenz von entzündlichen Erkrankungen wie Metritis und Mastitis in der frühen Laktation erlauben zumindest die Formulierung entsprechender Hypothesen, die im Hinblick auf Kühe diskutiert werden (SORDILLO et al. 2009). Diese Zusammenhänge haben TREVISI und BERTONI (2008) veranlasst, Kühen Aspirin als Entzündungshemmer in den ersten 6 Tagen nach der Geburt zu injizieren. Die behandelten Kühe produzierten in den Wochen nach der Behandlung signifikant mehr Milch. Diese Beobachtung lässt den Schluss zu, dass der für Diabetes Typ 2 typische Zustand der „low level chronic inflammation“ auch für das Rind zutrifft und dass dem Anstieg der NEFA Konzentrationen sehr wahrscheinlich eine Schlüsselrolle zukommt (SORDILLO et al. 2009). Es ist bemerkenswert, dass GIESECKE schon 1986 auf eventuelle metabolische Risiken einer veränderten Insulinwirkung hingewiesen hat, die auch mit dem Auftreten von Labmagenverlagerungen korreliert (PRAVETTONI et al. 2004).

Die Schlussfolgerungen hinsichtlich der Bedeutung der postpartalen Insulinresistenz sind somit ambivalent, weil die Insulinresistenz eindeutig den Energiestoffwechsel zugunsten der Milchproduktion (Gluconeogenese, Lipolyse, Abnahme der Glucoseaufnahme in die Muskulatur) beeinflusst. Der Übergang dieser physiologischen IR in die pathophysiologische IR, die charakterisiert ist durch den Anstieg der Cytokine und „low level chronic inflammation“, ist wahrscheinlich fließend und lässt sich aufgrund des augenblicklichen Wissensstands nicht eindeutig definieren.

Gesundheitliche Risiken der NEB: Indirekte Wirkungen der NEB

Subakute Pansenazidose: SARA

Die erhöhte Leistungsbereitschaft der Kühe und die von EASTRIDGE (2006) aufgezeigte Diskrepanz zwischen Leistungssteigerung (ca. 55 %) einerseits und dem Futteraufnahmevermögen (ca. 25 %) andererseits haben in den USA dazu geführt, dass zur Deckung des Energiebedarfs die Energiedichte von 5,10 MJ NEL/kg Trockenmasse im Jahr 1980 auf 6,70 MJ NEL/kg im Jahr 2006 erhöht wurde. Totale Mischrationen mit einer Energiedichte von > 7,00 MJ NEL/kg TM sind nicht ungewöhnlich. Der hohe Anteil an leicht fermentierbarer Stärke bzw. von Proteinen verursacht einen Anstieg der Konzentration der flüchtigen Fettsäuren (short chain fatty acids = SCFA) und damit einen Abfall des pH-Wertes in der Pansenflüssigkeit. Für die subakute Pansenazidose gibt es bisher keine allgemein verbindliche Definition. PH-Werte < 5,50 und über eine Dauer von mehr als 180 Minuten werden als SARA angesehen. Epidemiologische Untersuchungen zeigen, dass das Auftreten von SARA große Schwankungen aufweist und in einer kürzlich publizierten Untersuchung aus den Niederlanden 13,8 % betrug (KLEEN et al. 2009). Entsprechende Studien in Italien von MORGANTE et al. (2007) ergaben, dass in 3 von 10 Kuhherden 33 % der Kühe betroffen waren (pH < 5,50). Korrelationen zwischen SARA und dem Auftreten von Klauenerkrankungen werden diskutiert, obwohl die Kausalität weiterhin als nicht eindeutig angesehen werden kann (KLEEN et al. 2003, KRAUSE und OETZEL 2005, PLAIZIER et al. 2008).

Eine besondere Bedeutung im Hinblick auf mögliche Krankheitsrisiken infolge SARA kommt der Integrität des Pansenepithels und dessen Barrierfunktion unter SARA Bedingungen zu. Störungen der Barriere verursachen nicht nur Entzündungen des Pansenepithels sondern auch infolge der Passage von Bakterien Leberabszesse (NAGARAJA und CHENGAPPA 1998, PLAIZIER et al. 2008). Es muss jedoch betont werden, dass hierzu auch widersprüchliche Ergebnisse vorliegen. In einer kürzlich veröffentlichten Arbeit von LI et al. (2012) wurden keine Hinweise für eine erhöhte Permeabilität des Pansenepithels nachgewiesen. Somit ergibt sich die zukünftige Verpflichtung, den Widersprüchen nachzugehen und vor allem eine Erklärung für die großen Schwankungen des Auftretens von SARA auch innerhalb einer Herde zu finden. Es muss darauf hingewiesen werden, dass eine weitere Erhöhung der Energiedichte des Futters (>> 7,00 MJ NEL) kaum möglich sein wird.

Störungen der Fruchtbarkeit

Die negativen Wechselwirkungen zwischen der Zunahme der Laktationsleistung und Fruchtbarkeitsparametern sind seit vielen Jahren gut dokumentiert (BEAM und BUTLER 1999, LUCY 2001, BUTLER 2003, PUSHPAKUMARA et al. 2003). Die reziproke Beziehung zwischen Milchleistung und der Fruchtbarkeit ist charakterisiert durch a) hohe Frequenz von Metritis, b) verzögertes Auftreten der 1. Brunst, c) Verkürzung der Brunstdauer oder stille Brunst, d) veränderte Hormonprofile, e) Zunahme von Ovarzysten und f) erhöhte embryonale Sterblichkeit. Mit der Wechselwirkung zwischen Energiehaushalt und Zyklusregulation haben sich WADE und JONES (2004) und SCHNEIDER (2004) in ausführlichen Reviews auseinandergesetzt. Wichtigste Feststellung ist zunächst die Tatsache, dass bei Vorliegen einer NEB die für den Stoffwechsel (noch) verfügbare Energie entsprechend einer Hierarchie der physiologischen Bedeutung eingesetzt wird. Unterschieden werden essentielle, reduzierbare und entbehrliche (expendable) Prozesse (Tabelle 2).

Im Hinblick auf die Verknüpfung zwischen der NEB und der Beeinträchtigung der Zyklusregulation liegen inzwischen überzeugende Befunde vor, die belegen, dass im Hirnstamm ein „fuel detector“ vorhanden ist, der auf bisher nicht genau bekannte Art die Oxidation von (wahrscheinlich) Glucose detektieren kann. Bei ausreichend für die Oxidation zur Verfügung stehender Glucose wird dieses Signal neuronal in den Hypothalamus weitergeleitet und an die bekannte Freisetzung der Hormone (GnRH und LH) gekoppelt (ausführliche Beschreibung siehe MARTENS 2007). Es muss jedoch betont werden, dass die Regulation des Zyklus unabhängig von dem bekannten Schema der Kaskade der beteiligten Hormone (GnRH, LH, FSH, Östrogen und Progesteron) auf allen Ebenen durch Hormone des Energiestoffwechsels wie Leptin, Insulin und IGF-1 moduliert wird (DISKIN et al. 2003). Aufgrund dieser Zusammenhänge verbessern höhere

Tabelle 2: Hierarchie des Energiestoffwechsels nach WADE und JONES (2004)

Die verfügbare Energie wird verwendet für:
1. Essentielle Leistungen: Zellstoffwechsel, Nervensystem, Kreislauf
2. Reduzierbare Leistungen: Wachstum, Bewegung, Thermoregulation
3. Entbehrliche Leistungen: Reproduktion , Fettablagerung

Insulinkonzentrationen p.p. (GONG et al. 2002) und höhere Futteraufnahmen Fruchtbarkeitsparameter (STAPLES et al. 1990). Diese bisher weitgehend übersehene metabolisch bedingte Beeinflussung der Zyklusregulation erklärt auch, warum die pharmakologischen Eingriffsmöglichkeiten mit PGF_{2α} und GnRH die Situation nicht nachhaltig verbessert haben.

Immunsuppression

Energetische Unterversorgung beeinträchtigt die Immunantwort (BUTTGEREIT et al. 2000). Eine adäquate Immunantwort erfordert andererseits erhöhte Energieaufwendungen (KLASING 2006). GOFF (2006) hat in einer Übersichtsarbeit der Immunsuppression eine überragende Bedeutung bei der Entstehung verschiedener Erkrankungen zuerkannt. Diese Schlussfolgerung wird bestätigt durch Untersuchungen von HERR et al. (2011), die vor und nach der Geburt bei gesunden Kühen eine erhebliche Reduzierung der IgG und IgM Konzentration im Blut festgestellt haben, die signifikant mit einer Abnahme der Lymphozyten korrelierte. Ferner wurde beobachtet, dass Kühe mit Dystokie und gestörter postpartaler Periode niedrigere IgG Konzentrationen aufwiesen (HERR 2009). In Übereinstimmung mit diesen Befunden sind die Ergebnisse von MALLARD et al. (1998), welche die Antikörperbildung nach Applikation von Testantigenen bestimmten und feststellten, dass Kühe mit einer verringerten Immunantwort vermehrt erkrankten, insbesondere an Mastitis. In diesen Untersuchungen wurden keine Parameter des Energiestoffwechsels erfasst, die jedoch in einer kürzlich abgeschlossenen Dissertation von MÖSCH (2011) bestimmt wurden. MÖSCH (2011) zeigte, dass die Höhe der NEFA Konzentration p.p. negativ mit der IgG Konzentration korreliert. Eine negative Korrelation zwischen NEFA und der Myeloperoxidaseaktivität der Leukozyten wurde von HAMMON et al. (2006) aufgezeigt, die wiederum positiv durch die Futteraufnahme beeinflusst wurde. Das vermehrte Auftreten von Infektionserkrankungen wie Mastitiden und Metritis im geburtsnahen Zeitraum dürfte eine direkte Folge einer unzureichenden Immunantwort sein. Die vorhandenen Daten über die Verringerung der Konzentration von Immunglobulinen im Blutplasma von Kühen vor und nach der Geburt unterstützen die vermuteten Zusammenhänge und könnten als Basis entsprechender Forschungskonzepte dienen.

Schlussfolgerungen

Das frühzeitige Ausscheiden der Kühe aus dem Produktionsprozess infolge zahlreicher und ganz unterschiedlicher Erkrankungen ist ohne Zweifel ein multifaktorielles Geschehen. Die aufgezeigten Beziehungen zwischen der NEB und Erkrankungen ganz unterschiedlicher Art lassen erkennen, dass der NEB eine überragende Bedeutung bei der Pathogenese verschiedener Erkrankungen zukommt. Die physiologische Bedeutung der NEB, die Ernährung des Kalbes auch bei unzureichender Nahrungsaufnahme sicher zu stellen, hat offensichtlich dazu geführt, dass die hierzu notwendigen Regulationsmechanismen genetisch fixiert sind und im Sinne einer homeorhetischen Regulation aktiviert werden. Es bedeutet, dass die Milchbildung („physiological state“) Priorität hat und andere Funktionen dieser Leistung zugunsten des Kalbes untergeordnet werden und damit der überragenden biologischen Funktion der Arter-

haltung dienen. Die dominante Bedeutung der Milchbildung kann zur Gefährdung der Gesundheit führen. Die Sekretion von Calcium in die Kolostralmilch folgt offensichtlich auch dem Prinzip der Homeorhese, beinhaltet aber für die Kuh das Risiko der Hypocalcämie.

Die NEB dürfte ursprünglich kein Risiko für die Kuh gewesen sein. In den letzten 3 Wochen vor der Geburt besteht für das Kalb und Euterwachstum ein Energiebedarf von 18 MJ NEL/d (GfE 2001). Diese Energiemenge ermöglicht nach der Geburt eine Milchproduktion von 5 – 6 Milch bzw. 4 – 5 l Kolostralmilch und stellt somit die Ernährung des Kalbes sicher. Diese Abschätzung bedeutet, dass sich für die Kuh ursprünglich kein erhöhter Energiebedarf nach der Geburt ergab, der sicherlich leicht auch bei unzureichender Futteraufnahme durch Mobilisation zu bestreiten war.

Die Nutzung der physiologischen Mechanismen der NEB für die Zucht im Sinne einer hohen Einsatz- und Hunderttageleistung hat zu einer dramatischen Zunahme der NEB geführt. Eine NEB von 60 – 80 MJ NEL/d p.p. ist nicht ungewöhnlich und somit 3 – 4-fach höher als in der ursprünglichen Situation. Die Milchbildung wird weiterhin auch unter diesen Bedingungen aufgrund der homeorhetischen Regulation dieser Leistung aufrechterhalten. Andere Leistungen werden aber eingeschränkt, die somit als Ursachen gesundheitlicher Risiken unterschiedlicher Art anzusehen sind. Die NEB dürfte somit direkt oder indirekt eine Erklärung (missing link) für die wiederholt aufgezeigten und z.T. sehr hohen genetischen Korrelationen zwischen der Milchleistung und Erkrankungen wie Ketose, Mastitis, Ovarerkrankungen und Lahmheiten bieten (BERRY et al. 2011).

Ferner hat sicherlich die unterschiedliche Heritabilität für die Milchleistung und die Futteraufnahme zu einer weiteren und nachteiligen Auslenkung der NEB geführt. Die zur Diskussion gestellten Gründe, die die NEB verursachen, und die Beziehung zwischen NEB und gesundheitlichen Risiken ermöglichen jedoch Optionen einer kausalen Korrektur im Sinne einer Reduzierung der NEB. Es könnte sein, dass das Futteraufnahmevermögen ein entscheidender Parameter ist, weil verschiedene Versuche gezeigt haben, dass Kühe eine geringere Frequenz der subklinischen Ketose (GOLD-HAWK et al. 2009), der Leberverfettung (HAMMON et al. 2009), und verbesserte Parameter der Immunantwort (HAMMON et al. 2006) und der Fruchtbarkeit aufweisen (STAPLES et al. 1990), wenn die Futteraufnahme erhöht ist. Eine weitere Option ist gegeben. Es gibt Kühe und Kuhherden, die hohe Milchleistungen erbringen, seltener erkranken und daher höhere Laktationszahlen aufweisen. Diese Kühe müssen mit den heute zur Verfügung stehenden molekular-genetischen Methoden genotypisiert werden, damit diese Erkenntnisse für die Zucht in der Zukunft genutzt werden können. Es könnte sein, dass es sich hierbei um die Kühe handelt, die zwischen Milchleistung und Gesundheitsrisiken nur geringe genetische Korrelationen aufweisen (BERRY et al. 2011).

Literatur

- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (ADR), 2011: Rinderproduktion in Deutschland.
- AMETAJ, B.N., 2005: A new understanding of the causes of fatty liver in dairy cows. *Adv. Dairy Theriog.* 17, 97-112.

- BAUMAN, D.E. und W.B. CURRIE, 1980: Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63, 1514-1529.
- BAUMAN, D.E., 2000: Regulation of nutrient partitioning during lactation: Homeostasis and homeorhesis revisited. In: *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. (P.B. Cronjé, Ed.), CAB International, 311-328.
- BEAM, S.W. und W.R. BUTLER, 1999: Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54, 411-424.
- BELL, A.W., 1995: Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73, 2804-2319.
- BERGLUND, B. und B. DANELL, 1987: Live weight changes, feed consumption, milk yield and energy balance in dairy cattle during first period of lactation. *Acta Agric. Scand.* 37, 495-509.
- BERRY, D.P., M.L. BERMINGHAM, M. GOOD und J. SIMON, 2011: Genetics of animal health and disease in cattle. *Irish Vet. J.* 64:5, 10 S.
- BOBE, G., J.W. YOUNG und D.C. BEITZ, 2004: Invited review: Pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 3105-3124.
- BULANG, M., H. KLUTH, T. ENGELHARD, J. SPILKE und M. RODEHUTSCORD, 2006: Studies on the use of lucerne silage source for high-milk-producing dairy cows. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 90, 89-102.
- BUTLER, W.R., 2003: Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 83, 211-218.
- BUTTGEREIT, F., G.R. BURMESTER und M.D. BRAND, 2000: Bioenergetics of immune functions: Fundamental and therapeutic aspects. *Immunol. Today* 21, 192-199.
- COFFEY, M.P., G. SIMM, J.D. OLDHAM, W.G. HILL und S. BROTHSTONE, 2004: Genotype and diet effect on energy balance in the first three lactations of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 4318-4326.
- COLLARD, B.L., P.J. BOETTCHER, J.C.M. DEKKERS, D. PETITC-LERK und L.R. SCHAEFFER, 2000: Relationship between energy balance and health traits in dairy cattle in early lactation. *J. Dairy Sci.* 83, 2683-2690.
- DISKIN, M.G., D.R. MACKAY, J.F. ROCHE und J.M. SREENAN, 2003: Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78, 345-370.
- DRACKLEY, J.K., H.M. DANN, G.N. DOUGLAS, N.A.J. GURETZKI, N.B. LITHERLAND, J.P. UNDERWOOD und J.J. LOOR, 2005: Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Ital. J. Anim. Sci.* 4, 323-344.
- EASTRIDGE, M.L., 2006: Major advances in applied dairy cattle nutrition. *J. Dairy Sci.* 89:,1311-1323.
- FLEISCHER, P., M. METZNER, M. BEYERBACH, M. HOEDEMAKER und W. KLEE, 2001: The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2025-2035.
- FRIGGENS, N.C., P. BERG, P. THIELGAARD, I.R. KORSGAARD, K.L. INGVAARTSEN, P. LØVENDAHL und J. JENSEN, 2007: Breed and parity effects on energy balance profiles through lactation: Evidence of genetically driven body energy change. *J. Dairy Sci.* 90, 5291-5305.
- 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.
- GIESECKE, G., 1986: Insulin deficiency and metabolic disorders in high-yielding cows. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 57, 67-70.
- GOFF, J.P., 2006: Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *J. Dairy Sci.* 89, 1292-1301.
- GOLDHAWK, C., N. CHAPINAL, D.M. VEIRA, D.M. WEARY und M.A.G. von KEYSERLINGK, 2009: Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. *J. Dairy Sci.* 92, 4971-4977.
- GONG, J.G., W.J. LEE, P.C. GARNSWORTHY und R. WEBB, 2002: Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. *Reproduction* 123, 419-427.
- GRAVERT, H.O. und E. SCHRÖDER, 1972: Erhebung über tierärztliche Hilfe bei Milchkühen. *Züchtungskde.* 44, 75-80.
- GRUMMER, R.R., 1993: Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76, 3882-3896.
- HACHENBERG, S., C. WEINKAUF, S. HISS und H. SAUERWEIN, 2007: Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the periparturient period. *J. Anim. Sci.* 85, 1923-1932.
- HAMMON, D.S., I.M. EVJEN, T.R. DHIMAN, J.P. GOFF und J.L. WALTERS, 2006: Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Vet. Immun. Immunopathol.* 113, 21-29.
- HAMMON, H.M., G. STÜRMER, F. SCHNEIDER, A. TUCHSCHERER, H. BLUM, T. ENGELHARD, A. GENZEL, R. STAUFENBIEL und W. KANITZ, 2009: Performance and metabolic and endocrine changes with emphasis on glucose metabolism in high-yielding dairy cows with high and low fat content in liver after calving. *J. Dairy Sci.* 92, 1554-1566.
- HANSEN, L.B., 2000: Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J. Dairy Sci.* 83, 1145-1150.
- HAYIRLI, A., 2006: The role of exogenous insulin in the complex of hepatic lipidosis and ketosis associated with insulin resistance phenomenon in postpartum dairy cattle. *Vet. Res. Commun.* 30, 749-774.
- HERDT, T.H., 2000: Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 16, 215-230.
- HERR, M., 2009: Humorale Immunglobulin G- und -M-Bestimmungen mittels kompetitiver ELISA im letzten Trimester der Gravidität sowie im peripartalen Zeitraum bei Milchrindern unter besonderer Berücksichtigung intra- und postpartaler Komplikationen. Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen, 209 S.
- HERR, H., H. BOSTEDT und K. FAILING, 2011: IgG and IgM levels in dairy cows during the periparturient period. *Theriogenology* 75, 377-385.
- HOLTENIUS, P., 1993: Hormonal regulation related to the development of fatty liver and ketosis. *Acta Vet. Scand.* 89, 55-60.
- HOLTENIUS, P. und K. HOLTENIUS, 1996: New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows: A review. *Zbl. Vet. Med. A* 43, 579-587.
- HUZZEY, J.M., D.V. NYDAM, R.J. GRANT und T.R. OVERTON, 2011: Association of prepartum plasma cortisol, haptoglobin, fecal cortisol metabolites, and non-esterified fatty acids with postpartum health status in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 5878-5889.
- INGVAARTSEN, K.L., 2006: Feeding- and management-related diseases in the transition cow – Physiological adaptations around calving and

- strategies to reduce feeding-related diseases. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 175-213.
- KANEENE, J.B., R. MILLER, T.H. HERDT und J.C. GARDINER, 1997: The association of serum nonesterified fatty acids and cholesterol, management and feeding practices with peripartum disease in dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 31, 59-72.
- KLASING, K.C., 2006: Negative consequences of immune response: What can be done by nutritionists? *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 15, 17-23.
- KLEEN, J.L., G.A. HOOIJER, J. REHAGE und J.P.T.M. NOORDHUIZEN, 2003: Subacute Ruminant acidosis (SARA): a Review. *J. Vet. Med. A* 50, 406-414.
- KLEEN, J.L., G.A. HOOIJER, J. REHAGE und J.P.T.M. NOORDHUIZEN, 2009: Subacute ruminal acidosis in Dutch dairy herds. *Vet. Rec.* 164, 681-684.
- KRAUSE, K.M. und G.R. OETZEL, 2005: Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88, 3633-3639.
- KUSHIBIKI, S., K. HODATE, Y. UEDA, H. SHINGU, Y. MORI, T. ITOH und Y. YOKOMIZO, 2000: Administration of recombinant bovine tumor necrosis factor- α affects intermediary metabolism and insulin and growth hormone secretion in dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 78, 2164-2171.
- KUSHIBIKI, S., K. HODATE, H. SHINGU, Y. UEDA, M. SHINODA, Y. MORI, T. ITOH und Y. YOKOMIZO, 2001: Insulin resistance induced in dairy steers by tumor necrosis factor α is partially reversed by 2,4-thiazolidinedione. *Domest. Anim. Endocrinol.* 21, 25-37.
- LEBLANC, S., 2010: Monitoring metabolic health of dairy cows in the transition period. *J. Reprod. Dev.* 56, S29-S35.
- LI, S., E. KHAFIPOUR, D.O. KRAUSE, A. KROEKER, J.C. RODRIGUEZ-LECOMPTE, G.N. GOZHO und J.C. PLAIZIER, 2012: Effects of subacute ruminal acidosis challenges on fermentation and endotoxins in the rumen and hindgut of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 294-303.
- LOISELLE, M.C., C. STER, B.G. TALBOT, X. ZHAO, G.F. WAGNER, Y.R. BOISCLAIR und P. LACASSE, 2009: Impact of postpartum milking frequency on the immune system and the blood metabolite concentration of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 1900-1912.
- LUCY, M.C., 2001: Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J. Dairy Sci.* 84, 1277-1293.
- LUCZAK, S., M. STEFFL und W.M. AMSELGRUBER, 2009: Einfluss der Milchleistung auf die Inzidenz ausgewählter Erkrankungen bei Hochleistungskühen. *Tierärztl. Prax.* 37 (G), 221-228.
- MALLARD, B.A., J.C. DEKKERS, M.J. IRELAND, L.E. LESLIE, S. SHARIF, C.L. VANKAMPEN, L. WAGTER und B.N. WILKIE, 1998: Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cows and calf health. *J. Dairy Sci.* 81, 585-595.
- MARTENS, H., 2007: The Dairy Cow: Physiological Facts and Concerns. In: *Proc. 13th International Conference of Production Diseases in Farm Animals* (M Fürll, Ed.), Leipzig, 26-42.
- McNAMARA, J.P., 2012: A systems approach to integrating genetic, nutrition and metabolic efficiency in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* (in press).
- MILLER, R.H., M.T. KUHN, H.D. NORMAN und J.R. WRIGHT, 2008: Death losses for lactating cows in herds enrolled in dairy herd improvement. *J. Dairy Sci.* 91, 3710-3715.
- MORGANTE, M., C. STELLETTA, P. BERZAGHI, M. GIANESLLA und I. ANDRIGHETTO, 2007: Subacute rumen acidosis in lactating cows: an investigation in intensive Italian dairy herds. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 91, 226-234.
- MÖSCH, A., 2011: Parameter des Energiestoffwechsels und Immunglobulin G im Blut von Milchkühen im peripartalen Zeitraum. *Diss. FU Berlin*, 140 S.
- MULLIGAN, F.J. und M.I. DOHERTY, 2008: Production diseases of the transition cow. *Vet. Rec.* 176, 3-9.
- NAGARAJA, T.G. und M.M. CHENGAPPA, 1998: Liver abscesses in feedlot cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 76, 287-298.
- OHTSUKA, H., M. KOIWA, A. HATSUGAYA, K. KUDO, F. HOSHI, N. ITOH, H. YOKOTA, H. OKADA und S.-I. KAWAMURA, 2001: Relationship between serum TNF activity and insulin resistance in dairy cows affected with naturally occurring fatty liver. *J. Vet. Med. Sci.* 63, 1021-1025.
- OIKAWA, S. und G.R. OETZEL, 2006: Decreased insulin response in dairy cows following a four-day fast to induce hepatic lipidosis. *J. Dairy Sci.* 89, 2999-3005.
- OSPINA, P.A., D.V. NYDAM, T. STOKOL und T.R. OVERTON, 2010: Association of elevated nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in northeastern United States. *J. Dairy Sci.* 93, 1596-1603.
- PIRES, J.A., A.H. SOUZA und R.R. GRUMMER, 2007: Induction of hyperlipidemia by intravenous infusion of tallow emulsion causes insulin resistance in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 90: 2735-2744.
- PLAIZIER, J.C., D.O. KRAUSE, G.N. GOZHO und B.W. BRIDE, 2008: Subacute rumen acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Vet. J.* 176, 21-31.
- PRAVETTONI, D., K. DOLL, M. HUMMEL, E. CAVALLONE, M. RE und A.G. BELLOLI, 2004: Insulin resistance and abomasal motility disorders in cows detected by use of abomasoduodenal electromyography after surgical correction of left displaced abomasum. *Am. J. Vet. Res.* 65, 1319-1324.
- PUSHPAKUMARA, P.G., N.H. GARDNER, C.K. REYNOLDS, D.E. BEEVER und D.C. WATHES, 2003: Relationships between transition period diet, metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60, 1165-1185.
- RAUW, W.M., E. KANIS, E.N. NORDHUIZEN und F.J. GROMMERS, 1998: Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livest. Prod. Sci.* 56, 15-33.
- RÖMER, A., 2011: Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen. *Züchtungskde.* 83, 8-20.
- SCHNEIDER, J.E., 2004: Energy balance and reproduction. *Physiol. Behav.* 81, 289-317.
- SORDILLO, L.M., G.A. CONTRERAS und S.L. AITKEN, 2009: Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient cows. *Anim. Health Res. Rev.* 10, 53-63.
- STAPLES, C.R., W.W. THATCHER und J.H. CLARK, 1990: Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73, 938-947.
- STENGÄRDE, L., M. TRÄVÉN, U. EMANUELSON, K. HOLTENIUS, J. HULTGREEN und R. NISKANEN, 2008: Metabolic profiles in five high-producing Swedish dairy herds with a history of abomasal displacement and ketosis. *Acta Vet. Scand.* 50, 31-42.
- SVENDSEN, M., P. SKIPENES und I.L. MAO, 1994: Genetic correlation in the feed conversion complex of primiparous cows at a recommended and a reduced plane of nutrition. *J. Anim. Sci.* 72, 1441-1449.
- SWALVE, H.H., 2012: Aktueller Stand der züchterischen Verbesserung von Gesundheit und Funktionalität beim Nutztier. *Züchtungskde.* 84, 32-38.

- TAMMINGA, S., P.A. LUTEIJN und G.G.M. MEIJER, 1997: Changes in composition and energy content of live weight in dairy cows with time after parturition. *Livest. Prod. Sci.* 52, 31-38.
- TREVISI, E. und G. BERTONI, 2008: Attenuation with acetylsalicylate treatments of inflammatory conditions in periparturient dairy cows. In: *Aspirin and Health Research Progress* (P.I. Quinn, Ed.), Nova Science New York, 23-37.
- Van den TOP, A.M., A. van TOL, H. JANSEN, M.J. GEELLEN und A.C. BEYNEN, 2005: Fatty liver in dairy cows post partum is associated with decreased concentration of plasma triacylglycerols and decreased activity of lipoprotein lipase in adipocytes. *J. Dairy Res.* 72, 129-137.
- Van STRATEN, M., M. FRIGER und N.Y. SHPIGEL, 2009: Events of elevated somatic cell counts in high-producing dairy cows are associated with daily body weight loss in early lactation. *J. Dairy Sci.* 92, 4386-4394.
- VEERKAMP, R.F. und E.P.C. KOENEN, 1999: Metabolic Stress in Dairy Cows. *Br. Soc. Anim. Sci.* 24, 63-73.
- VERNON, R.G., 1986: The response of tissue to hormones and the partition of nutrients during lactation. In: *Research Reviews, Hannah Yearbook*. Hannah Research Institute, Ayr, UK, 115-121.
- VERNON, R.G., 1996: Control of lipid mobilisation in ruminant adipose tissue. *J. Reprod. Dev.* 42 (Suppl. 1), 118-122.
- VERNON, R.G., 2005: Lipid metabolism during lactation: a review of adipose tissue-liver interactions and the development of fatty liver. *J. Dairy Res.* 72, 460-469.
- WADE, G.N. und J.E. JONES, 2004: Neuroendocrinology of nutritional infertility. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 287, R1277-R1296.
- WELLEN, K.E. und G.S. HOTAMISLIGIL, 2003: Obesity-induced inflammatory changes in adipose tissue. *J. Clin. Invest.* 112, 1785-1788.
- WELLEN, K.E. und G.S. HOTAMISLIGIL, 2005: Inflammation, stress and diabetes. *J. Clin. Invest.* 115, 1111-1119.

Die Milchkuh im Spannungsfeld zwischen Leistung, Gesundheit und Nährstoffeffizienz

Dairy cows among conflicting goals of high performance, health status, and nutrient efficiency

Annabella Khol-Parisini¹ und Qendrim Zebeli^{1*}

Zusammenfassung

Eine nachhaltige und erfolgreiche Produktion der Milchviehbetriebe ist von der Gesundheit der Kühe, ihrer Lebensleistung und der Effizienz der Nährstoffverwertung stark abhängig. Grundvoraussetzung dafür ist neben einer ausgewogenen und bedarfsgerechten Fütterung auch die Erhaltung eines gesunden und stabilen Pansenmilieus. Dafür spielt die Berücksichtigung der Prinzipien einer wiederkäuergerechten Fütterung eine wichtige Rolle. Zur Aufrechterhaltung der Pansengesundheit sind vor allem zwei Maßnahmen nötig, nämlich erstens, die Pansenmukosa der Kuh vor der Hochlaktation ausreichend auf die bevorstehende Zeit der intensiven Fütterung vorzubereiten, und zweitens, die Fütterung so zu gestalten, dass ein zu starker und zu langer Abfall des Pansen-pH-Wertes vermieden werden kann. Es ist eine große Herausforderung, eine Ration zusammenzustellen, welche die Pansen- und Tiergesundheit trotz einer hohen Energiedichte gewährleistet und damit eine optimale Nährstoffeffizienz und Leistung ermöglicht. Dazu ist die Balance zwischen dem Strukturanteil der Ration und dem Anteil von im Pansen schnell abbaubaren Nicht-Faser-Kohlenhydraten notwendig. Der vorliegende Artikel legt den Fokus auf Pansenstoffwechsel und -gesundheit und liefert Hintergründe, Zusammenhänge und ganz praktische Faustzahlen hinsichtlich der Fütterung und Gesunderhaltung der hochleistenden Milchkuh.

Schlagwörter: Pansen, subakute Pansenazidose (SARA), Strukturbedarf, Partikellänge, Neutral-Detergenzien-Faser (NDF), Faserverdauung

Abstract

Maintaining production efficiency and the length of productive life of dairy cows are the most important variables in the equation of a high profitability of dairy farms. Accordingly, the maintenance of a healthy rumen ecosystem by providing sufficient physically effective fiber, while feeding energy-dense diets is regarded as a key factor. This can be achieved by adapting rumen microbial communities and the mucosa slowly to the energy dense diets used in early lactation and by balancing the fiber- and starch content of the ration to prevent the development of rumen disorders. Formulating a diet that meets the requirements of a healthy rumen ecosystem and host on one hand, and of a high energy density to assure maximum performance and feed efficiency on the other hand, poses a continuous challenge to dairy nutritionists. This can be achieved by balancing the fiber- and rumen degradable starch content of the ration. Focussing on rumen metabolism and health, this article gives background information, explains interactions and provides practical guidelines for promoting health and production efficiency of high-yielding dairy cows.

Keywords: Rumen, sub-acute rumen acidosis (SARA), fiber requirement, particle size, neutral detergent fiber (NDF), fiber degradation

1. Einleitung

Eine ausgewogene und wiederkäuergerechte Ernährung der Milchkuh ist die Grundvoraussetzung für eine stabile Gesundheit, das Wohlbefinden der Tiere und eine nachhaltige Produktion der Milchviehbetriebe. Die heutigen ökonomisch-politischen Rahmenbedingungen fordern höhere Leistungen pro Tier, um die Produktionseffizienz der Milchkuhe zu erhöhen. Auch eine lange Lebens- und damit Produktionsdauer der Kühe ist eine Voraussetzung für die Bewältigung der immer größer werdenden Herausforderungen in der Milchproduktion.

Um hohe Leistungen zu erzielen und damit den hohen Energiebedarf für die Milchproduktion zu decken, werden Milchkuhe im Allgemeinen mit großen Mengen an Kraftfutter oder anderen schnell verdaulichen, faserarmen Nebenprodukten gefüttert. Diese Fütterungsstrategie ist sinnvoll, um Tiere für die hohe Leistung bedarfsdeckend zu füttern, jedoch wird sie den verdauungsphysiologischen Vorgängen der Wiederkäuer nicht gerecht (ZEBELI et al. 2010). Die Fütterung von Wiederkäuern mit großen Mengen an Kraftfutter, die reich an rasch fermentierbarer Stärke sind, resultiert in einem schnellen Absinken des Pansen-pH-Wertes in den azidotischen Bereich, da der Anteil an kurz-

¹ Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Tierernährung, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

* Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.sc.agr. Qendrim Zebeli, email: qendrim.zebeli@vetmeduni.ac.at

kettigen Fettsäuren im Pansensaft steigt (NOCEK 1997). Halten diese Bedingungen im Pansen über einen längeren Zeitraum an, kann dies zu einer subakuten Pansenazidose (SARA, Engl. sub-acute rumen acidosis) führen (ZEBELI et al. 2008).

Die SARA ist eine sehr kritische Stoffwechselkrankheit, die mit schwer erkennbaren klinischen Zeichen assoziiert ist und eine schlechte Futteraufnahme und Reduktion der Verdaulichkeit mit sich bringt, was zu einer geringeren Futterverwertung führt (PLAIZIER et al. 2008). Darüber hinaus konnten aktuelle Studien zeigen, dass SARA oft eine größere Permeabilität der Pansenmukosa verursacht und daher schädliche Komponenten, wie z.B. mikrobielle Endotoxine (ZEBELI et al. 2011, PLAIZIER et al. 2012), in den systemischen Blutkreislauf gelangen können (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012). Dadurch können systemische Entzündungsreaktionen und diverse metabolische Störungen wie Futterverweigerung, Klauenrehe, Fettleber, Leberabszesse, Ketose, Labmagenverlagerung begünstigt bzw. hervorgerufen werden (NAGARAJA und LECHTENBERG 2007, PLAIZIER et al. 2008, AMETAJ et al. 2010). Es ist allgemein bekannt, dass das Auftreten von Stoffwechselstörungen bei Milchkuhen schwerwiegende Konsequenzen für die Leistung, das Wohlbefinden und die Gesundheit des Tieres hat (PLAIZIER et al. 2008) und schließlich die Nährstoffeffizienz der Kuh und die allgemeine wirtschaftliche Effizienz von Milchkuhbetrieben negativ beeinflusst (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012).

Ziel dieser Literaturübersicht ist es daher, Zusammenhänge zwischen Fütterung, Gesundheit, Futterverwertung und Produktionseffizienz bei Milchkuhen näher zu erläutern und darauf aufbauend praxisrelevante Lösungen zu erarbeiten.

2. Anforderungen an eine Milchkuh-Ration

Die hochleistende moderne Milchkuh ist auf eine adäquate Versorgung mit Energie, Nährstoffen und Wasser angewiesen, um die Leistungen bringen zu können, für die der genetische Grundstein gelegt ist. Der Erhaltungsbedarf einer Kuh mit 650 kg Körpermasse (KM) beträgt 37,7 MJ Netto Energie Laktation (NEL) und knapp 450 g im Dünndarm nutzbares Rohprotein (nXP). Für die Leistung schlagen weitere 3,3 MJ NEL und 85 g nXP pro kg Milch (fat corrected milk, FCM: 4 % Milchlaktat, 3,4 % Milcheiweiß) zu Buche. Daraus resultiert ein Bedarf von 104 MJ NEL, also dem knapp 3-fachen Erhaltungsbedarf, und 2.150 g nXP für eine Kuh mit einer Leistung von 20 kg FCM/Tag und von 170 MJ NEL (dem 4,5-fachen Erhaltungsbedarf) und 3.850 g nXP für eine Kuh mit der doppelten Milchleistung. Da die Futteraufnahme physiologischen Grenzen in Form der Trockenmasse (TM)-Aufnahmekapazität unterliegt, die im Erhaltungsbedarf 2 %, laktierend jedoch 3 – 3,5 %, in der Hochlaktation sogar bis zu 4 % der KM betragen kann (GRUBER et al. 2001), muss bei steigender Leistung neben der Futtermenge auch die Energiedichte erhöht werden (KAMPHUES et al. 2009). Die rechnerisch nötige Energiedichte der Ration beträgt daher bei einer Leistung von ca. 20 kg Milch etwa 6,0 MJ NEL/kg TM und setzt eine TM-Aufnahme von 17 kg TM/Tag voraus. Bei 30 kg Milch soll die Ration sogar mindestens 6,8 MJ NEL/kg TM enthalten und die Kuh erreicht eine TM-Aufnahme von knapp 20 kg/Tag um den Tagesbedarf zu decken. Bei

höheren Leistungen werden noch höhere Werte der Energiedichte und TM-Aufnahme benötigt (GRUBER et al. 2001), was die Milchkuh immer wieder an ihre physiologischen Grenzen bringt (BREVES und RODEHUTSCORD 1999). Eine derart hohe Energiedichte wird je nach verwendeten Futtermitteln und dem Verhältnis von Gras- zu Maissilage mit einem Kraftfutter-Anteil von etwa 45 – 60 % erzielt, wogegen für Leistungen um 20 kg FCM ein Kraftfutteranteil von etwa 20 – 30 % in der TM nötig ist.

Dem Erreichen einer hohen Energie- und Nährstoffdichte steht der Strukturbedarf der Kuh gegenüber, also die nötige Wiederkäuergerechtheit der Ration. Die zuzuführenden Faserstoffe liefern nur wenig Energie und Nährstoffe und „verdünnen“ daher die erreichte Energie- und Nährstoffdichte der Ration wieder. Außerdem reduzieren zu hohe Anteile an strukturierter Faser in der Ration nicht nur die Futteraufnahme sondern auch die Futterverwertung auf Grund einer reduzierten mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen (YANG und BEAUCHEMIN 2006). Bei unzureichender Strukturversorgung jedoch, ist die adäquate Pansenfunktion nicht gewährleistet, da die Schichtung der Inhalte, die Abpufferung der entstehenden kurzkettigen Fettsäuren durch entsprechenden Speichelfluss und die Verweildauer grober Partikel im Pansen nicht gewährleistet und die Pansenmotorik beeinträchtigt ist (ZEBELI et al. 2010). Die Herstellung von Rationen, die den Ansprüchen an die Energie- und Nährstoffdichte entsprechen und eine adäquate Menge an strukturierten Faserstoffen enthalten, um eine optimale Pansenfunktion zu ermöglichen, ist die wohl größte Herausforderung in der modernen Milchviehfütterung. Dafür bedarf es einer optimalen Balance zwischen schnell abbaubaren Kohlenhydraten und strukturierter Faser in der Ration (ZEBELI et al. 2010).

Neben der Zusammenstellung einer solchen Ration, ist die Aufnahme der Gesamtration ohne nennenswerte Selektion des Kraftfutteranteils durch die Tiere ein kritischer Faktor, da Kühe bei steigenden Konzentratanteilen diese mehr und mehr auf Kosten des Raufutteranteils aufnehmen und das aufgenommene Futter daher dem Strukturbedarf der Tiere nicht mehr entspricht (Grundfutterverdrängung). Für die praktische Rationsgestaltung stehen Faustzahlen zur Verfügung: Mindestens 400 g „strukturwirksame Rohfaser“/100 kg KM, ein „kritischer Strukturwert“ von mindestens 1 (STEINGASS und ZEBELI 2008), oder mindestens 40 – 45 % Halmfutter in der Gesamt-TM und 18 % Rohfaser in der TM, davon 2/3 mit $\geq 3,7$ cm Faserlänge (KAMPHUES et al. 2009) müssen in einer wiederkäuergerechten Ration enthalten sein. Da sich die Erfüllung dieser Voraussetzungen in der Praxis insbesondere in der Fütterung der Hochleistungsmilchkuh nur schwer gestalten lässt (STEINGASS und ZEBELI 2008), gibt es Anstrengungen, diese Angaben durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse über das Zusammenspiel von Fütterung, Pansengesundheit und Leistung zu relativieren und damit neuere und präzisere Empfehlungen für die gesunde Rationsgestaltung der Hochleistungskuh geben zu können (ZEBELI et al. 2008), wie später dargelegt.

Zur Beurteilung der Wiederkäuergerechtheit einer Ration muss neben dem analytisch beurteilbaren Faseranteil der Aspekt der Kaufähigkeit oder Struktur durch Faserlänge, -härte, -feuchtigkeit und der Aspekt der ruminalen Abbaubarkeit der Faser und des Konzentratanteils herangezogen werden. Auf analytischer Basis wird meist die Neutrale

Detergenzien-Faser (NDF) beurteilt, welche die Summe der Zellwandbestandteile wiedergibt. In letzter Zeit wurde auch das Konzept der physikalisch-effektiven Faser (peNDF) diskutiert, welches die chemische Zusammensetzung der Ration mit der vorhandenen Partikelverteilung in einem Parameter zusammenfasst und damit eine bessere Vorhersage der Wiederkäuergerechtheit einer Ration erreicht (STEINGASS und ZEBELI 2008, ZEBELI et al. 2012). Limitierungen bei der genauen Vorhersage der Verträglichkeit eines Futters im Pansen entstehen vor allem durch Variationen der anderen relevanten Rationskomponenten und -eigenschaften und deren Interaktion, v.a. die Abbaueigenschaften des Konzentratanteils, da ein hoher Anteil schnell abbaubarer Kohlenhydrate einen Abfall des Pansen-pH-Wertes verursacht, wodurch der Bedarf an peNDF steigt (ZEBELI et al. 2010). Die endgültige Beurteilung der Strukturwirksamkeit der aufgenommenen Ration findet nach wie vor am Tier statt und beinhaltet Parameter wie Wiederkauaktivität und -verhalten einer Herde, die Beurteilung des Pansensaftes (pH-Wert-Entwicklung in Abhängigkeit von der Futteraufnahme) und die Beurteilung der Vormagenverdauung (KAMPHUES et al. 2009).

3. Pansenphysiologische Kenndaten der Milchkuh

Der Pansen nimmt allein durch seine Größe im wahren Sinne des Wortes eine zentrale Rolle in der Kuh ein. Mit seinem Volumen von etwa 150 – 200 l und der Füllung mit grob 10^7 – 10^{12} Mikroben pro ml Inhalt hat der Pansen das Potential, als einzigartige Gärkammer aus für andere Tiere schwerverdaulichen Futtermitteln, eine große Menge an Energie und hochwertigen Nährstoffen bereitzustellen. Auf der anderen Seite birgt eine Entgleisung des Pansenmilieus ernste Gefahren für den Wiederkäuer, da die enorm große Resorptionsoberfläche der Pansenzotten nicht nur Nährstoffe, sondern auch Toxine in großem Ausmaß resorbieren kann (PLAIZIER et al. 2012, ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012).

Unter physiologischen Fütterungsbedingungen herrscht ein Fließgleichgewicht zwischen Futteraufnahme und Weiterleitung des Inhaltes, das durch die regelmäßige, intensive Durchmischung des Panseninhaltes und seine Schichtung gewährleistet wird und eine optimale Inkubation der Nahrungsbestandteile mit den Mikroben, sowie die Retention unzureichend verdauter Bestandteile ermöglicht. Ist die Fasermenge und -länge der Ration ausreichend, bildet sich eine Schicht fester, noch weitgehend unverdauter Bestandteile in der Mitte des Pansens, die auf dem „Pansensee“, dem flüssigen ventralen Panseninhalt, der bereits stark fermentierte kleine Partikel enthält, schwimmt. In dieser festen Phase, der Pansenmatte, auch Fasermatte genannt, zeigt sich die größte Mikrobendichte und -vielfalt. Hier findet der Großteil der Faserfermentation statt, aber auch stärkereiche Partikel werden durch die Fasermatte gehalten und hier fermentiert, wodurch ein vorzeitiger Verlust dieser Partikel verhindert wird (ZEBELI et al. 2012). Ist die physiologische Konsistenz der Fasermatte nicht gewährleistet, wird diese Funktion beeinträchtigt und die Verdaulichkeit sinkt durch die erhöhte Passagerate der Digesta. Die Fasermatte und die dorsale Gasblase sind so lokalisiert, dass durch den Ruktus Gas abgegeben und Futter wiedergekaut werden kann.

Durch die mechanische Reizung der Pansenzotten durch faseriges Material der Fasermatte werden sowohl die Pansenkontraktionen, als auch die Wiederkautätigkeit angeregt, und damit die Verdaulichkeit verbessert und der Fluss von Bikarbonat aus dem Speichel zur Pufferung des Panseninhaltes gefördert. Pansenkontraktionen erhöhen zusätzlich die Absorption kurzkettiger Fettsäuren über die Pansenzotten und leisten damit einen weiteren wichtigen Beitrag zur Stabilisierung des ruminalen pH-Wertes. Je fester die Konsistenz dieser Phase, umso effektiver sind sowohl die Retention unverdauter Bestandteile und damit deren Verdaulichkeit, als auch die Stabilität des ruminalen pH-Wertes (ZEBELI et al. 2012).

4. Pansen-pH-Wert und die Subakute Pansenazidose (SARA)

Die Pansenschleimhaut ist in der Lage, sich an veränderte Bedingungen, z.B. an einen höheren Energie- und Stärkegehalt des Futters anzupassen, indem die dann vermehrt produzierten kurzkettigen Fettsäuren das Wachstum der Pansenzotten stimulieren, um die Resorptionsoberfläche zu erhöhen. Gleichzeitig passt sich die Pansenflora an die neuen Gegebenheiten an. Ändert sich die Futterzusammensetzung zu schnell oder zu stark im Sinne einer Erhöhung des Kraftfutteranteils, von vorne herein oder durch Selektion bei der Futteraufnahme, entsteht ein Ungleichgewicht zwischen Bildung und Resorption der kurzkettigen Fettsäuren – es kommt zur Pansenazidose. Im Falle der subakuten Pansenazidose (SARA) fällt der pH-Wert nicht dauerhaft ab, wie bei der akuten Pansenazidose, die Periode mit einem pathologischen pH-Wert von unter 5,5 oder 5,8 beginnt vielmehr wenige Stunden nach der Aufnahme der konzentratreichen Futtermittel und hält nur einige Stunden an (KLEEN et al. 2003). Es besteht keine Einigkeit über den pH-Wert, der ein gerade noch funktionierendes Milieu anzeigt und dessen Unterschreitung Zeichen einer SARA ist, meist wird jedoch pH 5,6 oder 5,8 herangezogen (KLEEN und CANNIZZO 2012, ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012).

Der ruminale pH-Wert fluktuiert physiologischer Weise bei intensiv gefütterten Kühen, sodass er vor der Morgenfütterung bei etwa 6,6 – 7,0 liegt um in der Zeit der intensiven Fermentation unter Tags auf Werte zwischen 5,0 und 5,3 abzusinken, wobei der Durchschnittswert bei etwa 6,0 oder 6,2 liegt (KRAUSE und OETZEL 2006). Bei intensiv gefütterten Kühen fällt der ruminale pH-Wert für mindestens 1 Stunde unter 5,8, auch wenn sie gesund sind. Selbst wenn dieser Zustand 3 – 5 Stunden anhält, verändert sich die Zahl und Aktivität der faserverdauenden Mikroflora noch nicht (ÖLSCHLÄGER et al. 2006). Zur Sicherstellung der Pansengesundheit ist ein mittlerer pH-Wert von unter 6,16, sowie eine Dauer von über 5 Stunden/Tag mit pH-Wert unter 5,8 zu vermeiden (ZEBELI et al. 2008). Die Prävalenz der SARA liegt in verschiedenen Studien in Europa bei 11 – 33 % und kann durch die gefütterte Ration einerseits, aber auch durch Fehler im Fütterungs- und Stallmanagement, wie eine massive negative Energiebilanz, ein limitiertes Fressplatzangebot, eine zu lange Mischzeit der TMR, sozialen Stress, oder das Aussortieren einzelner TMR-Bestandteile erklärt werden (KLEEN und CANNIZZO 2012).

5. Folgen und Begleiterscheinungen der SARA

5.1 SARA und Futteraufnahme

Der Rückgang der TM-Aufnahme, die mit der schwächeren Pansenmotilität und der höheren Osmolarität des Inhaltes zu tun hat, wird als sensibler Indikator für eine Pansenazidose betrachtet (KLEEN et al. 2003). Die reduzierte TM-Aufnahme in einer Zeit der hohen Milchleistung und die reduzierte Fermentation der Stärke und Faser und verminderte Bereitstellung mikrobiellen Proteins im Pansen führt zur Reduktion der KM (KLEEN und CANNIZZO 2012). Entsteht eine chronische Entzündung im Zuge der SARA, steigt einerseits der Energiebedarf und damit die negative Energiebilanz weiter an (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012), auf der anderen Seite beeinträchtigt die Entzündungsreaktion die Futteraufnahme noch mehr (KHAFIPOUR et al. 2007, PLAIZIER et al. 2008).

5.2 SARA und Nährstoffabbau

Die Abbaubarkeit der Faser wird durch eine Reduktion des pH-Wertes während der SARA stark beeinträchtigt. Das ist vor allem durch die Hemmung der Aktivität und einen Rückgang der Zahl der zellulolytischen Pansenmikroben im Zuge der SARA zu erklären (MOURIÑO et al. 2001). Während andere Nährstoffe wie beispielsweise Stärke und andere Nicht-Faser Kohlenhydrate auch in den weiteren Segmenten des Verdauungstraktes abgebaut werden können und somit eine Kompensation möglich ist, wird Faser hauptsächlich in den Vormägen und insbesondere im Haube-Pansenraum abgebaut (ZEBELI et al. 2008).

Obwohl man von einer Erhöhung der Passagerate der Pansendigesta während einer SARA ausgeht (ZEBELI et al. 2012), gibt es zurzeit unzureichende Daten, die auch eine Reduktion der proteolytischen Aktivität im Pansen während einer SARA zeigen. Eine Reduktion der Anflutung von nXP im Dünndarm während der SARA wird daher momentan eher auf eine Verschlechterung des Pansenmilieus und damit einhergehender Prozesse (z.B. schlechte Bedingungen für Mikrobewachstum und mikrobielle Proteinsynthese) zurückgeführt, als auf eine geringere proteolytische Aktivität. Dasselbe gilt auch für die Synthese und Resorption anderer Nährstoffe wie beispielsweise verschiedener Vitamine, wobei Vitamin B₁ (Thiamin) eine Ausnahme darstellt. Thiamin wird von Pansenbakterien synthetisiert, somit kann der Wiederkäuer seinen Bedarf nahezu ohne zusätzliche Zufuhr decken. Während einer SARA wird Thiamin jedoch vermehrt durch thiaminolytische Aktivitäten im Pansen abgebaut, weshalb betroffene Tiere schnell einen Thiaminmangel entwickeln (TAF AJ et al. 2006).

Der Faserabbau ist nicht nur von der Faser selbst abhängig, nämlich von der chemischen Zusammensetzung sowie von ihrer Partikelgröße (TAF AJ et al. 2007), sondern es spielt auch die Pansenfunktion eine entscheidende Rolle, allem voran der pH-Wert, der die Zusammensetzung der Mikrobepopulation (FERNANDO et al. 2010) und damit die gesamte Pansenfunktion maßgeblich bestimmt. Auch die Schichtung des Panseninhaltes, die eine adäquate Verweildauer der Faserpartikel und damit eine gute Verdaulichkeit gewährleisten soll, wird vom pH-Wert beeinflusst. Eine

erhöhte Passagerate der Digesta führt ebenso wie ein Abfall des Pansen-pH-Wertes zu einer Reduktion der Faserverdaulichkeit (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012).

CALSAMIGLIA et al. (2002) zeigten, dass bei pH-Werten zwischen 6,4 und 5,7 die Verdaulichkeit um 2 – 3 % reduziert wird, wenn der pH-Wert um 0,1 sinkt. Dabei kommt es vor allem auf die Dauer der pH-Wert Senkung unter einen bestimmten Wert an, da kurze pH-Reduktionen noch keine Auswirkung auf die Verdaulichkeit zeigen. Interessanterweise zeigte eine Metaanalyse eines großen Datenpools, dass die Voraussetzungen zur Entstehung einer SARA und zur Reduktion der Faserverdaulichkeit nahezu ident sind. Die Dauer einer pH-Wert Reduktion unter 5,8 von 5 Stunden führte zur Reduktion der Faserverdaulichkeit, bestand dieser pH-Wert länger als 5,2 Stunden, kam es zur Entstehung einer SARA (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012). Man kann davon ausgehen, dass auch unter den oben genannten Bedingungen eine zellulolytische Aktivität vorliegt, jedoch nur zu Zeitpunkten und in Bereichen des Pansens, die von der pH-Reduktion nicht betroffen sind. Auf der Grundlage unterschiedlicher Daten wurden verschiedene Beziehungen zwischen pH-Wert und Faserverdaulichkeit beobachtet, die sich jedoch weitgehend ähneln: Zwischen pH 6,1 – 6,2 und etwa 5,6 – 5,7 gibt es einen steilen Abfall der Faserverdaulichkeit von etwa 60 – 80 % auf etwa 0 – 20 % der maximalen Verdaulichkeit, bei pH 6,7 liegt die Faserverdaulichkeit bei 90 % des Maximums. Die praktische Relevanz der Faserverdaulichkeit ist groß: Eine Reduktion um 20 % resultiert in einer um etwa 10 % reduzierten Bereitstellung von Energie und Protein aus der Ration (DIJKSTRA et al. 2012).

5.3 SARA und Milchfettgehalt

Der Milchfettgehalt korreliert mit der Kauaktivität, ist direkt proportional zum Pansen-pH-Wert und wird oft als Indikator für die Pansengesundheit herangezogen (ZEBELI et al. 2010). Die Balance zwischen Faser- und Stärkefermentation im Pansen beeinflusst die Mikrobepopulation und damit das Muster der gebildeten kurzkettigen Fettsäuren, die für die *de novo* Synthese von Milchfett zur Verfügung stehen sowie die Bildung bestimmter Isomere der Trans-Fettsäuren als Zwischenprodukte der Fermentationswege. Eine Abpufferung des Panseninhaltes verhindert den Abfall des Milchfettgehaltes, da die Bildung von trans-C18:1 und trans-10, cis-12 C18:2 Fettsäuren reduziert wird, welche die Bildung von Milchfett in der Milchdrüse hemmen (ALZAHAL et al. 2010). In der Praxis stellt der Milchfettgehalt einen Anhaltspunkt bei der Einschätzung der Strukturversorgung von Milchkühen dar, obwohl ein Milchfettabfall auf Grund eines Struktur Mangels durch eine negative Energiebilanz und den damit verbundenen starken Körperfettabbau während der Hochlaktation weniger deutlich ausfällt, als bei ausgeglichener Energiebilanz (STEINGASS und ZEBELI 2008, ZEBELI et al. 2008).

5.4 SARA und Herdengesundheit

Im Zusammenhang mit SARA werden oft weitere Probleme der Herdengesundheit beobachtet, wie etwa ein erhöhtes Auftreten von Ketose, Fettleber, Labmagenverlagerung, Klauenreihen, Rumenitis oder systemischen Entzündungsreaktionen der Tiere (AMETAJ et al. 2010). Die Belastung des Pansenepithels durch die gestörte mikrobielle Symbiose

und die im Übermaß vorhandenen kurzkettigen Fettsäuren und bakteriellen Endotoxine während anhaltenden Phasen einer Pansenazidose kann zur Parakeratose und lokalen Entzündungsreaktionen führen, wodurch die Resorption der Fettsäuren reduziert und damit das Pansenmilieu und die Energiebilanz weiter belastet wird (KLEEN et al. 2003). Hohe Mengen an akkumulierendem Endotoxin im Pansen ziehen zudem eine Beeinträchtigung des intensiv belasteten Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels der Hochleistungskuh nach sich (ZEBELI et al. 2011). Man geht davon aus, dass die Beeinträchtigung der Pansenschleimhaut und Schleimhautbarriere den Übertritt von Endotoxinen in die Blutbahn ermöglicht und eine systemische Entzündungsreaktion hervorrufen kann (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012). Bei betroffenen Tieren wird die Bildung von Mikroabszessen in der Leber begünstigt, von wo aus im ganzen Körper durch Keime der physiologischen Pansenflora Abszesse gebildet werden können (NAGARAJA 2000). Wird SARA durch einen erhöhten Anteil leicht fermentierbarer Kohlenhydrate hervorgerufen, kommt es zu einer systemischen Entzündungsreaktion, die nicht beobachtet werden kann, wenn Luzernepellets die Azidose auslösen (KHAFIPOOR et al. 2007, PLAIZIER et al. 2008 und 2012). Das zeigt, dass die Entstehung einer Entzündungsreaktion im Zuge der SARA ein sehr komplexes Geschehen ist, das über einen reduzierten pH-Wert und eine Akkumulation von Endotoxin im Pansen hinaus zahlreiche weitere Faktoren involviert.

In der Praxis ist es schwierig, einen tatsächlichen kausalen Zusammenhang zwischen den verschiedenen klinischen Veränderungen und SARA zweifelsfrei zu belegen, da SARA in Feldstudien nicht notwendiger Weise zu den erwarteten klinischen Veränderungen führt oder eine allgemeine Entzündungsreaktion hervorruft (KLEEN und CANNIZZO 2012). Es ist daher unklar, ob SARA als ein Indikator für Herden- und Tiergesundheitsprobleme verstanden werden muss, die alle dieselbe Ursache haben, oder als Herdenproblem per se, mit einer Reihe klinischer Folgeerscheinungen. Auf jeden Fall hat ein Abfall des ruminalen pH-Wertes negative Folgen für die Fermentation und die Bildung mikrobiellen Proteins und damit auf die Futteraufnahme, Körperkondition und Leistung, wodurch SARA eine zentrale Rolle im Komplex der negativen Energiebilanz spielt (KLEEN und CANNIZZO 2012) und der ruminale pH-Wert das zentrale Ziel von Maßnahmen zur Optimierung von Futterverwertung, Leistung und Gesundheit sein muss (ZEBELI et al. 2010).

6. Prävention der SARA – Fütterung auf Gesundheit, Nährstoffeffizienz und Leistung

Zur Prävention der SARA sind vor allem zwei Maßnahmen nötig, nämlich erstens die Pansenmukosa der Kuh vor der Hochlaktation ausreichend auf die bevorstehende Zeit der intensiven Fütterung vorzubereiten, und zweitens die Fütterung so zu gestalten, dass ein zu starker und zu langer Abfall des Pansen-pH-Wertes vermieden werden kann (KLEEN et al. 2003).

Die Vorbereitungs fütterung nimmt 6 Wochen in Anspruch, in denen ein gradueller Anstieg des Kraftfutteranteils der Ration stattfindet, bis die maximale Kraftfuttermenge

etwa in der 4. Laktationswoche erreicht ist (SPIEKERS und POTTHAST 2004). Die größere Herausforderung ist das Zusammenstellen einer Laktationsration, welche die Pansen- und Tiergesundheit trotz einer hohen Energiedichte gewährleistet und damit eine optimale Futterverwertung und Leistung ermöglicht. Dazu ist einerseits die Bereitstellung eines ausreichenden Anteils von peNDF nötig, die maßgeblich für die Aufrechterhaltung eines gesunden Pansenmilieus ist, dem Grundstein für eine gute Verdauungs- und damit auch Milchleistung. Auf der anderen Seite reduziert zu viel Faser die Futteraufnahme und -verwertung. Der Faserbedarf muss immer im Zusammenhang mit der zugeführten Menge an Stärke und mit der TM-Aufnahme gesehen werden, da eine große Menge schnell im Pansen abbaubarer Stärke, bedingt durch den Anteil der Stärke und die Gesamtfuttermenge, den pH-Wert negativ beeinflusst und damit den Faserbedarf erhöht (ZEBELI et al. 2010). Eine größere TM-Aufnahme erhöhte in verschiedenen Studien das Risiko für die Entstehung von SARA, da sie die Fermentation mehr zu fördern scheint, als die neutralisierenden Prozesse (ZEBELI et al. 2008).

6.1 Stärkegehalt in der Ration optimieren

Die aus Stärke entstehende Glukose dient nicht nur dem Wiederkäuer selbst, sondern wird auch von den Pansenmikroben zur Erhaltung und zum Aufbau mikrobiellen Eiweißes benötigt. Je nach Getreide- und Verarbeitungsart variiert die Pansenabbaubarkeit der Stärke erheblich, da die chemische Struktur der Stärke zwischen Getreidearten und -sorten unterschiedlich ist und der Grad der Gelatinisierung der Stärkegranula durch die Verarbeitung verändert wird. Generell ist unbehandelte Maisstärke deutlich resistenter gegen den Abbau im Pansen als Gerste oder Weizen, wobei die Abbaubarkeit durch verschiedene Verarbeitungstechnologien jeweils noch verringert oder erhöht werden kann (OFFNER et al. 2003). Auch die Qualität, die Konservierungsart, der Zerkleinerungsgrad und die gefütterte Menge beeinflussen den Stärkeabbau im Pansen erheblich, sowie natürlich die Passagerate. Ein hoher Anteil im Pansen abbaubarer Stärke in der Ration erhöht den Bedarf an peNDF (SILVEIRA et al. 2007), auf der anderen Seite erhöht ein hoher Anteil an peNDF die Passagerate in den Dünndarm, wodurch die ruminale Abbaubarkeit der Stärke sinkt (ZEBELI et al. 2008) und der Pansen entlastet wird. Wird der Anteil der im Dünndarm abzubauenen Stärke jedoch zu hoch, besteht die Gefahr der unzureichenden Stärkeverdauung mit einhergehender Fermentation der Stärke im Dickdarm und dem Verlust des dort entstehenden mikrobiellen Proteins, sowie der Beeinträchtigung des Dickdarmmilieus und der Reduktion der Verdaulichkeit der Stärke, da im Dünndarm nur ein limitierter Stärkeabbau möglich ist (MATTHE et al. 2000). Zudem ist die ausreichende Versorgung der Pansenflora mit Glukose zur Bildung von genug mikrobiellem Protein nötig. Es ist also anzustreben, dass eine optimale Menge ruminal abbaubarer Stärke bereitgestellt wird, ergänzt durch nicht mehr als 1,3 – 1,8 kg pansenresistenter Stärke pro Tier und Tag (MATTHE et al. 2001). Das Bereitstellen von etwa 15 % der Trockenmasse einer TMR als pansenabbaubare Stärke aus Getreide (ruminally degradable starch from grains, RDSG) wurde, in Abhängigkeit von der peNDF Versorgung, als Richtwert für die optimale Stärkeversorgung vorgeschlagen (ZEBELI et al. 2008).

6.2 Faserqualität der Ration beachten

Nicht nur die Menge und Struktur der verwendeten Stärke, auch die Qualität der faserreichen Futtermittel selbst ist mitbestimmend für die Balance zwischen Stärke und Fasergehalt der Ration. Bei Verwendung hochwertiger Raufutterquellen mit hoher ruminaler Abbaubarkeit der Faser, kann der Raufutteranteil unter Beibehaltung der hohen Energiedichte angehoben bzw. der Kraftfutteranteil gesenkt werden, da Futter- und Energieaufnahme bei besserer Raufutterqualität steigen. Eine hohe Faserabbaubarkeit im Pansen hat positive Effekte auf die Futteraufnahme und die Leistung, ohne eine Beeinträchtigung der Pansenfunktion hervorzurufen. Ein erhöhter Anteil solcher Grundfuttermittel auf Kosten von Kraftfutter, aber unter Beibehaltung der Energiedichte, erhöht die Kau- und Wiederkauaktivität, stimuliert die Fresslust, verbessert das Fressverhalten und verringert somit das Risiko für eine Beeinträchtigung der Pansenfunktion (ZEBELI et al. 2006). Hier sind vor allem Maissilage mit ihrem hohen Energiegehalt und dem hohen Anteil pansenabbaubarer Faser, früh geerntete Grassilage mit ihrem hohen Futter- und Strukturwert, sowie Luzernsilage wegen ihres hohen Gehaltes an leicht abbaubarer Faser und Protein, aber auch faserreiche Nebenprodukte zu nennen (ZEBELI et al. 2010).

6.3 Faserlänge in der Ration überprüfen

Neben der Qualität der faserreichen Futtermittel, spielt vor allem die Faserlänge eine entscheidende Rolle. Eine zu geringe Partikellänge führt zur schlechteren Schichtung des Panseninhaltes und damit zu geringerer Wiederkauaktivität und Pansenmotorik, was zur Reduktion von ruminalem pH-Wert und Futteraufnahme, Faserabbau und Futtermittelverwertung führt (TAF AJ et al. 2007). Im Gegensatz dazu kann eine moderate Abnahme der Partikellänge (z.B. eine theoretische Häcksellänge von etwa 8 mm bei Maissilage bzw. 11 mm bei Grassilage) durch die höhere Oberfläche der Faserpartikel deren Verdaulichkeit im Pansen und die Futteraufnahme verbessern, ohne den Strukturwert negativ zu beeinflussen (ZEBELI et al. 2012). Eine moderate Reduzierung der Partikellänge des Grundfutters führt zudem zu einer besseren Homogenität der TMR mit geringerer Selektion einzelner Komponenten. Eine geringere Selektion der Ration hat positive Auswirkungen auf die zirkadiane Verteilung der Futter- und Faseraufnahme, was sich nicht nur positiv auf die Pansenfermentation auswirken kann, sondern auch auf die Futteraufnahme (ZEBELI et al. 2009). Um die optimale Partikelgröße der Faser festzulegen, muss diese im Zusammenhang mit dem Raufutter-, Faser- und Stärkeanteil der



Abbildung 1: Penn State Particle Separator („Schüttelbox“) mit 2 Sieben und Wanne

Ration sowie mit den technologischen Gegebenheiten bei der Herstellung und Fütterung der Ration beurteilt werden (TAF AJ et al. 2007).

Zur Bestimmung der Partikellänge wird meist der Penn State Particle Separator (PSPS), auch als „Schüttelbox“ bezeichnet, eingesetzt (Abbildung 1), der im Zuge einer definierten Schüttelbewegung auf 2 (19 und 8 mm) oder 3 (19, 8 und 1,18 mm) Sieben mit definierter Lochung und in der darunter befindlichen Wanne nach Partikellänge aufgeteilte Fraktionen des überprüften Futtermittels auffängt und damit eine objektive Beurteilung der Partikelverteilung zulässt (KONONOFF et al. 2003). Mit diesem Instrument ist es relativ leicht möglich, die Partikelgrößenverteilung von TMR und Grobfutter vor Ort zu bestimmen. KONONOFF et al. (2003) empfehlen die Anwendung eines Gerätes mit drei Siebböden (19 mm, 8 mm Rundloch und 1,18 mm Quadratloch) und definieren die Anwendung bezüglich Hublänge (17 cm), Frequenz ($\geq 1,1$ Hz) und Zahl der Bewegungen (40, 2×5 in jede Richtung), um eine bessere Standardisierung der Ergebnisse zu erzielen. Folgende Faustzahlen sollen dazu dienen, die Partikelverteilung der Ration besser abzuschätzen und die Verfütterung einer Ration mit zu geringer Faserlänge zu vermeiden: Die Fraktion der Partikel > 19 mm sollte mehr als 5 % der Ration ausmachen und die der Partikel $< 1,18$ mm nicht weniger als 20 % der Ration darstellen (KONONOFF et al. 2003). Außerdem kann anhand des NDF-Gehaltes des Futtermittels und des prozentualen Anteiles der Fraktionen im 19-, 8- und 1,18 mm Sieb der Gehalt an $\text{peNDF}_{>8}$ (Inhalt aus dem 8- und 19 mm Sieb, LAMMERS et al. 1996), oder $\text{peNDF}_{>1,18}$ (Inhalte aus dem 1,18-, 8- und 19 mm Sieb, KONONOFF et al. 2003) errechnet werden. Dabei handelt es sich um Parameter, die den Gehalt an strukturierter Faser gut und relativ einfach charakterisieren und zur Beurteilung und Korrektur von Rationen in der Praxis verwendet werden können (ZEBELI et al. 2012).

6.4 Effekte des Strukturgehaltes in der Ration auf die Futteraufnahme beachten

Der Faseranteil in der Ration hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Futteraufnahme, indem ein hoher Gehalt an peNDF die Futteraufnahme durch eine hohe Pansenfüllung mechanisch limitieren könnte, eine sehr niedrige Faseraufnahme jedoch die Fermentation schnell abbaubarer Produkte erhöhen und das Pansenmilieu so beeinträchtigen kann, dass die Futteraufnahme metabolischen Grenzen unterliegt. Der tatsächliche Effekt der Partikelgröße auf die TM-Aufnahme hängt im Einzelfall von den verwendeten Futtermitteln und deren ruminaler Abbauraten, sowie vom Verhältnis von faserreichen zu stärkereichen Futtermitteln ab (TAF AJ et al. 2007). Ein Anheben der peNDF in Rationen mit einem hohen Anteil ruminal abbaubarer Stärke mag zwar die TM-Aufnahme reduzieren und damit negative Effekte auf die Milchleistung haben, es wurde aber beobachtet, dass sich der dadurch ansteigende Milchfettgehalt positiv auf die FCM-Leistung auswirkte und damit die Futtermittelverwertung insgesamt anstieg (SILVEIRA et al. 2007). Diese Beobachtung wurde durch ZEBELI et al. (2008) bestätigt, in deren Studie ein Anstieg der peNDF auf bis zu 32 % der TM zwar die TM-Aufnahme und die Milchleistung reduzierte, der Ertrag der FCM und die Energieeffizienz der Milchbildung wurden dadurch jedoch signifikant erhöht.

Je nach zu Grunde liegender Ration wurden bisher Empfehlungen von mindestens 19 % bzw. 22 % $\text{peNDF}_{>1,18}$ in der TM zum Erhalt eines durchschnittlichen ruminalen pH-Wertes von etwa 6,0 abgegeben. Wie *Abbildung 2* zeigt, führt ein Gehalt von $< 14,9\%$ $\text{peNDF}_{>8}$ zu einem erhöhten SARA Risiko (ZEBELI et al. 2012). Da eine große Menge peNDF in der Ration die Futteraufnahme und -verwertung sowie die Energiedichte der Ration reduzieren, ist auch die Bestimmung einer Obergrenze von Faser in der Ration sinnvoll. Bei einem Gehalt von etwa 30 % $\text{peNDF}_{>1,18}$ in der TM und einem pH-Wert von ca. 6,2 scheint es durch eine weitere Steigerung des strukturierten Faseranteils keine Verbesserung des ruminalen pH-Wertes zu geben (ZEBELI et al. 2006), obwohl der Milchfettgehalt bei höheren peNDF Gehalten weiter steigt. Es zeigte sich jedoch durch die Erhöhung des peNDF Gehaltes von 29 auf 33 % eine Steigerung der Frequenz der Mahlzeiten von 8 auf 10 pro Tag (YANG und BEAUCHEMIN 2007), wobei die höhere Mahlzeitenfrequenz geringere pH-Wert Schwankungen und eine kürzere Periode mit $\text{pH} < 5,8$ zur Folge hatte.

Obwohl das Konzept von peNDF die chemische Zusammensetzung der Faser und deren Partikellänge in einem Parameter vereint, werden Aspekte der ruminalen Abbaubarkeit der Futtermittel, vor allem der in der Ration enthaltenen Stärke, nicht berücksichtigt, weshalb peNDF nur unter Berücksichtigung dieser Aspekte ein vollständiges Bild der Ration und ihrer Effekte auf die Pansengesundheit zulässt. Das Verhältnis von peNDF zu pansenabbaubarer Stärke aus Getreide (RDSG) ist direkt proportional zum Pansen-pH-Wert, wobei auch hier ab einem Verhältnis von 1,45 und dem korrespondierenden pH-Wert von 6,2 keine weitere Erhöhung des pH-Wertes möglich ist. Das bedeutet, dass zur Sicherstellung des optimalen ruminalen pH-Wertes ein peNDF zu RDSG Verhältnis von 1,45 nicht unterschritten werden soll, da bei einem höheren Stärke- oder geringeren Faseranteil der pH-Wert im Pansen sinkt (ZEBELI et al. 2008). Man muss jedoch sagen, dass dieses Verhältnis unter

praktischen Bedingungen bei Hochleistungskühen nicht einfach zu erzielen ist.

In *Abbildung 2* kann man 3 verschiedene Risikogruppen für SARA definieren, die sich durch unterschiedliche Leistungsstadien auszeichnen. Der Bereich, in dem sich die Rationen für die Hochlaktation befinden, ist durch einen niedrigen ruminalen pH-Wert aber eine maximale TM-Aufnahme ($> 23,5$ kg/Tag) auf Grund eines geringen Faser-Anteils in der Ration gekennzeichnet. Diese Tiere haben ein sehr hohes Risiko, SARA zu entwickeln. Der Bereich, der die Rationen für Tiere mit geringerer Leistung zeigt, ist durch einen mittleren Pansen pH-Wert von etwa 6,2 gekennzeichnet, begleitet von einer reduzierten TM-Aufnahme (< 22 kg/Tag) auf Grund des ausgesprochen hohen peNDF Anteils in der Ration. Im Überschneidungsbereich sind die Rationen anzusiedeln, deren peNDF Gehalt nicht hoch genug für einen optimalen Pansen pH-Wert ist, der aber die Futteraufnahme nur wenig beeinflusst. Tiere, die solche Rationen erhalten, haben ein deutlich geringeres Risiko, an SARA zu erkranken, als die hochleistenden Tiere. Hier wird einmal mehr deutlich, dass in der Formulierung von Rationen für die hochleistende Milchkuh Kompromisse zwischen Faserversorgung und Kohlenhydrat- bzw. Futteraufnahme gemacht werden müssen.

7. Schlussfolgerungen

Die Aufrechterhaltung eines physiologischen Pansen-pH-Wertes ist von großer Wichtigkeit, da die Begleiterscheinungen und Folgen einer SARA in Form von systemischen Entzündungen und Stoffwechsellentgleisungen sowohl die Gesundheit als auch das Wohlbefinden und die Leistung der Milchkuh in der Hochlaktation stark beeinträchtigen können. Der ruminale pH-Wert, die Versorgung mit strukturierter Faser und pansenabbaubarer Stärke, die TM-Aufnahme und die Passagerate stehen in engem Zusammenhang. Unter Berücksichtigung dieser Interaktionen können Rationen zusammengestellt werden, die ein günstiges Verhältnis zwischen pansenabbaubarer Stärke und Faser aufweisen und diese in hoher Qualität bereitstellen. So lässt sich der ruminale pH-Wert, die Passagerate, die Verdaulichkeit der Einzelkomponenten und damit die Nährstoffeffizienz und Leistung optimieren und Krankheitserscheinungen vorbeugen.

8. Literatur

- ALZAHAL O., M.M. OR-RASHID, S.L. GREENWOOD und B.W. MCBRIDE, 2010: Effect of subacute ruminal acidosis on milk fat concentration, yield and fatty acid profile of dairy cows receiving soybean oil. *J. Dairy Res.* 77, 376-384.
- AMETAJ, B.N., Q. ZEBELI und S. IQBAL, 2010: Nutrition, microbiota, and endotoxin-related diseases in dairy cows. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 433-444.
- BREVES, G. und M. RODEHUTSCORD, 1999: Gibt es Grenzen in der Zucht auf Leistung? – Aus der Sicht der Physiologie. *Züchtungskde.* 71, 420-427.
- CALSAMIGLIA, S., A. FERRET und M. DEVANT, 2002: Effects of pH and pH fluctuations on microbial fermentation and nutrient flow from a dual-flow continuous culture system. *J. Dairy Sci.* 85, 574-579.

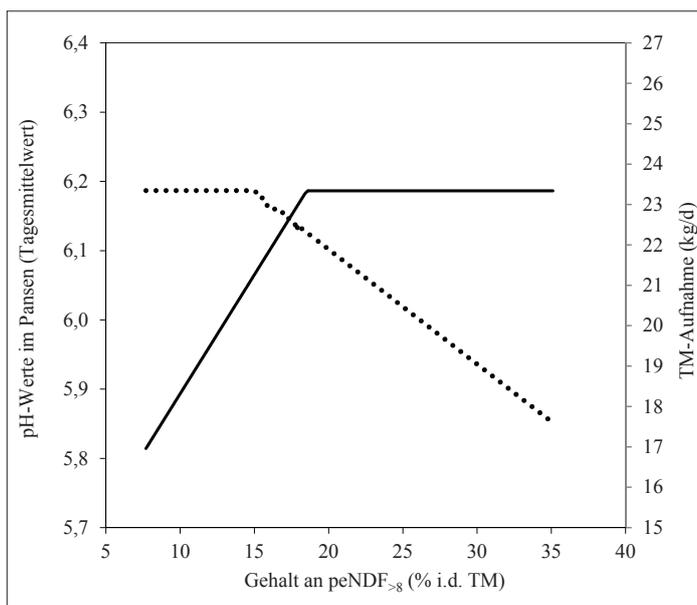


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen peNDF (Partikel über 8 mm) und dem täglichen mittleren Pansen pH-Wert bzw. der resultierenden Trockenmasseaufnahme; Täglicher mittlerer pH-Wert (—) und TM-Aufnahme (--) bei Milchkühen (ZEBELI et al. 2012)

- DIJKSTRA, J., J.L. ELLIS, E. KEBREAB, A.B. STRATHE, S. LÓPEZ, J. FRANCE und A. BANNINK, 2012: Ruminant pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Anim. Feed Sci. Technol.* 172, 22-33.
- FERNANDO, S.C., H.T. PURVIS II, F.Z. NAJAR, L.O. SUKHARNIKOV, C.R. KREHBIEL, T.G. NAGARAJA, B.A. ROE und U. DeSILVA, 2010: Rumen microbial population dynamics during adaptation to a high-grain diet. *Appl. Environ. Microbiol.* 76, 7482-7490.
- GRUBER, L., T. GUGGENBERGER, A. STEINWIDDER, J. HÄUSLER, A. SCHAUER, R. STEINWENDER und B. STEINER, 2001: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen auf Basis der Fütterungsversuche der BAL Gumpenstein. Bericht 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, 2.-3. Mai 2001, 11-36.
- KAMPHUES, J., M. COENEN, C. IBEN, E. KIENZLE, J. PALLAUF, O. SIMON, M. WANNER und J. ZENTEK, 2009: Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung, 11. Aufl, M.&H. Schaper Verlag, Alfeld (Leine), 386 S.
- KHAFIPOUR, E., D.O. KRAUSE und J.C. PLAIZIER, 2007: Induction of subacute ruminal acidosis (SARA) by replacing alfalfa hay with alfalfa pellets does not stimulate inflammatory response in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 85 (Suppl. 1)/*J. Dair. Sci.* 90 (Suppl. 1)/*Poult. Sci.* (Suppl. 1), 654.
- KLEEN, J.L., G.A. HOOIJER, J. REHAGE und J.P. NOORDHUIZEN, 2003: Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 50, 406-414.
- KLEEN, J.L. und C. CANNIZZO, 2012: Incidence, prevalence and impact of SARA in dairy herds *Anim. Feed Sci. Technol.* 172, 4-8.
- KONONOFF, P.J., A.J. HEINRICHS und D.A. BUCKMASTER, 2003: Modification of the Penn State forage and TMR separator and the effects of moisture content on its measurements. *J. Dairy Sci.* 86, 1858-1863.
- KRAUSE, K.M. und G.R. OETZEL, 2006: Understanding and preventing ruminal acute acidosis in dairy herds: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 215-236.
- LAMMERS, B.P., D.R. BUCKMASTER und A.J. HEINRICHS, 1996: A simplified method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 79, 922-928.
- MATTHE, A., P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 2000: On the relevance of bypass starch for glucose supply of high-producing dairy cows. *Übers. Tierernährg.* 28, 1-64.
- MATTHE, A., P. LEBZIEN, I. HRIC, G. FLACHOWSKY und A. SOMMER, 2001: Effect of starch application into proximal duodenum of ruminants on starch digestibility in the small and total intestine. *Arch. Anim. Nutr.* 55, 351-369.
- MOURIÑO, F., R. AKKARAWONGSA und P.J. WEIMER, 2001: Initial pH as a determinant of cellulose digestion rate by mixed ruminal microorganisms in vitro. *J. Dairy Sci.* 84, 848-859.
- NAGARAJA, T.G., 2000: Liver abscesses in beef cattle – potential for dairy monitoring? *Proc. 33rd Annual Convention of the Americ. Assoc. of Bovine Pract.*, Rapid City, 65-68.
- NAGARAJA, T.G. und K.F. LECHTENBERG, 2007: Liver abscesses in feedlot cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 23, 351-369.
- NOCEK, J.E., 1997: Bovine acidosis: implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* 80, 1005-1028.
- OFFNER, A., A. BACH und D. SAUVANT, 2003: Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106, 81-93.
- ÖLSCHLÄGER, V., I. WEBER, W. VAHJEN, M. TAJFAJ, O. SIMON und W. DROCHNER, 2006: Effect of hay particle size and concentrate level on the main cellulolytic bacteria in the rumen of dairy cows. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 147
- PLAIZIER, J.C., D.O. KRAUSE, G.N. GOZHO und B.W. McBRIDE, 2008: Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *Vet. J.* 176, 21-31.
- PLAIZIER, J.C., E. KHAFIPOUR, S. LI, G.N. GOZHO und D.O. KRAUSE, 2012: Subacute ruminal acidosis (SARA), endotoxins and health consequences. *Anim. Feed Sci. Technol.* 172, 9-21.
- SILVEIRA, C., M. OBA, K.A. BEAUCHEMIN und J. HELM, 2007: Effect of grains differing in expected ruminal fermentability on the productivity of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 2852-2859.
- SPIEKERS, H. und V. POTTHAST, 2004: Erfolgreiche Milchviehfütterung, 4. Aufl., DLG-Verlag.
- STEINGASS, H. und Q. ZEBELI, 2008: Strukturbewertung von Rationen für Milchkühe. 35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 9.-10. April 2008, 19-25.
- TAJFAJ, M., M. SCHOLLENBERGER, J. FEOFLOWA, Q. ZEBELI, H. STEINGASS und W. DROCHNER, 2006: Relationship between thiamine concentration and fermentation patterns in the rumen fluid of dairy cows fed with graded concentrate levels *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 90, 335-343.
- TAJFAJ, M., Q. ZEBELI, CH. BAES, H. STEINGASS und W. DROCHNER, 2007: A meta-analysis examining effects of particle size of total mixed rations on intake, rumen digestion and milk production in high-yielding dairy cows in early lactation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 138, 137-161.
- YANG, W.Z. und K.A. BEAUCHEMIN, 2006: Physically effective fiber: method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 2618-2633.
- YANG, W.Z. und K.A. BEAUCHEMIN, 2007: Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and ruminal pH. *J. Dairy Sci.* 90, 2826-2838.
- ZEBELI, Q., M. TAJFAJ, H. STEINGASS, B. METZLER und W. DROCHNER, 2006: Effects of physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 89, 651-668.
- ZEBELI, Q., J. DIJKSTRA, M. TAJFAJ, 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.
- ZEBELI, Q., B.N. AMETAJ, B. JUNCK und W. DROCHNER, 2009: Maize silage particle length modulates feeding patterns and milk composition in loose-housed lactating Holstein cows. *Livest. Sci.* 124, 33-40.
- ZEBELI, Q., D. MANSMANN, H. STEINGASS und B.N. AMETAJ, 2010: Balancing diets for physically effective fibre and ruminally degradable starch: A key to lower the risk of sub-acute rumen acidosis and improve productivity of dairy cattle. *Livest. Sci.* 127, 1-10.
- ZEBELI, Q., S.M. DUNN und B.N. AMETAJ, 2011: Perturbations of plasma metabolites correlated with the rise of rumen endotoxin in dairy cows fed diets rich in easily degradable carbohydrates *J. Dairy Sci.* 94, 2374-2382.
- ZEBELI, Q., J.R. ASCHENBACH, M. TAJFAJ, J. BOGUHN, B.N. AMETAJ und W. DROCHNER, 2012: Invited Review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95, 1041-1056.
- ZEBELI, Q. und B. METZLER-ZEBELI, 2012: Interplay between rumen digestive disorders and diet-induced inflammation in dairy cattle. *Res. Vet. Sci.* (in Press).

Einfluss der Kraftfutterzusammensetzung auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen bei unterschiedlichem Vegetationsstadium des Wiesenfutters

Influence of concentrate composition on feed intake and milk yield of dairy cows at different vegetative stages of meadow forage

Leonhard Gruber^{1*}, Anton Schauer¹, Johann Häusler¹, Andrea Adelwöhrer¹, Marcus Urdl¹, Karl-Heinz Südekum² und Susanne Kirchhof³

Zusammenfassung

Um den Energiebedarf genetisch hochveranlagter Milchkühe decken zu können, sind sowohl eine hohe Grobfutterqualität als auch ein ausreichender Kraftfutteranteil der Ration erforderlich. Die Überschreitung pansenphysiologischer Grenzen durch zu hohe Kraftfutteranteile, rasch fermentierbare Kohlenhydrate, nicht ausreichende Partikelgröße und zu junges Wiesenfutter führt zu (subakuter) Pansenazidose. Neben dem Gehalt an strukturwirksamer, physikalisch effektiver Faser wirken auch die ruminale Abbaubarkeit der Stärke und die Höhe der Futteraufnahme auf den pH-Wert im Pansen. Kraftfutter mit Stärke von geringer Abbaubarkeit und/oder langsamer Abbaurate (getrockneter Mais und Sorghum-Hirse) bzw. mit einem hohen Gehalt an leicht abbaubarer Faser (Trockenschnitzel, Sojaschalen, Rückstände von Zitrusfrüchten) verringern die Säurebelastung im Pansen. Es ist auf Grund dieser positiven Wirkungen auf den Pansenstoffwechsel zu erwarten und wurde in Versuchen mehrfach bestätigt, dass solche Kraftfutter die Futteraufnahme und Milchleistung sowie auch den Milchfettgehalt erhöhen. Allerdings bedeutet der Rückgang von im Pansen fermentierbarer organischer Masse auch, dass die Menge an Mikrobenprotein und damit auch der Milcheiweißgehalt verringert werden.

Daher wurde der Einfluss von Menge und Zusammensetzung des Kraftfutters auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen bei unterschiedlichem Vegetationsstadium des Wiesenfutters untersucht. Als Grobfutter erhielten die Kühe 75 % Grünfutter, 15 % Maissilage und 10 % Heu ad libitum. Eine Dauerwiese mit homogenem Pflanzenbestand wurde in drei Abschnitte geteilt, um den Vegetationsverlauf des Wiesenfutters in allen drei Aufwüchsen der ganzen Vegetationszeit zu verfolgen (Wiederholung 3 Jahre). Jeder Aufwuchs wurde für die Dauer von sieben Wochen verfolgt und in frischem Zustand für die Versuche herangezogen. Als zweiter Versuchsfaktor wurde die Menge (0, 25, 50 % der TM) und Zusammensetzung des Kraftfutters (langsam (L) und

Summary

In order to cover the energy requirement of dairy cows disposing of high-class genetic material, both is necessary, roughage of high quality and a sufficient portion of concentrate in the ration. The transgression of rumenphysiological limits by too large portions of concentrate, quickly fermentable carbohydrates, non-sufficient size of particles and too young forage lead to (sub-acute) rumen acidosis. Beside the content of structurally efficient, physically effective fibres there are also the ruminal degradability of starch and the extent of feed intake affecting the ruminal pH-value. Concentrate with starch of low degradability and/or slow rate of degradation (dry maize and sorghum) and with a high content of easily degradable fibres (dried beet pulp, soybean hulls, residues of citrus fruits) decrease the ruminal acid stress. Due to these positive effects on the rumen's metabolism one can expect – and it was confirmed in several trials, as well – that such concentrate increases feed intake and dairy performance as well as the milk fat percentage. However, the reduction of ruminally fermentable organic material also means that the amount of microbial protein and therefore also the milk protein content are decreased.

Thus, the influence of amount and composition of the concentrate on feed intake and performance of dairy cows was investigated at different vegetative stages of meadow forage. Cows got 75% fresh grass, 15% maize silage and 10% hay ad libitum as roughage ration. A permanent meadow with homogenous crop was divided into three sections, in order to monitor the processing of the meadow's vegetation in all three growths during the whole vegetation period (replication 3 years). Each growth has been followed up for the duration of seven weeks and in fresh condition taken for the trials. As a second parameter the amount (0, 25, 50% of DM) and composition of concentrate (slowly (L) and quickly (S) fermentable) was investigated. The amount as well as the degradability of the concentrate had significant influence on feed intake and milk yield of the cows. On average

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

² Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, D-53115 Bonn

³ Universität Kiel, Institut für Tierernährung und Stoffwechselfysiologie, D-24098 Kiel

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

schnell (S) fermentierbar) geprüft. Sowohl die Menge als auch die Abbaubarkeit des Kraftfutters übten einen signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme und die Milchleistung der Kühe aus. Im Mittel beider Kraftfutterarten ging die Grobfutteraufnahme um 0,54 kg TM pro kg TM Kraftfutter zurück und die aus dem Grobfutter erzielbare Milchleistung um 0,96 kg. Die tatsächliche Milchleistung erhöhte sich pro kg TM Kraftfutter um 0,61 kg Milch bzw. 0,58 kg ECM. Der Fettgehalt erniedrigte sich und der Proteingehalt erhöhte sich mit der Kraftfuttermenge. Das langsam fermentierbare Kraftfutter führte gegenüber dem schnell fermentierbaren Kraftfutter zu einer geringeren Grundfuttermverdrängung (0,49 vs. 0,59) und zu einer geringeren Verminderung des Milchfettgehaltes, allerdings auch zu einer geringeren Erhöhung des Milchproteingehaltes. Alle angeführten Veränderungen lassen sich pansenphysiologisch über die Säureproduktion (flüchtige Fettsäuren) und mikrobielle Proteinsynthese erklären.

Schlagerwörter: Kraftfuttermenge, Kraftfutterzusammensetzung, Wiesenfutter, Vegetationsstadium, Futteraufnahme, Milcherzeugungswert

the intake of roughage decreased by 0.54 kg DM per kg concentrate with both types of concentrate and the milk yield achievable from roughage decreased by 0.96 kg. The actual milk yield increased by 0.61 kg milk per kg DM of concentrate and by 0.58 kg ECM. The fat content decreased and the protein content increased with the amount of concentrate. Compared to the quickly fermentable concentrate, the slowly fermentable concentrate led to a lower substitution of the forage ration (0.59 vs. 0.49) and to a smaller decrease of the milk fat content, however, also to a smaller increase of the milk protein content. All the mentioned changes are rumen-physiologically to be explained by the acid production (volatile fatty acids) and by the microbial protein synthesis.

Keywords: Concentrate level, concentrate composition, meadow forage, vegetative stage, feed intake, milk production from forage

1. Einleitung und Literaturübersicht

Um den Energie- und Nährstoffbedarf genetisch hochveranlagter Milchkühe decken zu können, sind sowohl eine hohe Grobfutterqualität als auch ein ausreichender Kraftfutteranteil der Ration erforderlich. Die Überschreitung pansenphysiologischer Grenzen durch zu hohe Kraftfutteranteile, rasch fermentierbare Kohlenhydrate, nicht ausreichende Partikelgröße und zu junges Wiesenfutter führt zu (subakuter) Pansenazidose (ØRSKOV 1986, NOCEK 1997, STONE 2004, GRAF et al. 2005, KRAUSE und OETZEL 2005, BEAUCHEMIN und YANG 2005, YANG und BEAUCHEMIN 2007, BRAMLEY et al. 2008, DOHME et al. 2008, ZEBELI et al. 2008, DOEPEL et al. 2009, COLMAN et al. 2010). Neben dem Gehalt an strukturwirksamer, physikalisch effektiver Faser (peNDF, MERTENS 1997) wirkt auch die ruminale Abbaubarkeit der Stärke und die Höhe der Futteraufnahme auf die Säureproduktion im Pansen und somit auf den pH-Wert (De VISSER 1996, STEINGASS und ZEBELI 2008, GRUBER 2009).

Kraftfutter mit Stärke von geringer Abbaubarkeit und/oder langsamer Abbaurate bzw. mit einem hohen Gehalt an leicht abbaubarer Faser verringern die Säurebelastung im Pansen und somit das Auftreten von (subakuter) Pansenazidose (Van VUUREN et al. 1986, STEG et al. 1988, De VISSER et al. 1992, De VISSER 1996, KEADY und MAYNE 2001). Zu diesen Kraftfuttern zählen vor allem getrockneter Mais und Sorghum-Hirse. Zu den Kraftfuttern mit leicht abbaubarer Faser gehören insbesondere Trockenschnitzel, Sojaschalen sowie Rückstände von Zitrusfrüchten etc. (SAUVANT et al. 2004, GRUBER et al. 2005). Es ist auf Grund dieser positiven Wirkungen auf den Pansenstoffwechsel zu erwarten und wurde in Versuchen mehrfach bestätigt, dass solche Kraftfutter die Futteraufnahme und Milchleistung sowie auch den Milchfettgehalt erhöhen (MEIJS 1985, JACKSON et al. 1991, SUTTON et al. 1993, ASTON et al. 1994, WEISS 1995, DOHERTY und MAYNE 1996, MOORBY et al.

1996, KEADY et al. 1998, DEWHURST et al. 1999, ROMNEY et al. 2000, KHALILI et al. 2000 und 2001, SPÖRNDLY 1991, HUHTANEN 1993, HUHTANEN et al. 1995, IPHARRAGUERRE et al. 2002, CHERNEY et al. 2003, DELAHOY et al. 2003, SAYERS et al. 2003, SILVEIRA et al. 2007). Allerdings bedeutet der Rückgang von im Pansen fermentierbarer OM auch, dass die Menge an Mikrobenprotein und damit auch der Milcheiweißgehalt verringert werden. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, über die Energie- und Proteinversorgung hinausgehend, die im Zuge von Verdauung und Stoffwechsel entstehenden Vorstufen der in der Milchdrüse gebildeten Milchinhaltsstoffe zu berücksichtigen. Dabei wird in ketogene, aminogene sowie glukogene Nährstoffe unterschieden, welche die Precursor für Fett, Protein und Laktose in der Milch darstellen (TAMMINGA 2000). Die Versorgung an ketogenen, aminogenen und glukogenen Nährstoffen für die Milchsynthese wird durch den Typ der Kohlenhydrate (Faser- und Nichtfaser-Kohlenhydrate), deren Abbaureate und Abbaubarkeit sowie durch das Abbauverhältnis von Kohlenhydraten zu Protein im Pansen gesteuert (De VISSER 1996).

Im vorliegenden Versuch wurde daher der Einfluss von Menge und ruminalem Abbau des Kraftfutters auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen bei unterschiedlichem Vegetationsstadium des Wiesenfutters untersucht.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsplan und Futterrationen

Der Versuchsplan sah drei Kraftfutter-Niveaus vor (0, 25, 50 % der Trockenmasse-Aufnahme [TM]) sowie zwei Stufen des ruminalem Abbaus der Kraftfutter im Pansen (Hoch „H“ und Niedrig „N“). Dies ergibt die fünf Kraftfuttergruppen 0, H25, N25, H50, N50. Die Kraftfutter waren folgendermaßen zusammengesetzt:

Kraftfutter H	Kraftfutter N
25 % Gerste	45 % Mais
25 % Weizen	30 % Sorghum-Hirse
25 % Roggen	10 % Sojaschalen
25 % Hafer	10 % Trockenschnitzel
	5 % Weizenkleie

Das Grobfutter setzte sich aus 75 % Grünfütter, 15 % Maissilage und 10 % Heu (1. Schnitt) zusammen (auf TM-Basis). Das Grünfütter wurde zwei Mal täglich ad libitum angeboten. Dieses Grünfütter wurde während der gesamten Vegetationsperiode in drei Aufwüchsen je 7 Wochen lang verfüttert. Der Einfluss des Vegetationsstadiums auf den Futterwert (Rohnährstoffe, Gerüstsubstanzen, ruminale Abbaubarkeit *in situ* und Verdaulichkeit *in vivo*) sowie auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen ist Gegenstand der Veröffentlichung von GRUBER et al. (2010). In jener Arbeit ist auch Material und Methodik dieses dreijährigen Forschungsprojektes (2000, 2001, 2002, (2003)) zum Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfütter sowie der Kraftfütterergänzung bei Milchkühen im Detail beschrieben. Auf Grund von Hagel (2. Aufwuchs 2000) und Hochwasser (3. Aufwuchs 2002) mussten diese zwei Aufwüchse im Jahr 2003 nachgeholt werden.

2.2 Fütterungsversuch mit Milchkühen

Von jedem Aufwuchs wurde während der 7 Wochen ein Fütterungsversuch mit 15 Milchkühen durchgeführt (Rasse Fleckvieh, Brown Swiss, Holstein Friesian). Die Kühe wurden für die weiteren Aufwüchse nicht verwendet, um den Einfluss des Laktationsstadiums auf Futteraufnahme und Milchleistung möglichst gering zu halten. Das Wiesenfütter wurde täglich ein Mal geerntet und in frischem Zustand an die Kühe (und Hammel des kontinuierlichen Verdauungsversuches; NEHRING 1963, OMBABI et al. 1999) gefüttert. Die Ergänzung mit Mineralstoffen erfolgte bedarfsgerecht als Differenz zwischen Bedarf (GfE 2001) und dem Angebot an Mineralstoffen aus Grob- und Kraftfütter. Als Mineralfütter wurde kohlenaurer Futterkalk (38 % Ca), Viehsalz (37 % Na) und eine phosphorreiche Mineralstoffmischung (9,2 % Ca, 12,6 % P, 4,3 % Mg, 11,7 % Na) verwendet. Die Ergänzung an Spurenelementen und Vitaminen erfolgte konstant mit einer Vormischung (120 g je Tag). Die mit dem Vegetationsstadium und Kraftfütterniveau sich ändernde ruminale N-Bilanz (RNB, GfE 2001) wurde mit Fütterharnstoff ausgeglichen. Die 15 Kühe wurden jeweils 5 Kraftfütter-Gruppen möglichst gleicher Milchleistung und Futteraufnahme zu je 3 Tieren zugeteilt.

Die Milchleistung wurde in der 2. Woche vor Versuchsbeginn bei bedarfsgerechtem Kraftfüttereinsatz erhoben und die Futteraufnahme in der 1. Woche vor Versuchsbeginn bei einem konstanten Kraftfütteranteil von 25 % der TM. Beide Parameter wurden als Basis für die Gruppeneinteilung verwendet und auch als Kovariable im statistischen Modell berücksichtigt. Die Futteraufnahme wurde individuell für jedes Tier zu jeder Mahlzeit erhoben, indem von jedem Füttermittel die Ein- und Rückwaage inklusive TM-Gehalt festgestellt wurde. Die Fütterungszeit dauerte 8 Stunden (04:30-08:30 Uhr und 15:00-19:00 Uhr). Die Füttermittel wurden in der Reihenfolge (1) Kraftfütter inkl. Mineralstoffe, (2) Heu, (3) Maissilage und (4) Grünfütter angeboten.

Die Milchleistung wurde bei jeder Melkung (05:00 und 16:00 Uhr) erhoben (mittels Tru-Test von Westfalia). Die Milchanalyse erfolgte mit einem MilcoScan (MSC-605, Foss Electric) aus einer Sammelprobe pro Tag. Die Kühe wurden ein Mal pro Woche um die gleiche Tageszeit (13:00 Uhr) gewogen.

2.3 Statistische Auswertung

Die Daten wurden mit dem Programm SAS (2010) nach der Prozedur GLM statistisch ausgewertet. In den Ergebnistabellen werden die LS means und die gepoolte Standardabweichung innerhalb Gruppen (RSD, Wurzel Durchschnittsquadrat Rest) sowie die P-Werte für die Effekte und das Bestimmtheitsmaß R^2 angeführt.

Im statistischen Modell zur Auswertung des Versuches sind die Effekte **Aufwuchs**, **Woche** und **Jahr** sowie die Interaktion **Aufwuchs** × **Woche** und die **Kraftfütter-Gruppe**, **Rasse** und **Laktationszahl** sowie die Interaktionen **Aufwuchs** × **Kraftfütter-Gruppe**, **Woche** × **Kraftfütter-Gruppe** und die Kovariablen **Laktationstag vor Versuchsbeginn**, **Futteraufnahme vor Versuchsbeginn**, **Milchleistung vor Versuchsbeginn**, **Milchfettgehalt vor Versuchsbeginn** und **Milcheiweißgehalt vor Versuchsbeginn** enthalten:

$$y_{ijklmn} = A_i + W_j + J_k + K_l + R_m + L_n + (A \times W)_{ij} + (A \times K)_{il} + (W \times K)_{jl} + b_1 T_{vVb} + b_2 I_{vVb} + b_3 M_{vVb} + b_4 F_{vVb} + b_5 E_{vVb} + e_{ijklmn}$$

A_i = fixer Effekt Aufwuchs i, i = 1, 2, 3
 W_j = fixer Effekt Woche j, j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
 J_k = fixer Effekt Jahr k, k = 1, 2, 3, 4
 K_l = fixer Effekt Kraftfütter-Gruppe l, l = 1, 2, 3, 4, 5
 R_m = fixer Effekt Rasse m, m = 1, 2, 3
 L_n = fixer Effekt Laktationszahl n, n = 1, 2, 3, 4, 5, 6
 $(A \times W)_{ij}$ = Interaktion Aufwuchs i × Woche j
 $(A \times K)_{il}$ = Interaktion Aufwuchs i × Kraftfütter-Gruppe l
 $(W \times K)_{jl}$ = Interaktion Woche j × Kraftfütter-Gruppe l
 $b_1 T_{vVb}$ = Kovariable Laktationstag vor Versuchsbeginn
 $b_2 I_{vVb}$ = Kovariable Futteraufnahme vor Versuchsbeginn
 $b_3 M_{vVb}$ = Kovariable Milchleistung vor Versuchsbeginn
 $b_4 F_{vVb}$ = Kovariable Milchfettgehalt vor Versuchsbeginn
 $b_5 E_{vVb}$ = Kovariable Milcheiweißgeh. vor Versuchsbeginn
 e_{ijklmn} = Restkomponente

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Charakterisierung der Versuchsfüttermittel

Die im Fütterungsversuch eingesetzten Füttermittel (Grünfütter, Heu, Maissilage, Kraftfütter H und N) sind in *Tabelle 1* beschrieben. Der Einfluss von Aufwuchs und Vegetationsstadium auf den Futterwert von Wiesenfütter wird bei GRUBER et al. (2010) ausführlich diskutiert, hier wird nur Mittelwert, Streuung und Spannweite angeführt.

Der Rohproteingehalt [XP] des **Wiesenfütters** betrug im Durchschnitt 170 g, mit einer Spannweite von 84 – 235 g/kg TM. Einen ebenfalls weiten Streubereich ergaben

die Rohfaser [XF] (283 g, 203 – 356 g/kg TM) sowie die Gerüstsubstanzen [NDFom] (581 g, 494 – 667 g/kg TM). Über einen entsprechend weiten Bereich spannten sich auch die Verdaulichkeit [dOM] (Mittelwert 71,1 %, 58,0 – 81,2 %) und die Parameter der *in situ*-Abbaubarkeit nach ØRSKOV und McDONALD (1979). Die Abbauraten [c] der organischen Masse [OM] des Wiesenfutters betrug im Durchschnitt 6,6 %/h, mit einer Spannweite von 3,9 – 10,2 %/h (nach KIRCHHOF 2007). Die potenzielle Abbaubarkeit [a + b] belief sich auf 79,5 % (71,1 – 88,9 %). Die Verdaulichkeit der Rohfaser [XF] und Gerüstsubstanzen [NDFom] verringerte sich im Lauf der Vegetation noch deutlicher als die OM. Dementsprechend wies der Energiegehalt einen Bereich von 4,53 – 6,78 MJ NEL/kg TM auf, bei einem Mittelwert von 5,68 MJ NEL. Auch die Mineralstoffe zeigten eine starke Abhängigkeit von Vegetationsstadium sowie von Aufwuchs.

Der mit fortschreitender Vegetation einhergehende Anstieg der Gerüstsubstanzen und die intensive Lignifizierung sind

in vielen Futterwert-Tabellen (u.a. INRA 1989 und 2007, DLG 1997, RAP 1999, NRC 2001, ÖAG-Futterwerttabellen 2006) und Untersuchungen dokumentiert. Die Ursache für die verminderte Abbaubarkeit liegt in der zunehmenden Lignifizierung der Gerüstsubstanzen, die den Zutritt der fibrolytischen Enzyme an den Lignin-Kohlenhydrat-Komplex räumlich behindert (JUNG und DEETZ 1993).

Zur Stabilisierung der Fermentationsvorgänge im Pansen wurde das Wiesenfutter im Fütterungsversuch mit 10 % Heu und 15 % Maissilage ergänzt. Das Heu (1. Aufwuchs) wies einen Gehalt an Rohfaser von 300 g/kg TM auf und an NDFom von 568 g/kg TM. Verdaulichkeit und Energiekonzentration beliefen sich auf 68,8 dOM % bzw. 5,55 MJ NEL. Entsprechend der Grenzlage für Silomais im alpinen Raum betrug der Gehalt an Rohfaser 241 g/kg TM und an NDFom 476 g/kg TM. Der Energiegehalt war mittelmäßig und betrug 6,13 MJ NEL und die Verdaulichkeit [dOM] wies 70,5 % auf. Bei ähnlicher Verdaulichkeit (68,8 vs. 70,5 %) unterschieden sich Heu und Maissilage deutlich in der Abbaubarkeit (49,2 vs.

Tabelle 1: Beschreibung der Versuchsfuttermittel

Parameter	Einheit	Mittelwert	Wiesenfutter frisch			Heu 1. Aufwuchs	Mais- silage	Kraftfutter	
			± s	Min	Max			H	N
Rohnährstoffe (Weender Analyse, nach VDLUFA 1976)									
TM	g/kg FM	171	23	133	262	871	303	875	878
XP	g/kg TM	170	32	84	235	129	87	133	116
XL	g/kg TM	22	3	17	33	18	31	19	35
XF	g/kg TM	283	34	203	356	300	241	57	73
XX	g/kg TM	419	26	352	466	469	591	766	743
XA	g/kg TM	107	14	88	141	84	50	25	33
Gerüstsubstanzen und Nichtfaser-Kohlenhydrate (Van SOEST et al. 1991)									
NDFom	g/kg TM	581	47	494	667	568	476	236	221
ADFom	g/kg TM	339	39	251	428	336	275	72	98
ADLom	g/kg TM	42	8	22	57	35	32	14	13
NFC	g/kg TM	121	33	35	190	201	357	586	595
Parameter der <i>in situ</i>-Abbaubarkeit OM (nach Dissertation KIRCHHOF 2007)									
a	%	17,5	5,2	9,0	29,9	22,1	14,3	7,9	9,7
b	%	62,0	4,7	51,9	72,1	59,7	59,4	74,5	83,3
c	%/h	6,6	1,7	3,9	10,2	4,6	3,6	27,9	4,3
a + b	%	79,5	4,6	71,1	88,9	81,8	73,8	82,4	93,0
ED2	%	64,1	6,3	53,2	77,4	62,8	52,0	76,6	66,3
ED5	%	51,5	6,8	38,8	66,4	49,2	38,4	69,2	47,8
ED8	%	44,1	6,6	31,4	59,4	42,1	31,9	63,1	38,4
Verdaulichkeit der Nährstoffe und Gerüstsubstanzen									
dOM	%	71,1	5,4	58,0	81,2	68,8	70,5	82,5	86,8
dXP	%	71,9	5,9	49,5	87,2	61,6	54,1	67,6	59,0
dXL	%	21,9	12,8	0,0	48,5	27,7	76,7	61,9	68,6
dXF	%	73,0	6,5	48,7	86,1	68,7	62,4	49,1	71,4
dXX	%	72,0	6,2	56,5	85,2	72,2	75,9	93,3	99,8
dNDF	%	72,3	7,3	52,9	84,5	67,6	56,3	52,5	75,6
dADF	%	68,9	6,6	51,2	81,2	62,7	54,6	41,4	67,4
dNFC	%	73,3	5,1	65,0	82,6	80,7	92,9	98,6	97,5
Proteingehalt (nXP-System) und Energiekonzentration (nach GfE 2001)									
degXP	%	84,7	0,7	83,2	86,6	78,6	75,0	81,1	56,3
nXP	g/kg TM	131	12	104	152	127	127	157	168
RNB	g/kg TM	6,2	3,7	-3,1	13,2	0,3	-6,5	-3,8	-8,4
DOMD	g/kg TM	635	47	528	725	631	670	805	840
ME	MJ/kg TM	9,59	0,75	7,94	11,09	9,43	10,27	12,31	12,95
NEL	MJ/kg TM	5,68	0,53	4,53	6,78	5,55	6,13	7,66	8,16
Mengenelemente									
Ca	g/kg TM	7,6	1,7	4,2	11,1	5,6	2,2	1,1	2,1
P	g/kg TM	2,9	0,4	2,1	3,9	2,4	2,1	3,5	3,4
Mg	g/kg TM	2,9	0,8	1,7	4,6	2,4	1,7	1,3	1,6
K	g/kg TM	29,1	4,3	18,3	37,8	25,8	13,1	6,2	7,8
Na	g/kg TM	0,72	0,63	0,23	2,90	0,27	0,07	0,08	0,56

38,4 % effektive Abbaubarkeit ED5) sowie Abbauraten (4,6 vs. 3,6 %/h). Die Verdauung des Heus erfolgte also zu größeren Anteilen in den Vormägen, während Maissilage in stärkerem Maß im hinteren Verdauungstrakt verdaut wurde. Entsprechend dem Versuchsplan unterschieden sich die **Kraftfutter H und N** grundsätzlich in ihrem Abbauverhalten im Pansen (Tabelle 1). Die Abbauraten [c] der OM machte in Kraftfutter H und N 27,9 bzw. 4,3 %/h aus. Bei einer Passagerate von 5 % bedeutet dies eine effektive Abbaubarkeit [ED5] von 69,2 bzw. 47,8 %. Dagegen war die potenzielle Abbaubarkeit sowie die Verdaulichkeit der OM in Kraftfutter N höher als in H (82,4 vs. 93,0 % [a + b] sowie 82,5 vs. 86,8 % [dOM]). Somit wird offensichtlich, dass die Abbauraten und die Passageraten den Ort und das Ausmaß der Verdauung maßgeblich steuern (WALDO et al. 1972, RUSSELL et al. 1992, SNIFFEN et al. 1992). Da bei der Fermentation durch die Mikroorganismen gänzlich andere Stoffwechselprodukte entstehen (nämlich die flüchtigen Fettsäuren Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure) als bei der enzymatischen Verdauung im unteren Verdauungstrakt (im wesentlichen Glukose, Aminosäuren und langkettige Fettsäuren) kommt es zu einer deutlich unterschiedlichen Anflutung an ketogenen, aminogenen und glukogenen Nährstoffen für die Milchsäure synthese (TAMMINGA 2000).

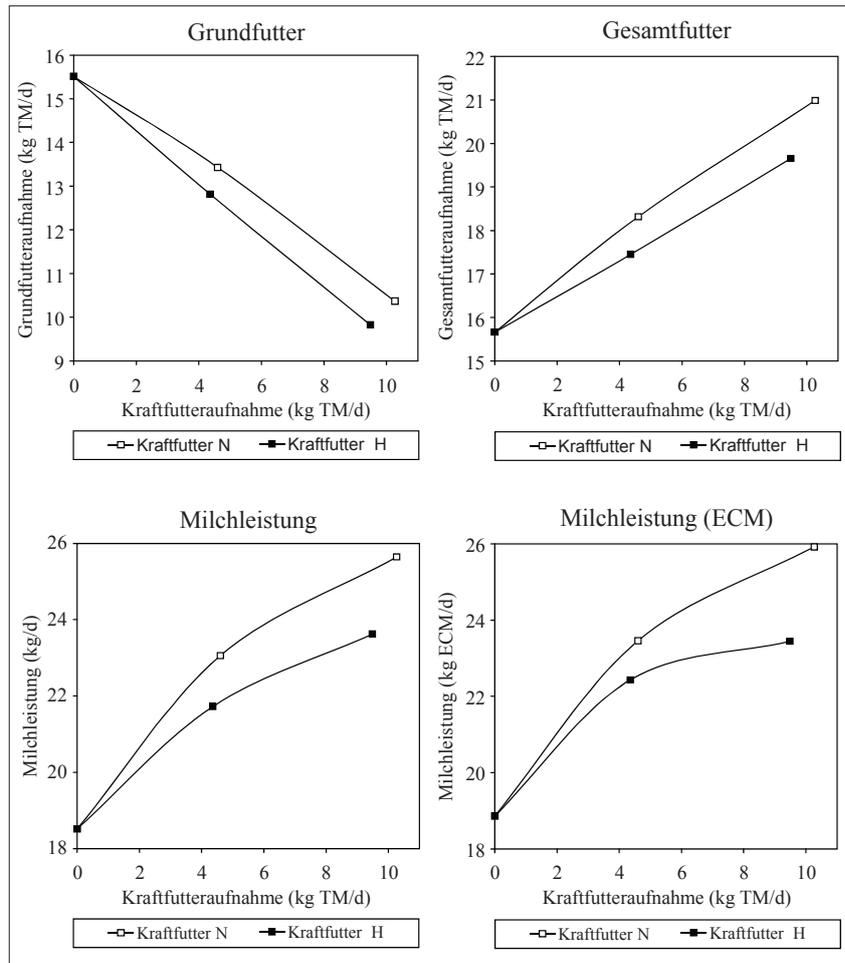


Abbildung 1: Einfluss von Menge und ruminalem Abbau des Kraftfutters auf Futtermittel- und Milchleistung (Haupteffekt Kraftfutter)

Tabelle 2: Ergebnisse des Fütterungsversuches mit Milchkühen

Parameter	Einheit	Kraftfutter-Gruppe					RSD	P-Werte			R ²
		0	H25	N25	H50	N50		KF	KF × Aw	KF × Wo	
Lebendmasse	kg	629	652	637	639	622	38	0,000	0,000	0,000	0,631
Futter- und Nährstoffaufnahme (pro Tag)											
Grobfutter	kg TM/d	15,5	12,8	13,4	9,8	10,4	1,0	0,000	0,000	0,000	0,878
Kraftfutter	kg TM/d	0,0	4,4	4,6	9,5	10,3	0,8	0,000	0,000	0,001	0,964
Gesamtfutter	kg TM/d	15,7	17,5	18,3	19,7	21,0	1,3	0,000	0,000	0,002	0,781
NDF pro LM	g/kg	14,0	12,8	13,6	12,4	13,2	1,3	0,000	0,000	0,849	0,553
XP	g/d	2499	2669	2730	3021	3083	223	0,000	0,000	0,000	0,818
nXP	g/d	2023	2375	2545	2796	3101	193	0,000	0,000	0,000	0,854
NEL	MJ/d	89,1	107,9	115,6	130,3	144,3	9,1	0,000	0,000	0,000	0,864
Nährstoffkonzentration (in der TM)											
XP	g/kg TM	159	152	148	154	147	7	0,000	0,000	0,000	0,838
XF	g/kg TM	275	220	223	168	173	9	0,000	0,018	0,000	0,961
NDF	g/kg TM	558	475	471	399	388	15	0,000	0,025	0,000	0,952
ME	MJ/kg TM	9,58	10,26	10,43	10,88	11,22	0,18	0,000	0,244	0,000	0,932
NEL	MJ/kg TM	5,68	6,17	6,30	6,63	6,89	0,13	0,000	0,248	0,000	0,935
RNB	g/kg TM	4,8	2,6	1,5	1,8	-0,2	1,0	0,000	0,000	0,000	0,849
Milchleistung (pro Tag)											
Milchleistung	kg/d	18,5	21,7	23,1	23,6	25,6	2,0	0,000	0,000	0,000	0,881
Fettgehalt	%	4,33	4,38	4,28	3,97	4,16	2,02	0,000	0,000	0,159	0,881
Proteingehalt	%	3,16	3,28	3,24	3,42	3,36	2,02	0,000	0,000	0,159	0,881
Harnstoff	mg/100 ml	28,0	23,3	19,9	18,3	13,1	5,0	0,000	0,001	0,447	0,670
ECM	kg/d	18,9	22,4	23,5	23,4	25,9	2,3	0,000	0,000	0,000	0,854
Milch aus GF	kg/d	16,4	11,3	12,6	6,1	7,3	2,0	0,000	0,000	0,000	0,865
Milch aus GES	kg/d	16,4	21,9	24,5	29,1	33,7	2,9	0,000	0,000	0,000	0,861
NEL-Bilanz	MJ/d	-9,9	-3,8	1,1	15,7	22,3	9,4	0,000	0,088	0,976	0,769

3.2 Ergebnisse des Fütterungsversuches mit Milchkühen

Die Ergebnisse des Fütterungsversuches mit Milchkühen sind in *Tabelle 2* und den *Abbildungen 1 bis 4* angeführt. Es sind die LS-Mittelwerte der 5 Kraftfutter-Gruppen [0, H25, N25, H50, N50] (Haupteffekt **Kraftfutter**) sowie die P-Werte des Haupteffektes **Kraftfutter** und dessen Wechselwirkung zu Aufwuchs (**KF** × **Aw**) und Vegetationswoche (**KF** × **Wo**) angegeben.

Mit steigendem Kraftfutterniveau ging die Grobfutteraufnahme nahezu linear von 15,5 auf 9,8 bzw. 10,4 kg TM in den Gruppen H und N zurück (hoher und niedriger Abbau des KF). Daraus errechnet sich eine mittlere Grobfutterverdrängung von 0,54 kg TM (0,60 vs. 0,50 kg TM in H bzw. N). Die mit steigenden Kraftfutt ergaben abnehmende Grobfutteraufnahme lässt sich einerseits mit erhöhter Säurebelastung im Pansen erklären und andererseits mit der durch Kraftfutter verbundenen Energieübersversorgung der Kühe (FAVERDIN et al. 1991, GRUBER 2007). Die geringere Grobfutterverdrängung und somit höhere Gesamtfutteraufnahme bei niedrigem Abbau des Kraftfutters (N) bestätigt die

in der Literaturübersicht diskutierten Arbeiten (Abschnitt 1), wonach in vielen Fällen mit Kraftfutter von niedriger Abbauraten bzw. Abbaubarkeit eine höhere Gesamtfutteraufnahme erzielt wurde (MEIJS 1985, JACKSON et al. 1991, SUTTON et al. 1993, ASTON et al. 1994, WEISS 1995, DOHERTY und MAYNE 1996, MOORBY et al. 1996, KEADY et al. 1998, DEWHURST et al. 1999, ROMNEY et al. 2000, KHALILI et al. 2000 und 2001, SPÖRNDLY 1991, HUHTANEN 1993, HUHTANEN et al. 1995, IPHARRAGUERRE et al. 2002, CHERNEY et al. 2003, DELAHOY et al. 2003, SAYERS et al. 2003, SILVEIRA et al. 2007). Die Aufnahme an NDF (g/kg Lebendmasse) war in den Gruppen N ebenfalls etwas höher und betrug im Durchschnitt 13,2 g. MERTENS (1994) gibt die mittlere Aufnahme an NDF mit 12,5 g/kg LM an, wenn die Futteraufnahme der Tiere vorrangig physikalisch reguliert wird. Verbunden mit dem höheren Energiegehalt des Kraftfutters N resultierte die höhere Futteraufnahme in einer signifikant höheren Energieaufnahme der Tiere mit Kraftfutter N. Mit Ausnahme der NDF-Aufnahme bestand zwischen **Kraftfutter** und **Aufwuchs** bzw. **Vegetationswoche** in allen Parametern der Futter- und Nährstoffaufnahme eine signifikante Wechselwirkung (*Abbildungen 3 und 4*).

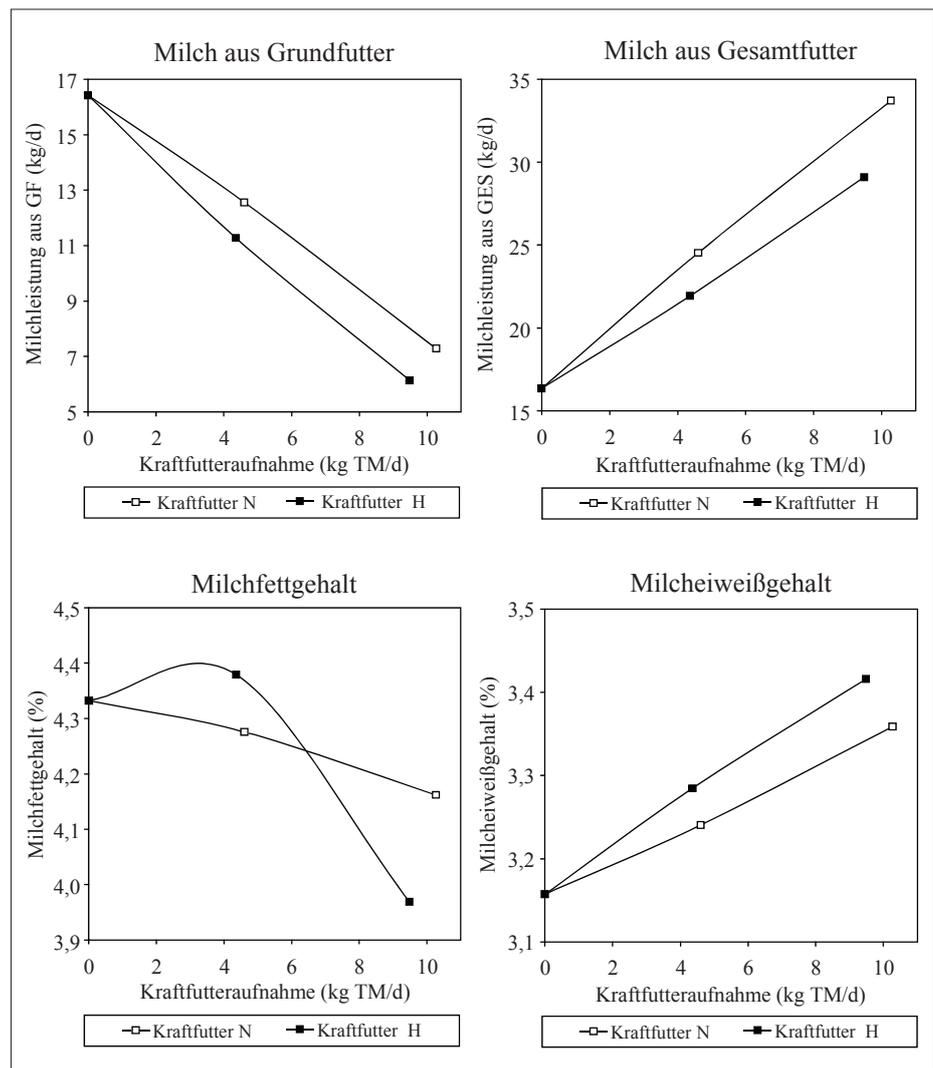


Abbildung 2: Einfluss von Menge und ruminalem Abbau des Kraftfutters auf Milcherzeugungswert und Milchinhaltsstoffe (Haupteffekt Kraftfutter)

Mit steigendem Kraftfutterniveau ging der Proteingehalt der Gesamtration von 16 auf 15 % zurück. Allerdings waren die Pansenmikroben in allen Gruppen ausreichend mit RDP (rumen degradable protein) versorgt, wie die positiven Werte der ruminalen N-Bilanz [RNB] zeigen (GfE 2001). Die Kühe erhielten durchschnittlich 35, 31, 37, 69 bzw. 90 g Harnstoff pro Tag (Werte nicht in *Tabelle 1* angeführt).

Die Milchleistung stieg mit zunehmendem Kraftfutterangebot an, allerdings nicht linear, sondern in degressiver Form. Im Mittel beider Kraftfuttertypen (H, N) erhöhte sich die Milchleistung bis zum Kraftfuttanteil von 25 % um 0,87 kg pro kg TM Kraftfutter und nur um 0,43 kg im Kraftfuttbereich 25 bis 50 %. Hinsichtlich Kraftfuttertyp war Gruppe N in beiden Kraftfuttelniveaus überlegen (21,7 vs. 23,1 kg Milch (25 % KF) bzw. 23,6 vs. 25,6 kg Milch (50 % KF)). Die mit steigendem Kraftfuttangebot abnehmende Response an Milchleistung haben COULON und REMOND (1991) in einer Meta-Analyse umfangreicher Literaturdaten bestätigt und die Energiebilanz als die wesentliche Ursache für die abnehmende Milchleistungssteigerung herausgearbeitet. Im vorliegenden Versuch war die Energiebilanz in KF0 negativ (-9,9 MJ NEL), in KF25 etwa ausgeglichen

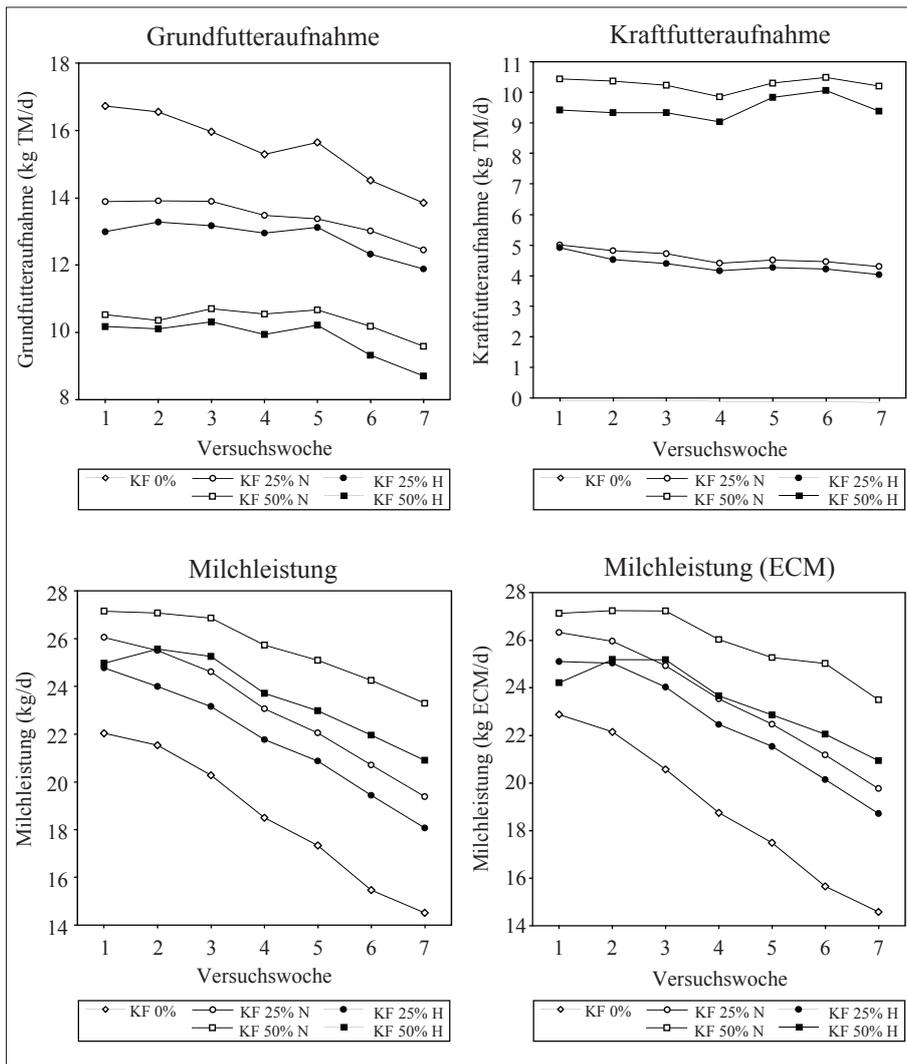


Abbildung 3: Einfluss von Menge und ruminalem Abbau des Kraftfutters auf Futteraufnahme und Milchleistung (Wechselwirkung Kraftfutter × Woche)

(im Mittel -1,4 MJ NEL) und in KF50 stark positiv (im Mittel +19,0 MJ NEL).

Aus der Meta-Analyse von COULON und REMOND (1991) sowie der zusammenfassenden Auswertung der in Gumpenstein durchgeführten Fütterungsversuche (GRUBER 2007) und der vorliegenden Arbeit ist abzuleiten, dass ein steigendes Energieangebot über Kraftfutter zu einer abnehmenden Steigerung der Milchleistung führt. Die Ursache dafür liegt einerseits in der sog. Grundfuttermverdrängung, die umso größer ist, je höher die Energiebilanz einer Kuh ist (FAVERDIN et al. 1991). Weiters reduziert sich der tatsächliche Energiegehalt einer Ration gegenüber dem theoretischen, wenn das Futterniveau und/oder der Kraftfutteranteil ansteigen (sog. negative associative effects zwischen Grund- und Kraftfutter; INRA 1989). Andererseits kann zusätzlich zugeführte, über den Bedarf hinausgehende Energie nicht vollständig in Milchleistung umgesetzt werden, wenn das genetisch festgelegte Leistungspotenzial ausgeschöpft ist. Somit wird überschüssige Energie in verstärktem Maß als Körperansatz verwertet, was die Kraftfuttereffizienz zusätzlich vermindert.

Als ganz entscheidender Einflussfaktor der Kraftfutterwirkung hat sich auch die Dauer eines Fütterungsregimes

(Kraftfutterniveaus) erwiesen. Bei kurzfristiger Unterversorgung mit Kraftfutter mobilisieren Kühe ihre Körperreserven. Die dabei festgestellte, nur relativ geringe, Verminderung der Milchleistung ergibt dadurch gegenüber normversorgten Tieren eine scheinbar geringe Verwertung der mit dem Kraftfutter zugeführten Energie. Nachdem das Mobilisationsvermögen (bis zum vollständigen Verbrauch der Körperreserven) zeitlich begrenzt ist, wird die tatsächliche Kraftfutterwirkung erst bei langfristiger Anwendung (bzw. Betrachtung) sichtbar.

Neben der Menge des Kraftfutters hat auch der Typ (hohe vs. niedrige Abbaurrate bzw. Abbaubarkeit) einen Einfluss auf die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe. Wenn auch die in der Literatur vorliegenden Ergebnisse (siehe Literaturübersicht in Abschnitt 1) nicht in allen Fällen eine Steigerung der Milchleistung zeigen, so ist doch zu erwarten, dass im Falle von erhöhter Futteraufnahme – durch günstigere Pansenbedingungen – auch die Milchleistung ansteigt sowie durch einen höheren Anteil an Azetat auch ein höherer Milchfettgehalt festzustellen ist. Dem steht allerdings ein Rückgang von im Pansen fermentierbarer OM gegenüber, der zu einer geringeren mikrobiellen Proteinsynthese führt, was häufig auch den

Milcheiweißgehalt vermindert. Im vorliegenden Versuch erzielten die Kühe mit Kraftfutter N gegenüber H eine um 1,4 kg (25 % KF) bzw. 2,0 kg (50 % KF) höhere Milchleistung. Besonders bei hohem Kraftfutteranteil fiel die Gruppe H gegenüber N deutlich in der ECM-Leistung ab, was auch vom bemerkenswerten Rückgang des Fettgehaltes herrührt. Mit steigendem Kraftfutteranteil ging – wie zu erwarten – der Milchfettgehalt zurück, ganz besonders beim stärkereichen Kraftfutter H (Abbildung 2). Demgegenüber stieg der Milcheiweißgehalt mit höheren Kraftfuttermgaben an, was über die – energieabhängige – mikrobielle Proteinsynthese eindeutig zu erklären ist. Der Milcheiweißgehalt in Gruppe N war im Durchschnitt beider Kraftfutterniveaus um 0,05 % niedriger, wofür ebenfalls die geringere Proteinsynthese im Pansen als Ursache zu diskutieren ist.

Es ist zusammenfassend festzuhalten, dass sowohl die Verdrängung des Grobfutters als auch die Steigerung der Milchleistung durch Kraftfutter wesentlich von der Energiebilanz der Milchkuh abhängen, d.h. von der Differenz an Aufnahme und Bedarf an Energie. Bei Energiemangel tritt eine geringe Grobfutter-Verdrängung und hohe Kraftfutter-Effizienz auf, weil der Organismus nach einer

ausgeglichene Energie-Bilanz strebt (WANGSNESS und MULLER 1981). Dagegen führt ein Energieüberschuss zu einer hohen Grobfutter-Verdrängung und geringen Kraftfutter-Effizienz, da die mit dem Kraftfutter zusätzlich aufgenommene Energie durch geringere Grobfutteraufnahme zum Teil kompensiert wird, um die Energie-Bilanz nicht weiter zu erhöhen. Außerdem sind der Milchleistung von Seiten des genetischen Potenzials der Kühe Grenzen gesetzt, die zu einer immer geringeren Steigerung der Milchleistung führt, während ein zunehmender Teil der mit dem Kraftfutter aufgenommenen Energie in den Körperansatz geleitet wird. Die Verwendung von Kraftfutter mit geringer Abbaurate bzw. Abbaubarkeit (hochverdauliche Faser-Kohlenhydrate an Stelle von Stärke) verringert die Säurebelastung im Pansen und kann somit sowohl die Futteraufnahme als auch die Milchleistung erhöhen. Durch Verschiebung der Fermentation in Richtung Azetat wird in vielen Fällen der Milchfettgehalt erhöht (TAMMINGA 2000). Da allerdings bei geringerer Abbaubarkeit auch die Fermentation und das Mikrobienwachstum eingeschränkt werden, verringert sich häufig auch der Milcheiweißgehalt.

Die angesprochenen Effekte auf Futteraufnahme und Milchleistung sowie Milchinhaltsstoffe werden umso deutlicher sein, je kritischer die pH-Situation bei Verwendung eines stärkereichen Kraftfutters ist, d.h. bei hohen Kraftfutteranteilen und geringer Strukturwirkung des Grobfutters.

4. Literatur

- ASTON, K., C. THOMAS, S.R. DALEY und J.D. SUTTON, 1994: Milk production from grass silage diets: Effects of the composition of supplementary concentrates. *Anim. Prod.* 59, 335-344.
- BEAUCHEMIN, K.A. und W.Z. YANG, 2005: Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *J. Dairy Sci.* 88, 2117-2129.
- BRAMLEY, E., I.J. LEAN, W.J. FULKERSON, M.A. STEVENSON, A.R. RABIEE und N.D. COSTA, 2008: The definition of acidosis in dairy herds predominantly fed on pasture and concentrates. *J. Dairy Sci.* 91, 308-321.
- CHERNEY, D.J.R., J.H. CHERNEY und L.E. CHASE, 2003: Influence of dietary nonfiber carbohydrate concentration and supplementation of sucrose on lactation performance of cows fed fescue silage. *J. Dairy Sci.* 86, 3983-3991.

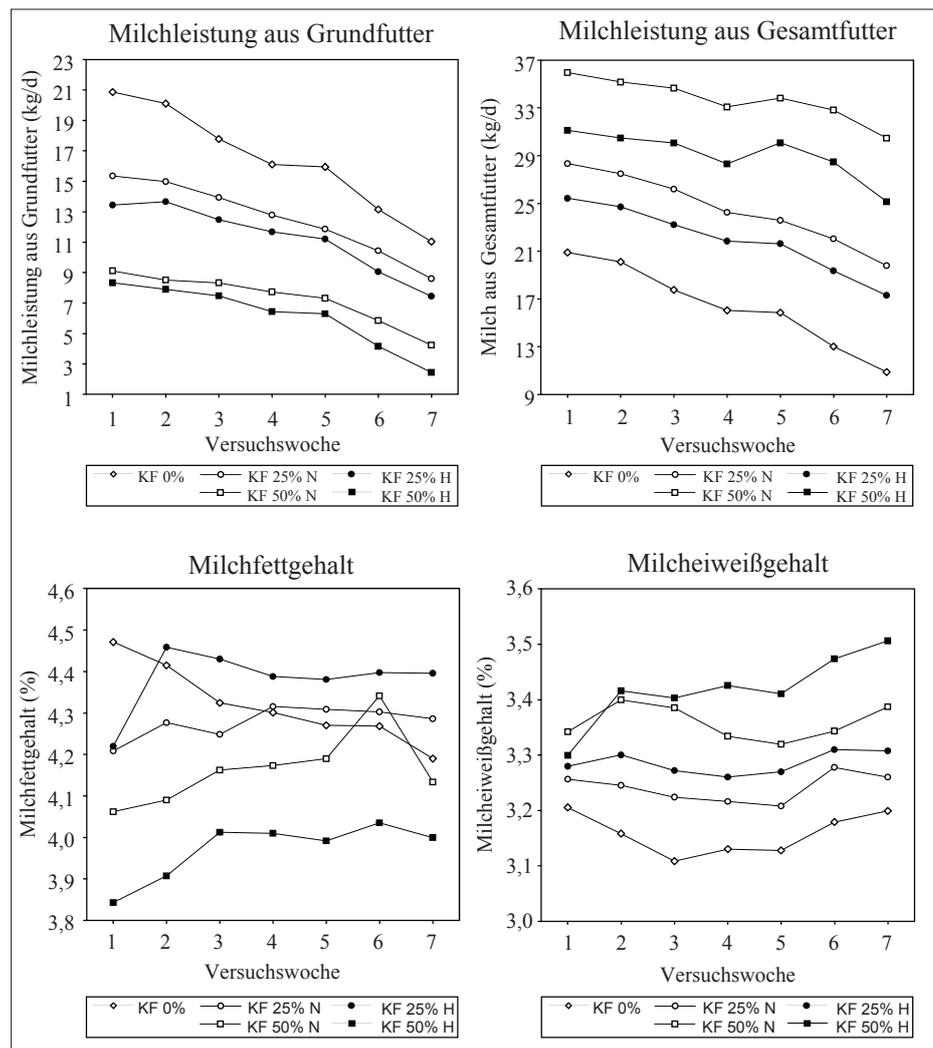


Abbildung 4: Einfluss von Menge und ruminalem Abbau des Kraftfutters auf Milcherzeugungswert und Milchinhaltsstoffe (Wechselwirkung Kraftfutter \times Woche)

- COLMAN, E., W.B. FOKKINK, M. CRANINX, J.R. NEWBOLD, B. DEBAETS und V. FIEVEZ, 2010: Effect of induction of subacute ruminal acidosis on milk fat profile and rumen parameters. *J. Dairy Sci.* 93, 4759-4773.
- COULON, J.B. und B. REMOND, 1991: Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: a review. *Livest. Prod. Sci.* 29, 31-47.
- DELAHOY, J.E., L.D. MULLER, F. BARGO, T.W. CASSIDY und L.A. HOLDEN, 2003: Supplemental carbohydrate sources of lactating dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86, 906-915.
- De VISSER, H., 1996: Characterization of carbohydrates in concentrates for dairy cows. In: *Recent Developments in Ruminant Nutrition 3* (P.C. Garnsworthy, D.J.A. Cole, Eds.), Nottingham University Press, 155-174.
- De VISSER, H., P.L. Van der TOGT und S. TAMMINGA, 1990: Structural and non-structural carbohydrates in concentrate supplements of silage-based dairy cow rations. 1. Feed intake and milk production. *Neth. J. Agric. Sci.* 38, 487-498.
- De VISSER, H., P.L. Van der TOGT, H. HUISERT und S. TAMMINGA, 1992: Structural and non-structural carbohydrates in concentrate supplements of silage-based dairy cow rations. 2. Rumen degradation, fermentation and kinetics. *Neth. J. Agric. Sci.* 40, 431-445.

- DEWHURST, R.J., K. ASTON, W.J. FISHER, R.T. EVANS, M.S. DHANOA und A.B. McALLAN, 1999: Comparison of energy and protein sources offered at low levels in grass-silage-based diets for dairy cows. *Anim. Sci.* 68, 789-799.
- 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.
- DOHERTY, J.G. und C.S. MAYNE, 1996: The effect of concentrate type and supplementary lactic acid or soya oil on milk production characteristics in dairy cows offered grass silages of contrasting fermentation type. *Anim. Sci.* 62, 187-198.
- DOHME, F., T.J. DeVRIES und K.A. BEAUCHEMIN, 2008: Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Ruminal pH. *J. Dairy Sci.* 91, 3554-3567.
- FAVERDIN, P., J.P. DULPHY, J.B. COULON, R. VERITE, L.P. GAREL, L. ROUEL und B. MARQUIS, 1991: Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 27, 137-156.
- 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.
- GRAF, C.M., M. KREUZER und F. DOHME, 2005: Effects of supplemental hay and corn silage versus full-time grazing on ruminal pH and chewing activity of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88, 711-725.
- GRUBER, L., G. STÖGMÜLLER, K. TAFERNER, L. HABERL, G. MAIERHOFER, B. STEINER, A. STEINWIDDER, A. SCHAUER, und W. KNAUS, 2005: Protein- und Kohlenhydrat-Fractionen nach dem Cornell-System sowie ruminaler Trockenmasseabbau in situ von energie- und proteinreichen Kraftfuttermitteln. *Übers. Tierernähr.* 33, 129-143.
- GRUBER, L., 2007: Einfluss der Kraftfuttermenge auf Futterraufnahme und Leistung von Milchkühen. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2007, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdring, 19.-20. April 2007, 35-51.
- GRUBER, L., 2009: Chemische Zusammensetzung, Analytik und Bedeutung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Ernährung der Wiederkäuer. *Übers. Tierernähr.* 37, 45-86.
- GRUBER, L., A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, K.-H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER, M. URDL und S. KIRCHHOF, 2010: Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerspähewiesenfutter auf Ertrag, Futterwert, Futterraufnahme und Leistung bei Milchkühen im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode. 122. VDLUFA-Kongress Kiel, 21.-24. September 2010, Kongress-Band, 633-671.
- HUHTANEN, P., 1993: The effects of concentrate energy source and protein content on milk production in cows given grass silage ad libitum. *Grass and Forage Sci.* 48, 347-355.
- HUHTANEN, P., S. JAAKKOLA und E. SAARISALO, 1995: The effects of concentrate energy source on the milk production of dairy cows given a grass silage-based diet. *Anim. Sci.* 60, 31-40.
- IPHARRAGUERRE, I.R., Z. SHABI, J.H. CLARK und D.E. FREEMAN, 2002: Ruminal fermentation and nutrient digestion by dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement of corn grain. *J. Dairy Sci.* 85, 2890-2904.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables (R. Jarrige, Ed.), John Libbey Eurotext Paris-London-Rome, 389 S.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 2007: Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins. Besoins des Animaux – Valeurs des Aliments. Tables INRA 2007. Editions Quae, c/o INRA, RD 10, 78026 Versailles Cedex, 307 S.
- JACKSON, D.A., C.L. JOHNSON und J.M. FORBES, 1991: The effect of compound composition and silage characteristics on silage intake, feeding behaviour, production of milk and live-weight change in lactating dairy cows. *Anim. Prod.* 52, 11-19.
- JUNG, H.G. und D.A. DEETZ, D.A., 1993: Cell wall lignification and degradability. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility (H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield und J. Ralph, Eds.), ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA, 315-346.
- KEADY, T.W.J., C.S. MAYNE und M. MARSDEN, 1998: The effects of concentrate energy source on silage intake and animal performance with lactating dairy cows offered a range of grass silages. *Anim. Sci.* 66, 21-33.
- KEADY, T.W.J. und C.S. MAYNE, 2001: The effects of concentrate energy source on feed intake and rumen fermentation parameters of dairy cows offered a range of grass silages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 90, 117-129.
- KHALILI, H., A. SAIRANEN, K. HISSA und P. HUHTANEN, 2001: Effects of type and treatment of grain and protein source on dairy cow performance. *Anim. Sci.* 72, 573-584.
- KIRCHHOF, S., 2007: Kinetik des ruminalen *in situ*-Nährstoffabbaues von Grünlandaufwüchsen des Alpenraumes unterschiedlicher Vegetationsstadien sowie von Maissilagen und Heu – ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Rationsgestaltung für Milchkühe. Dissertation Universität Kiel, 132 S.
- KRAUSE, K.M. und G.R. OETZEL, 2005: Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88, 3633-3639.
- MEIJS, J.A.C., 1985: Comparison of starchy and fibrous concentrates for grazing dairy cows. In: Grazing occasional Symposium No. 19 (J. Frame, Ed.), British Grassland Society, Malvern, Worcestershire, 5-7 November 1985, 129-137.
- MERTENS, D.R., 1994: Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization (G.C. Fahey, M. Collins und L.E. Moser, Eds.), National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA, 450-493.
- MERTENS, D.R., 1997: Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1463-1481.
- MOORBY, J.M., R.J. DEWHURST, C. THOMAS und S. MARSDEN, 1996: The influence of dietary energy source and dietary protein level on milk protein concentration from dairy cows. *Anim. Sci.* 63, 1-10.
- NEHRING, K., 1963: Methodik zur kontinuierlichen Bestimmung der Verdaulichkeit von Grünfutter. *Sitzungsberichte AdL*, Bd. 12 (Heft 11), Rostock.
- NOCEK, J.E. 1997: Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* 80, 1005-1028.
- NRC (National Research Council), 2001: Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed., National Academy Press, Washington, DC, USA, 381 S.
- ÖAG (Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau), 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Hrsg.: R. Resch, T. Guggenberger, L. Gruber, F. 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.
- ØRSKOV, E.R. und I. McDONALD, 1979: The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 92, 499-503.
- OMBABI, A., K.-H. SÜDEKUM, F. TAUBE und G. RAVE, 1999: Kurzfristige wachstumsbedingte Veränderungen im Futterwert zweier Weidelgräser: Kontinuierliche Verdauungsversuche an Schafen. *Agribiol. Res.* 52, 171-181.
- RAP (Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere), 1999: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. überarb. Auflage. Verlag landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, CH-3052 Zollikofen, 327 S.
- ROMNEY, D.L., V. BLUNN, R. SANDERSON und J.D. LEAVER, 2000: Feeding behaviour, food intake and milk production responses of lactating dairy cows to diets based on grass silage of high or low dry-matter content, supplemented with quickly and slowly fermentable energy sources. *Anim. Sci.* 71, 349-357.
- RUSSELL, J.B., J.D. O'CONNOR, D.G. FOX, P.J. Van SOEST, C.J. SNIFFEN, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.* 70, 3551-3561.
- SNIFFEN, C.J., J.D. O'CONNOR, P.J. Van SOEST, D.G. FOX und J.B. RUSSELL, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577.
- SAS Institute Inc., 2010: SAS/STAT 9.22 User's Guide. Cary, NC (USA): SAS Institute Inc., 8460 S.
- SAUVANT, D., J.-M. PEREZ und G. TRAN (Eds.), 2004: Tables of composition and nutritional value of feed materials. 2nd revised and corrected edition Wageningen Academic Publishers, Wageningen und INRA, Paris, 304 S.
- SAYERS, H.J., C.S. MAYNE und C.G. BARTRAM, 2003: The effect of level and type of supplement offered to grazing dairy cows on herbage intake, animal performance and rumen fermentation characteristics. *Anim. Sci.* 76, 439-454.
- SILVEIRA, C., M. OBA, K.A. BEAUCHEMIN und J. HELM, 2007: Effect of grains differing in expected ruminal fermentability on the productivity of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 2852-2859.
- SPÖRNDLY, E., 1991: Supplementation of dairy cows offered freshly cut herbage ad libitum with starchy concentrates based on barley or fibrous concentrates based on unmolassed sugar beet pulp and wheat bran. *Swedish J. agric. Res.* 21, 131-139.
- STEINGASS, H. und Q. ZEBELI, 2008: Strukturbewertung von Rationen für Milchkühe. 35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 9.-10. April 2008, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2008, 19-25.
- STEG, A., Y. Van der HONING und H. De VISSER, 1988: Effect of fibre in compound feeds on the performance of ruminants. In: *Recent Developments in Ruminant Nutrition 2* (W. Haresign, D.J.A. Cole, Eds.), Butterworths, 113-129.
- STONE, W.C., 2004: Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87, E13-E26.
- SUTTON, J.D., S.V. MORANT, J.A. BINES, D.J. NAPPER und D.I. GIVENS, 1993: Effect of altering the starch:fibre ratio in the concentrates on hay intake and milk production by Friesian cows. *J. Agr. Sci. (Camb.)* 120, 379-390.
- TAMMINGA, S., 2000: Issues arising from genetic change: Ruminants. In: *The challenge of genetic change in animal production* (W.G. Hill, S.C. Bishop, B. McGuirk, J.C. McKay, G. Simm, A.J. Webb, B. Hilton, Eds.), BSAS occasional Publ. 27, Edinburgh, 53-62.
- 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.
- Van VUUREN, A.M., C.J. Van der KOELEN und J. VROONS-DE BRUIN, 1986: Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 34, 457-467.
- 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.
- WALDO, D.R., L.W. SMITH und E.L. COX, 1972: Model of cellulose disappearance from the rumen. *J. Dairy Sci.* 55, 125-129.
- WANGSNES, P.J. und L.D. MULLER, L.D., 1981: Maximum forage for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 64, 1-13.
- WEISS, W.P., 1995: Full lactation response of cows fed diets with different sources and amounts of fiber and ruminal degradable protein. *J. Dairy Sci.* 78, 1802-1814.
- YANG, W.Z. und K.A. BEAUCHEMIN, 2007: Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Digestion and milk production. *J. Dairy Sci.* 90, 3410-3421.
- ZEBELI, Q., J. DIJKSTRA, M. TAJAFI, 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.

Das Rationsberechnungsprogramm des Landeskontrollverbandes

The ration-calculating-program of the Associations of Performance Recording in Austria

Gerald Stögmüller^{1*}

Zusammenfassung

Mitglieder der Landeskontrollverbände Österreichs können seit kurzem ein Milchvieh-Rationsberechnungsprogramm nutzen, welches über das Internetportal www.lkv.at angeboten wird. Die Online-Applikation ermöglicht auch den externen Zugriff von Fütterungsberatern oder Kontrollassistenten zur Kontrolle und Korrektur der Ration. In diesem Programm ist die DLG Futteraufnahme-Schätzformel (GRUBER et al. 2004, DLG-Information1/2006) integriert, mit der aus mehreren rationspezifischen Parametern die Futteraufnahme tierindividuell geschätzt wird. Die Daten der letzten Probemelkung werden automatisch in das Programm geladen und darauf aufbauend wird tierindividuell die Kraftfütterzuteilung errechnet. Die Ration wird nach den zwei Variablen Energiebedarf (MJ NEL) und ruminale Stickstoffbilanz (g RNB) ausgeglichen. Als Alternative zur tierindividuellen Zuteilung kann die Berechnung der Kraftfütterergänzung auch nach einer Milchkilogramm-Abstufung (z.B. 5 kg Schritte) ausgewiesen werden. Das Programm kann nach drei verschiedenen Futtervorlage-systemen berechnen: „getrennte Vorlage“, „aufgewertete Grundfütterration“ und „totale Mischration“. In der Ergebnisdarstellung werden insgesamt 43 Parameter zu den Bereichen Energie- und Eiweißversorgung, Nichtfaser- und Faserkohlenhydrate, Mineralstoffe und Vitamine sowie Kosten der Ration ausgewertet.

Schlagwörter: Rationsberechnung, Futteraufnahme, tierindividuelle Berechnung, Milchvieh

Abstract

Members of the Associations of Performance Recording in Austria recently can use a program for calculating the feed ration for their dairy cattle, which is offered via the website www.lkv.at. The online application also allows a remotely access of feeding advisors for supervising the diet. In this program the DLG feed intake estimation formula (GRUBER et al. 2004, DLG-Information1/2006) is integrated, which estimates the individual animal feed intake from several specific parameters. The milking-data are loaded automatically into the program and based on that data the amount of concentrate is calculated individually for each animal. The ration is balanced at two variables: energy demand (MJ NEL) and ruminal nitrogen balance (g RNB). As an alternative of the individual animal allocation, the calculation of concentrate supplementation also can be made with a milk-kilogram increase (e.g. 5 kg steps). The program can calculate three different feeding systems: „separated ration“, „upgraded standard ration“ and „total mixed ration.“ The result of the calculation is the evaluation of 43 parameters: Energy and protein supply, non-fiber and fiber carbohydrates, minerals and vitamins and costs of the ration.

Keywords: Ration calculation, feed intake, individual animal calculation, dairy cattle

1. Einleitung

Die Landeskontrollverbände (LKV) bieten allen Mitgliedsbetrieben die Möglichkeit, über ihr Internetportal (www.lkv.at) ein Milchvieh-Rationsberechnungsprogramm zu nutzen. Dieses Programm wurde vom LKV Baden-Württemberg und den österreichischen LKV's in Zusammenarbeit mit Fütterungsberatern der Landwirtschaftskammern (DI Stögmüller, DI Tiefenthaller und DI Wurm) und Mitarbeitern der Zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR) und der ZuchtData GmbH entwickelt. Programmiert wurde das Programm von der Firma Plan-Data Datenverarbeitungs-GmbH unter der Leitung von Herrn Martin Erhart. Bekannt ist diese Firma für die Programmierung des Rinderdatenverbundes (RDV4M), des AKM-Online und der Anpaarungsempfehlung OPTIBULL. Die Finanzierung erfolgte über Eigenmittel der LKV's und

Mittel der EU, des Lebensministeriums und der Bundesländer über das Programm der Ländlichen Entwicklung 07 – 13.

Die Online-Anwendung dieses Rationsberechnungsprogrammes bringt den Landwirten viele Vorteile. Neben der Nutzung der neuesten Programmversion kann jeder Landwirt unter Leistungskontrolle mit den sofort vorhandenen Daten der Milchleistungsprüfung (MLP) arbeiten. Durch die Speicherung der Daten auf dem Server der ZAR können zugangsberechtigte Fütterungsberater der Landwirtschaftskammern, Bezirksbauernkammern und Kontrollassistenten der LKV's bei einer Beratungsanforderung von einem externen Computer auf erstellte Rationen zugreifen, um diese zu überprüfen und gegebenenfalls zu optimieren.

Auf Basis der aktuellen MLP-Daten kann für jedes Tier aufbauend auf die Grundfütterleistung eine spezielle Kraftfütterzuteilung errechnet werden. Aus den Milchparametern

¹ Ländliches Fortbildungsinstitut und Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Wienerstraße 64, A-3100 St. Pölten

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Gerald Stögmüller, email: gerald.stoegmueller@lk-noe.at

und aus mehreren rationsspezifischen Parametern wird mit der DLG Futteraufnahme-Schätzformel (GRUBER et al. 2004, DLG-Information1/2006) die Futteraufnahme tierindividuell geschätzt und die erforderliche Kraftfutterzuteilung errechnet. Die Ration wird nach den zwei Variablen Energiebedarf (MJ NEL) und ruminale Stickstoffbilanz (g RNB) ausgeglichen (GfE 2001). Die Berechnung der Kraftfutterergänzung kann neben der genaueren tierindividuellen Zuteilung alternativ auch nach einer Milchkilogramm-Abstufung (z.B. 5 kg Schritte) erfolgen.

Die integrierte Futtermitteldatenbank enthält neben Grund- und Kraftfutter-Durchschnittswerten der LfL Grub auch eine Vielzahl von Firmenfuttermitteln. Für die Berechnung einer Ration wird dringend empfohlen, zumindest die Grundfuttermittel auf Nährstoff-, Mineralstoff- und Spurenelementgehalt untersuchen zu lassen. Zukünftig wird es möglich sein, die Futteruntersuchungsergebnisse des Futtermittellabors Rosenau über die Internet-Applikation (www.futtermittellabor.at) importieren zu können, um Fehler bei der Eingabe per Hand zu vermeiden. Die errechneten Futtermengen müssen unbedingt auf Praxistauglichkeit geprüft werden, um Eingabefehler auszuschließen.

Die Rationsberechnung kann nach drei verschiedenen Methoden erfolgen: „getrennte Vorlage“, „aufgewertete Grundfutterration“ (AGR) und „totale Mischration“ (TMR). Bei der „getrennten Vorlage“ wird zu den angegebenen Grundfuttermitteln und fixen Kraft- und Mineralfuttermitteln leistungsbezogen für jedes Tier oder jede Milchkilogramm-Vorgabe Kraftfutter ergänzt (Abbildung 1). Die Erstellung einer „aufgewerteten Grundfutterration“ erfolgt in zwei Schritten. In der ersten Eingabemaske wird die Mischration erstellt. Es wird Grundfutter mit Kraftfutter auf die gewünschte Leistungshöhe der Mischration nach Energie (NEL) und Eiweiß (RNB) ausgeglichen. In der nächsten Eingabemaske werden jene Kraftfutterkomponenten ausgewählt, die für die tierindividuelle Zuteilung am Transponder oder per Hand verwendet werden. Bei der „totalen Mischration“ wird der Leistungsdurchschnitt der TMR-Gruppe ermittelt und die Kraftfutterergänzung für diese Durchschnittskuh errechnet.

2. Grundeinstellungen

Bevor die Ration zusammengestellt wird, sind Grundeinstellungen in den Betriebsdaten und Herdendaten vorzunehmen.

Einstellung der Betriebsparameter

Im Karteireiter „Ration“ werden unter der Auswahl „Einstellungen“ und „Betrieb“ die Berechnungsmethode, die angestrebte Stickstoffbilanz im Pansen (RNB) sowie die Kraftfutterbeschränkungen festgelegt

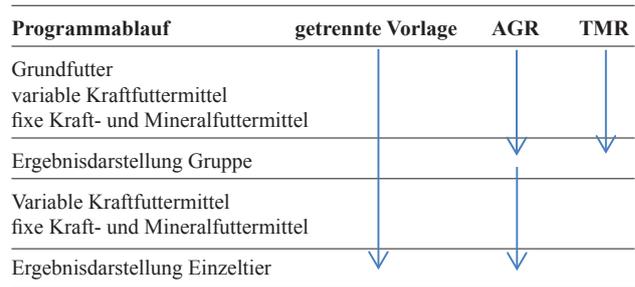


Abbildung 1: Programmablauf

bzw. verändert (Abbildung 2). Bei der Erstellung einer AGR wird die angestrebte Milchmenge der Mischration eingetragen. Für die Berechnung als TMR werden noch die Gruppen definiert. Anhand der darauffolgenden Probemelkergebnisse kann bei Abweichung der Milchhaltsstoffe eine Feinkorrektur der Futteraufnahme und der RNB für eine noch genauere Futterzuteilung durchgeführt werden.

Einstellung der Herdenparameter

Im Karteireiter „Ration“ werden unter der Auswahl „Einstellungen“ und „Herde“ für jede Rasse am Betrieb Standardwerte zu Lebendgewicht, Milchleistung und Milchhaltsstoffen vorgeschlagen. Diese Standardwerte werden bei fehlenden Probemelkergebnissen (Überbrückung, fehlende Milchprobe, Laborergebnisse noch nicht eingetroffen und trockenstehend) eingetragen. Diese Standardwerte können durch Veränderung an die tatsächlichen Herdendaten angepasst werden.

Futtermittelverwaltung

Im Karteireiter „Futtermittel“ können unter der Auswahl „Favoriten hinzufügen“ alle für die Rationsberechnung

Abbildung 2: Einstellung der Betriebsparameter

Futtermittel

Name

Art Grassilage

Produzent keine Angabe

TM Faktor

Eingabe in TM FM

Nährstoffe in TM		Mengelemente in TM		Spurenelemente		Vitamine in TM		Sonstiges in TM	
Rohprotein	<input type="text" value="171"/>	nXP	<input type="text" value="138"/>	UDP in %	<input type="text" value="15"/>	UDP	<input type="text"/>		
RNB	<input type="text" value="5,0"/>	Rohfett	<input type="text" value="30"/>	Rohfaser	<input type="text" value="257"/>	NDF	<input type="text" value="485"/>		
ADF	<input type="text" value="290"/>	ADL	<input type="text" value="45"/>	NFC	<input type="text"/>	Rohasche	<input type="text" value="105"/>		
ME	<input type="text" value="10,69"/>	NEL	<input type="text" value="6,12"/>						

Abbildung 3: Eingabe der Futteruntersuchungsergebnisse

verwendeten Grund- und Kraft- sowie Mineralfuttermittel vorausgewählt werden, um später bei der Rationszusammenstellung nicht immer in der großen Futterdatenbank suchen zu müssen.

Eingabe von Futteruntersuchungsergebnissen

Im Karteireiter „Futtermittel“ unter „Futtermittel bearbeiten“ können Futteruntersuchungen durch Kopieren eines vergleichbaren Futters und Überschreiben mit den tatsächlichen Werten vom Untersuchungsbefund eingegeben werden (Abbildung 3). Die Selektion eines vergleichbaren Futtermittels erfolgt am besten anhand des Energie- (NEL) und Rohprotein- (XP) Gehaltes. Um Eingabefehlern vorzubeugen, sollten der ursprüngliche Wert und der neu eingegebene Wert verglichen werden. Die Gehaltswerte von nXP (nutzbares Protein am Dünndarm), UDP (g) (im Pansen unabgebautes Protein), RNB, NDF (Neutral-Detergenzienfaser) und ADF (Säure-Detergenzienfaser) müssen nicht eingegeben werden. Sie werden anhand der Werte XP, NEL und UDP (%) errechnet. Die Werte nicht untersuchter Parameter sind in der Ergebnisdarstellung der Rationsberechnung mit Vorsicht zu interpretieren.

3. Einstieg zur Rationsberechnung

Im Karteireiter „Futterration“ unter der Auswahl „Rationsberechnung“ erscheinen zuerst die Kühe mit dem Ergebnis der aktuellen Probemelung. Die Laktationstage werden auf das aktuelle Datum weitergerechnet, da sie Einfluss auf die geschätzte Futteraufnahme haben. Es können auch zurückliegende Tagesberichte zur Rationskontrolle geladen werden. Um die Rationsberechnung nach vor-

eingestellten Milchmengen als Alternative zur Einzeltierberechnung durchführen zu können, wird unter *Kontrolltermin* „Von-Bis-MKG“ und „setze Kontrolltermin“ ausgewählt.

Rationszusammenstellung

Bei der ersten Erstellung ist der Ration zuerst ein Name zu vergeben. Es ist sinnvoll, als Namen das Datum der Erstellung einzutragen. Besteht bereits eine Ration, kann diese nach einer Abänderung als neue Ration gespeichert werden.

Grundfutter: In die erste Box werden die Grundfuttermittel eingetragen. Zu den Grundfuttermitteln zählen Heu, (Klee-)Grassilagen, Maissilagen und Stroh (Abbildung 4). Biotreber und Pressschnitzel zählen zu den Kraftfuttermitteln und werden später als (fixe) Kraftfuttermittel eingegeben. Die Grundfutterkomponenten können fix mit Mengen vorgegeben werden, z.B. 1 kg Heu pro Tag, indem man neben der Mengenangabe das Feld *fix* anklickt und dadurch das Hackerl setzt. Die Grundfuttermittel können aber auch im Gewichtsverhältnis zueinander eingetragen werden, z.B. Grassilage zu Maissilage 50:50 (%). Es ist auch eine Kombination beider Varianten möglich: 1 kg Heu fix, Grassilage zu Maissilage 50:50. Es sollte mind. 1 Grundfuttermittel variabel bleiben (fix ist nicht angekreuzt), um die Futteraufnahmeschätzung nutzen zu können. Falls ein Mengenverhältnis von Grundfuttermitteln eingegeben

Grundfutter

	Name	Fix	Kg FM oder %	Kg TM	% FM	% TM	XF	Euro/100 kg
<input type="button" value="🗑️"/>	Grassil. 3.Schn 2011	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="20"/>	0,4	25,0	21,1	249	<input type="text"/>
<input type="button" value="🗑️"/>	Maissilage Sept 2011	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="12"/>	0,7	50,0	33,9	215	<input type="text"/>
<input type="button" value="🗑️"/>	Heu 2.Schn 2010	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="1,0"/>	0,9	25,0	45,0	315	<input type="text"/>
			33,0	13,6			779	0,00

Abbildung 4: Grundfuttereingabe

wird, sind die kg TM und kg FM Werte in der Summenzeile nicht aussagekräftig.

Variable Kraftfuttermittel: Mit den variablen Kraftfuttermitteln berechnet das Rationsprogramm die notwendige Kraftfutterergänzung. Um den Energie- und Eiweißbedarf abdecken zu können, ist es sinnvoll, ein Energiekraftfutter (oder eine energiebetonte Kraftfuttermischung) und ein Eiweißkraftfutter (oder eiweißbetonte Kraftfuttermischung) auszuwählen (Abbildung 5). Es ist nicht möglich, mit zwei energiebetonten oder zwei eiweißbetonten Futtermitteln zu rechnen. Eingestuft werden die Futtermittel automatisch nach der RNB. Futtermittel mit positiver RNB werden als Eiweiß-Futtermittel gekennzeichnet, bei negativer RNB wird das Futter als Energie-Kraftfutter charakterisiert. Wird nur ein Kraftfuttermittel eingetragen, wird die Ergänzung dieses Futtermittels nur nach Energiebedarf durchgeführt. Ob die Eiweißversorgung nach RNB und nXP ausreichend ist, ist in diesem Fall in der Ergebnisdarstellung selbst zu interpretieren.

Kraft- und Mineralfutter – fixe Menge: Weitere verabreichte Futtermittel wie Mineralfutter, Lockfutter, Biertreber, Pressschnitzel, Laktationsstarter, Kraftfuttermischung für Hochleistungstiere etc. werden im dritten Block eingegeben (Abbildung 6). Die Eingabe „in kg Fix“ wird dann ausgewählt, wenn ein Futtermittel allen Kühen in gleicher Menge vorgelegt wird (z.B. Mineralfutter, Lockfutter). Werden Futtermittel in Abhängigkeit von der Milchleistung verabreicht, wählt man „nach Mkg“ aus. Die Eingabe „von“ und „bis“ bezieht sich hier auf die Milchmenge, die gewünschten Kraftfuttermengen sind dem entsprechend einzutragen. Ebenso ist es möglich, Futtermittel „nach Laktationstagen“ zu verabreichen (z.B. Laktationsstarter). Hier bezieht sich die Eingabe

„von“ und „bis“ auf die Laktationstage. Auch hier sind die Kraftfuttermengen vorzugeben.

4. Berechnungsmethode

Das Rationsberechnungsprogramm ergänzt die Mengen der variablen (oder des variablen) Kraftfuttermittel(s) auf den Energie- und Eiweißbedarf. Der Energiebedarf wird durch Zuteilung des variablen Energiekraftfuttermittels auf die Fett-Eiweiß-korrigierte Milchmenge ausgeglichen. Die bedarfsgerechte Versorgung mit Eiweiß bzw. Stickstoff wird nach der RNB durchgeführt. Oberstes Ziel der Kraftfutterzuteilung ist die exakte Versorgung der Kühe mit Energie. Der Wert Milch aus NEL stimmt mit der tatsächlichen Milchleistung überein, sofern nicht die Kraftfutterobergrenze beschränkend wirkt oder aus dem Grundfutter und den eventuell fix zugeeilten Kraftfuttermitteln der Bedarf nicht überschritten wird. Die Zuteilung der variablen Eiweißkomponente wird auf den RNB-Zielbereich durchgeführt. Aufgrund sehr hoher RNB-Gehalte (reine Grasration) oder sehr niedriger RNB-Gehalte (hoher Silomaisanteil) im Grundfutter kann ein Ausgleich der RNB unmöglich sein. Es erscheint im Informationsfeld (links) eine Meldung. Hier ist abzuklären, ob mit anderen Eiweißkraftfuttermitteln die bedarfsgerechte Versorgung erreicht werden kann. Das dem Tier zur Verfügung stehende Gesamtprotein am Dünndarm (nXP) wird nicht auf den Bedarf ausbalanciert, sondern durch Summierung der Gehaltswerte der einzelnen Futterkomponenten angezeigt.

5. Ergebnisdarstellung

In der Ergebnisdarstellung (Abbildung 7) sind sehr viele Daten zur Interpretation der Ration ausgewiesen. Diese Liste kann durch Anklicken der Kopfzeile nach allen Kriterien gereiht werden. Die Parameter der Ergebnisdarstellung (außer „Milch aus NEL“ und „RNB“) werden durch Summierung der Gehalte

Variable Kraftfutter											
	Name	NEL	XP	nXP	RNB	MEW NEL	MEW nXP	Euro/100 kg	Futtermittel	Mischung	
<input type="checkbox"/>	Eiweiß ActiProt	8,01	346	277	11,0	2,53	3,5	<input type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="button" value="+"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="button" value="+"/>	
<input type="checkbox"/>	Energie E-Mischung Okt 2011	1,37	22	27	-1,0	0,43	0,3	<input type="text" value="6,13"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="button" value="+"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="button" value="+"/>	

Abbildung 5: Variable Kraftfuttermittel

Fixe Kraft- und Mineralfutter													
	Name	Eingabe	kg FM	Von	Bis	Menge von	Menge bis	NEL	XP	nXP	RNB	MEW NEL	MEW nXP
<input type="checkbox"/>	Melasseschnitzel (12 Zucker)	nach Mkg		<input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="4,00"/>	7,41	108	150	-6,8	2,3	1,88
<input type="checkbox"/>	Laktationsstarter	nach L.Tag		<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="2,00"/>	<input type="text" value="2,00"/>	9,32	216	210	0,9	2,9	2,63
<input type="checkbox"/>	Gerste (2-zellig)	in kg fix	<input type="text" value="1,00"/>					8,16	119	163	-7,0	2,6	2,04

Abbildung 6: Kraft- und Mineralfutter – fixe Menge

Info	SNR	Name	Ra	Gew	L. Tage	Milch	Ges. TM	GF TM	KF TM	KF FM	KF Anteil TM	KF 1 FM	KF 2 FM	KF 3 FM	KF 4 FM	KF 5 FM	Vieh-salz FM	Fu.-kalk FM	SNR	Name	Milch aus NEL	Milch aus nXP	Milch aus GF NEL	Milch aus GF nXP	RNB	NEL KF	MJ
Kraftfutterobergrenze erreicht, Kuh kann nicht bedarfsgerecht versorgt werden.																											
<input type="checkbox"/>	9	LEIKA	FL	780	4	42	40,4	22,6	13,0	9,7	10,7	42,8	3,46	4,69	0,05	2,46	0,08	0	76	9	LEIKA	33,4	40,3	10,2	11,9	22	7,77
<input type="checkbox"/>	7	LORENE	FL	780	4	4	35,0	16,1	12,6	3,5	3,9	21,9	0,95	1,21	0,05	1,60	0,08	22	46	7	LORENE	17,6	23,3	9,5	14,0	11	7,48
<input type="checkbox"/>	24	LAURA	FL	750	2	75	32,2	22,2	14,2	8,0	8,9	36,0	3,07	4,51	0,05	1,15	0,08	0	26	24	LAURA	32,2	38,9	13,0	14,5	30	7,81
<input type="checkbox"/>	13	LIRA	FL	750	3	126	31,6	22,4	14,2	8,2	9,1	36,6	3,33	4,59	0,05	1,06	0,08	0	24	13	LIRA	31,6	37,1	12,5	13,6	30	7,82

Abbildung 7: Ergebnisdarstellung

der einzelnen Futterkomponenten errechnet. Grundsätzlich ist die Liste nach Milchmenge absteigend gereiht. Dadurch erhält man einen Überblick über die Versorgung der Kühe mit hoher Milchleistung bis hin zu den Kühen mit niedriger Milchleistung. Stellt man den Mauszeiger auf die Kopfzeile, erscheint die Definition des Parameters mit etwaigen Beschränkungen. Es sind nur jene Werte für die Interpretation der Ration heranzuziehen, die in den Grundfuttermitteln analysiert wurden. Die nicht untersuchten Werte sind mit Vorbehalt zu beurteilen, da diese Tabellenwerte von der Realität weit abweichen können.

In der ganz linken Spalte **Infoblock** erscheint eine Nachricht, wenn das Programm die Parameter Energie und RNB nicht ausbalancieren kann.

Der erste Block (zwischen den Kuhnamen) enthält neben **allgemeinen Tierdaten** auch die **geschätzten Futtermittelmengen** sowie die **Kraftfutter- und Mineralfutterzuteilung**. Ebenso wird die Menge an Viehsalz und Futterkalk ausgewiesen. Im hohen Leistungsbereich wird keine Fettmobilisation mitgerechnet, wodurch diese Kühe eine energetische Unterversorgung zeigen können.

Der zweite Block dient zur **Interpretation der Kraftfutterwahl anhand der Bedarfsdeckung von Energie und Eiweiß**. Über die Parameter „RNB“ und „Milch aus nXP“ kann man feststellen, ob das variable Eiweißkraftfutter die richtige Abbaugeschwindigkeit aufweist. Die „Milch aus nXP“-Werte sollten im hohen Leistungsbereich möglichst mit der tatsächlichen Milchleistung übereinstimmen, die „Milch aus nXP“-Werte dürfen im niedrigeren Leistungsbereich einige kg über den „Milch aus NEL“-Werten liegen. Liegt dieser „Milch aus nXP“-Wert deutlich über jenem der Milchleistung, sollte ein Eiweißkraftfutter mit höherer Abbaugeschwindigkeit eingesetzt werden. Unterschreiten die „Milch aus nXP“-Werte die NEL-Milchleistung, sollen Futtermittel mit höherer Pansenbeständigkeit eingesetzt werden.

Der dritte Block zeigt die **Kohlenhydrat-, Struktur- und Fettversorgung**. Wird ein Grenzwert über- bzw. unterschritten, dann erscheint dieser Wert rot. Die Gehaltswerte werden auf das Kilogramm Trockenmasse bezogen, der Rohfettgehalt wird zusätzlich auf die Gesamtration summiert. Wenn man mit dem Mauszeiger in die Kopfzeile über dem jeweiligen Parameter fährt, dann erscheint der Maximum bzw. Minimumgehalt in der Ration.

Im vierten Block wird die **Mengeelementversorgung** gezeigt. Die Mengeelementgehalte werden in Prozent des Bedarfs ausgewiesen. Bei einer Unterversorgung erscheinen die Werte rot. Die Gehaltswerte von Kalzium, Natrium sowie die Verhältnisse Kalzium zu Phosphor (Ca:P) und Kalium zu Natrium (K:Na) sind auf die Gehalte der zugeordneten Grundfutter-, Kraftfutter- und Mineralfuttermengen bezogen. Die im ersten Block vorgeschlagenen Ergänzungen von Futterkalk und Viehsalz werden hier nicht miteingerechnet. Die Kationen-Anionen-Bilanz (DCAB) kennzeichnet im Zeitraum der Vorbereitungs- und Fütterung die Gefahr von Milchfieber.

% B	% e	% d	% a	% r	% f	Ca:P	K:Na	meq/kg	DCAB	SNR	Name	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Ca	P	Mg	K	Na	Cl							Fe	Mn	Zn	Cu	Se	Co	J
69	114	156	163	190	84	1,0:1	5,4:1	408	12	LALUNA	139,6	71,4	75,1	14,6	0,19	1,89	0,76	
71	116	161	169	195	88	1,0:1	5,5:1	409	9	LEIKA	140,4	71,0	74,5	14,5	0,18	1,86	0,75	
73	118	161	167	203	88	1,0:1	5,3:1	407	17	LOLO	138,9	71,8	75,6	14,7	0,19	1,94	0,77	
74	116	161	175	180	94	1,0:1	6,3:1	432	13	LIRA	148,5	71,6	73,7	14,4	0,18	1,67	0,76	

Abbildung 8: Mengeelement- und Spurenelementversorgung

Im fünften Block werden die **Spurenelementgehalte** ausgewiesen (Abbildung 8). Die Gehalte sind auf das Kilo Trockenmasse bezogen. Auch hier werden die Werte bei Unterschreitung der geforderten Konzentration rot gekennzeichnet. Der Selengehalt ist mit Vorbehalt zu sehen, da bei Futteruntersuchungen nur selten Selen untersucht wird.

Im sechsten Block werden die **Vitamine** ausgewiesen. Die Vitaminversorgung ist ebenfalls mit Vorbehalt zu beurteilen, da häufig keine Untersuchungen der Futtermittel vorliegen.

In den zwei rechten Spalten können die **Kosten der Rationen** abgelesen werden, falls die Kosten der einzelnen Futtermittel bei der Auswahl erfasst wurden. Neben den Gesamtkosten pro Kuh und Tag werden auch die Kosten pro kg Milch ausgewiesen.

6. Ausdruck

Um die Kraftfutterzuteilung auszudrucken, wird nach dem Klicken des Buttons Ausdruck eine PDF-Datei erstellt. Diese ist gereiht wie die aktuelle Reihung der Ergebnisdarstellung. Ist eine andere Reihung erwünscht, reiht man zuerst die Ergebnisdarstellung nach dem gewünschten Kriterium und geht dann zum Ausdruck. Im Ausdruck sind die Tieridentifikation, Grundfuttermengen, Kraftfutter- und Mineralfutterzuteilung abgebildet.

Erweiterter Ausdruck: Über den erweiterten Ausdruck können die restlichen Parameter der Ergebnisdarstellung ausgedruckt werden.

Mischliste: Bei der Rationserstellung über AGR oder TMR ist zusätzlich der Ausdruck der Mischliste möglich. Dieser Ausdruck kann für die Befüllung des Mischwagens verwendet werden.

7. Literatur

- DLG-Information (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1/2006: Schätzung der Futtermittelaufnahme bei der Milchkuh. DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkuh und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futtermittelaufnahme von Milchkuhen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.

Automatische Melksysteme – Trends, Entwicklungen, Umsetzung

Automatic milking systems – trends, developments, implementation

Jan Harms^{1*} und Georg Wendl¹

Zusammenfassung

Automatische Melksysteme (AMS) nehmen einen immer größer werdenden Anteil an den Verkäufen von Melktechnik ein. Dies lässt sich zum einen durch ein gestiegenes Vertrauen in die Technik und eine höhere Zuverlässigkeit der Systeme erklären, vor allem aber durch die zunehmende Arbeitsbelastung der (Familien-)betriebe.

Gerade in Regionen mit kleineren Betriebsstrukturen stellt sich häufig die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Hier sind die tatsächliche Verwertung der eingesparten Arbeit aber auch mögliche Alternativen kritisch zu hinterfragen. Immer wieder unterschätzt wird der Einfluss der Fütterung auf das automatische Melken. So ist bei der Rationsgestaltung neben der Leistung der Tiere auch die notwendige Lockwirkung des Kraftfutters zu beachten. Von besonderer Bedeutung für den erfolgreichen Einsatz automatischer Melksysteme ist die Stallplanung. Hier gilt es neben der Frage nach dem optimalen Tierumtrieb zahlreiche Details zu beachten, welche später für einen möglichst reibungslosen und arbeitssparenden Betrieb entscheidend sind.

Schlagwörter: Milchqualität, Fütterung, Sensorik, Stallplanung, Tierumtrieb

Abstract

Automatic milking systems (AMS) occupy a steadily growing share in the sales figures of milking equipment. This can be explained by a heightened confidence in the technology and the higher reliability of the systems, but mainly by the increasing workload of the (family) farms.

Especially in regions with small farm structures the question of the economy often arises. In this context, the effective utilization of the saved labor as well as possible alternatives have to be scrutinized. The influence of feeding on automatic milking is often underestimated. When calculating the feeding ration not only the animal performance has to be considered, but also the necessary amount of concentrates to attract cows to the milking box. Of particular importance for the successful use of automatic milking systems is planning of the barn. Beside the question of the optimal cow traffic numerous details have to be taken into account as they will be crucial for a smooth and labor saving operation of the system.

Keywords: Milk quality, feeding, sensor systems, barn planning, cow traffic

1. Verbreitung von automatischen Melksystemen weltweit und in Bayern

Ende 2010 hatten weltweit geschätzte 10.000 Betriebe ca. 14.500 automatische Melksysteme von fünf Herstellern im Einsatz mit starken Zuwachsraten in den letzten Jahren (*Abbildung 1*). Dieser Trend wird sich nach Einschätzung der Hersteller auch die nächsten 10 Jahre fortsetzen, danach ist allmählich eine gewisse Sättigung des Marktes zu erwarten. Am meisten verbreitet sind nach wie vor Einboxenanlagen, Melkboxenanlagen werden jedoch mit steigenden Betriebsgrößen zunehmend vom Markt nachgefragt und aufgenommen. Das vollautomatische Melken im Karussell befindet sich gerade in der Markteinführung (*Abbildung 2*).

Der Schwerpunkt der Verbreitung der Systeme liegt weiterhin in den Niederlanden und in Dänemark. In Bayern wurden seit den 90er Jahren die meisten Verkäufe zunächst in den Ackerbauregionen verzeichnet. Mittlerweile sind aber die höchsten Zuwächse in den typischen Grünlandregionen entlang der Alpen und in den bayerischen Mittelgebirgsre-

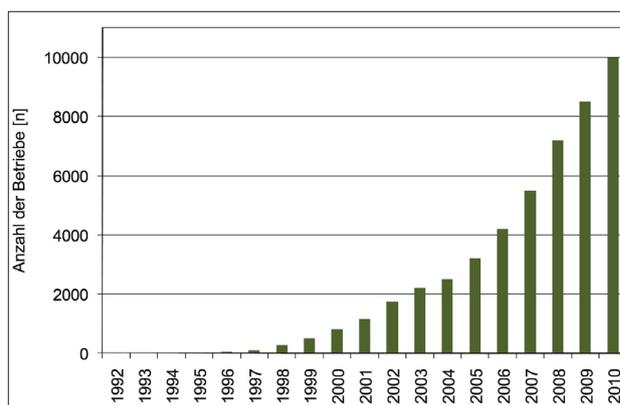


Abbildung 1: Entwicklung der Betriebe mit AMS weltweit (Schätzung auf Basis von Herstellerangaben)

gionen zu beobachten (*Abbildung 3*). Gründe hierfür sind wahrscheinlich in den entsprechenden Betriebsgrößen aber auch in den Alternativen bei der Verwertung der Arbeitszeit zu suchen.

¹ Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, D-85586 Poing-Grub

* Ansprechpartner: Dr. Jan Harms, email: jan.harms@lfl.bayern.de

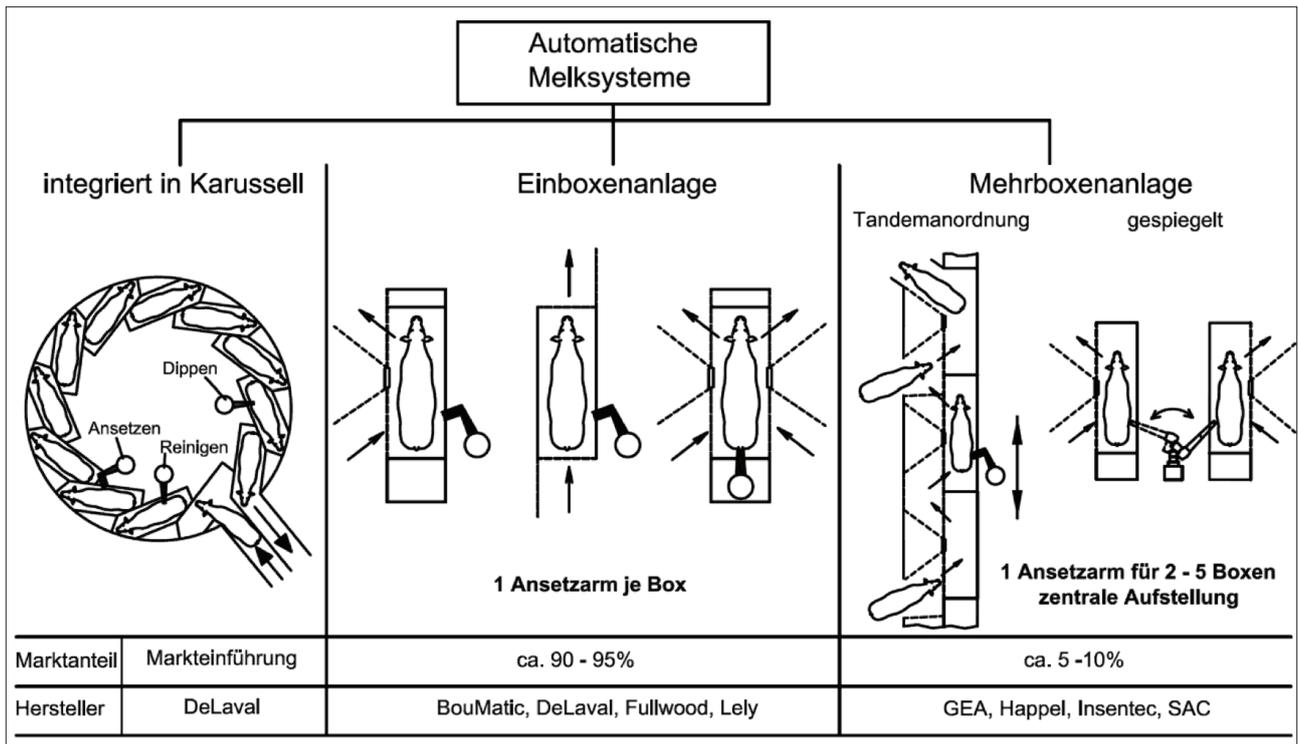


Abbildung 2: Bauformen automatischer Melksysteme

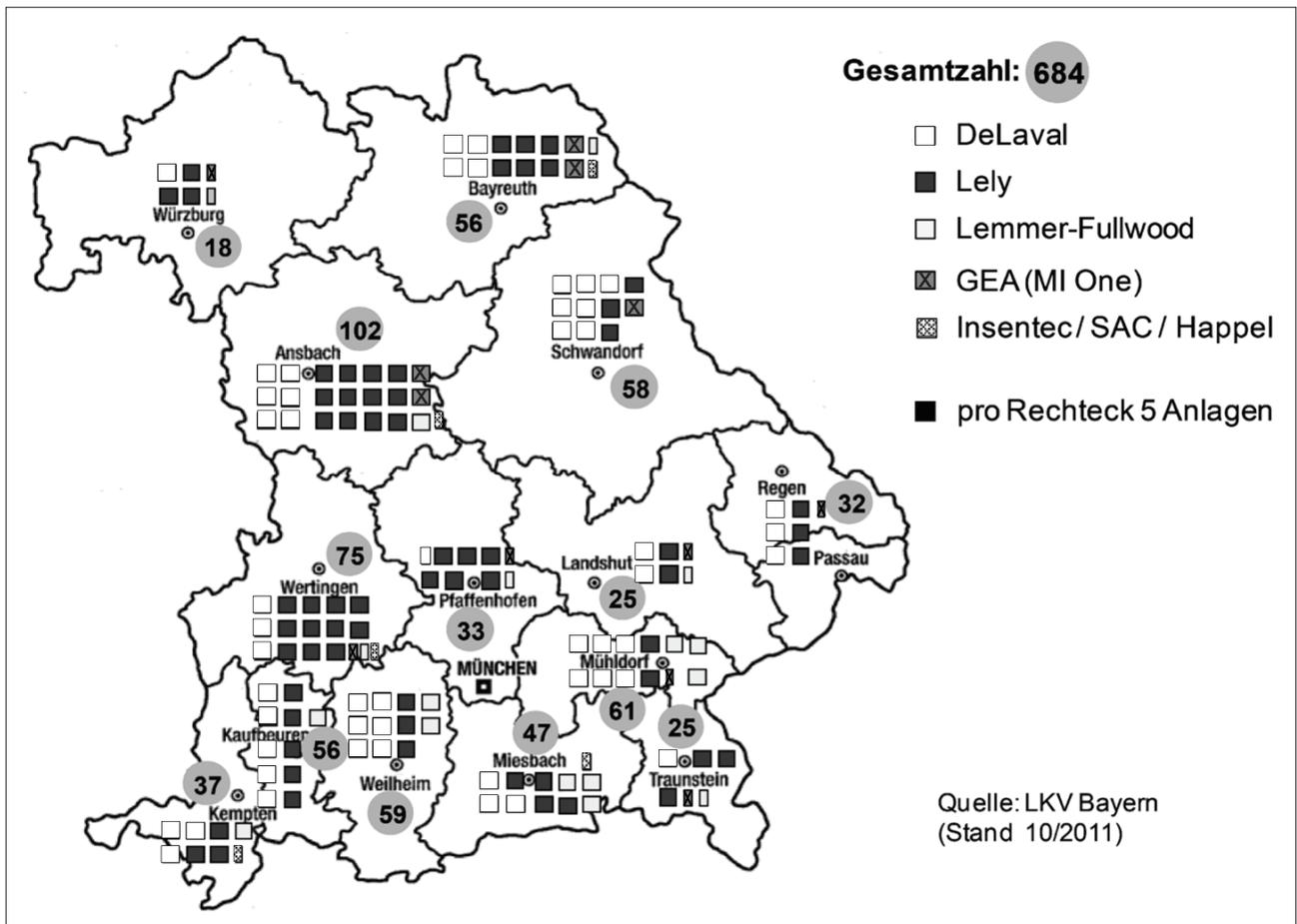


Abbildung 3: Verbreitung automatischer Melksysteme in Bayern (nur LKV-Betriebe)

2. Stand des Wissens und Einsatzerfahrungen

2.1 Arbeitswirtschaft

Einer der meistgenannten Gründe für die Investition in ein automatisches Melksystem ist die Arbeitswirtschaft. Studien zeigen übereinstimmend eine deutliche Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs von bis zu 50 % bezogen auf das Melken. In *Tabelle 1* sind die Ergebnisse von 44 konventionell melkenden DLG-Spitzenbetrieben 23 AMS-Betrieben gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass auch bezogen auf bereits gut organisierte Betriebe beim reinen Melken ein Einsparpotential von 14 APh (Arbeitspersonenstunden) pro Kuh und Jahr besteht, gleichzeitig aber im Bereich Management 6,9 APh pro Kuh und Jahr mehr aufgewendet werden müssen. Diese Verschiebung von körperlicher Arbeit hin zu Managementaufgaben stellt eine Herausforderung dar. Gerade Mängel im Zeitmanagement sind häufig die Ursache für die Diskrepanz zwischen den Erwartungen und dem tatsächlich erreichbaren Ergebnis beim Einsatz der Systeme.

2.2 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit automatischer Melksysteme ist durch die notwendigen Investitionskosten, die jährlichen Kosten, die Leistung des Systems (z.B. kg Milch pro Jahr), die mögliche Milchleistungssteigerung und Arbeitszeiteinsparung bestimmt.

Sowohl die Investitionskosten als auch die jährlichen Kosten der Systeme wurden im Vergleich zu den ersten Jahren deutlich reduziert, die Wartungs- und Reparaturkosten liegen aber noch über denen konventioneller Anlagen. Hinsichtlich der maximalen Kapazität geben die Hersteller inzwischen Werte von bis zu 80 melkenden Tieren oder über 2.000 kg Milch pro Tag an. Diese Werte lassen sich jedoch nur unter extremen Bedingungen erreichen (Tiere mit sehr hohem Milchfluss, gleichzeitig geringe Melkfrequenz, optimaler Stallgrundriss, wenig bzw. keine zusätzlichen Reinigungen durch kranke Tiere, Puffertank). Als realistische Größenordnung ist in Abhängigkeit der aufgeführten Parameter von 55 bis 65 melkenden Kühen bzw. ca. 600.000 kg Milch auszugehen. Diese Tierzahl sollte im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit auch nicht wesentlich unterschritten werden, da sonst der Anteil der Fixkosten pro kg erzeugter Milch rasch zunimmt. Eine Möglichkeit um den Investitionsbedarf in Grenzen zu halten, kann für den kleineren Betrieb (< 50 bis 55 melkende Kühe) der Kauf von gebrauchten Systemen darstellen. Diese Möglichkeit wird vielfach von den Herstellern angeboten. Es ist hierbei jedoch zu prüfen,

welche Folgekosten entstehen und auf welchem technischen Stand sich die Maschine befindet.

Befragungen von Landwirten (z.B. HOGEVEEN et al. 2004, MATHIJS 2004) ergaben, dass die Gründe für den Kauf eines automatischen Melksystems eindeutig im Bereich der Arbeitswirtschaft zu suchen sind. Der wichtige Punkt der Wirtschaftlichkeit darf daher nicht nur unter dem Aspekt der Kosten beleuchtet werden, vielmehr ist auch der betriebsindividuelle Nutzen gerade im Bezug auf die Arbeitswirtschaft zu berücksichtigen. Bei der Bewertung ist insbesondere zu beachten, wie viele AKh der Betrieb alternativ zukaufen müsste bzw. wie freigesetzte AKh zu bewerten sind und welchen Wert der Landwirt der Arbeitszeiteinsparung und Flexibilisierung der Arbeitszeit subjektiv beimisst. Das pauschale Ansetzen eines Stundensatzes je eingesparter AKh führt dabei häufig nicht zum Ziel.

Nicht unterschätzt werden sollte der Effekt der Milchleistung der Tiere auf die Wirtschaftlichkeit. Bei einer geringen bis mittleren Milchleistung (< ca. 7.000 kg/Jahr) ist der leistungssteigernde Effekt durch das mehrmalige Melken am Anfang der Laktation nur gering ausgeprägt. Gleichzeitig ist die Phase relativ lang, in der Tiere weniger als ca. 20 kg pro Tag geben, wodurch sich Probleme in der Gleichmäßigkeit der Melkfrequenz ergeben können.

Aktuell kann von einer Mehrbelastung von ca. 0,5 bis 2 Cent pro Milch gegenüber konventionellen Melksystemen ausgegangen werden (DORFNER 2009).

2.3 Fütterung

Die Fütterung stellt beim automatischen Melken einen besonders wichtigen Punkt dar, da sie das Tierverhalten beeinflusst und dies wiederum das Besuchverhalten der Melkbox (OLOFSSON 2000, RODENBURG und WHEELER 2002, HARMS et al. 2005). Ausreichend hohe und schmackhafte Kraftfuttergaben sind Grundvoraussetzung für eine ausreichende Besuchs- und damit auch Melkfrequenz (weitere Einflüsse siehe „Tierumtrieb“). Dies setzt voraus, dass die Grundfütterration nicht zu hoch aufgewertet werden darf. Eine reine TMR ist daher im Normalfall im Zusammenhang mit einem automatischen Melksystem nicht zu empfehlen. Zusätzliche Kraftfutterautomaten für die hochleistenden Tiere sind nur bei sehr unterschiedlichen Leistungen innerhalb der Herde sinnvoll, da hier weder die Grundfütterration zu stark aufgewertet, noch die Melkbox zum Füttern hoher Kraftfuttermengen (> 6 kg pro Tag) verwendet werden sollte. Gerade beim Einsatz automatischer Melksysteme ist eine Unterteilung in Leistungsgruppen zu überlegen, da auf diese Weise ohne Gefahr der Verfettung der Tiere die Lockwirkung des Kraftfutters bis zum Ende

Tabelle 1: Arbeitszeitaufwand beim konventionellen und automatischen Melken

Arbeitsvorgang (APh ¹⁾ / Kuh und Jahr)	Melkställe ²⁾			AMS ³⁾		
	Durchschnitt 80 %	Spanne		Durchschnitt 80 %	Spanne	
Melken	21	16 – 28		6,5	3,6 – 11,4	
Füttern Kühe	6	3 – 10		5,3	2,8 – 9,1	
Boxenpflege, Einstreuen	3	1 – 6		3,7	1,6 – 7,8	
Herdenmanagement	7	3 – 11		13,9	9,0 – 20,6	
Summe Kühe	37	28 – 49		27,6	15,6 – 44,4	

¹⁾ APh Arbeitspersonenstunden

²⁾ OVER und KÜMMEL 2006, (44 Betriebe mit Ø 91 Kühen, DLG-Spitzenbetriebe)

³⁾ MÜLLER und BAUMGARTEN 2007, (23 Praxisbetriebe mit Ø 75 Kühen)

der Laktation genutzt werden kann. Gleichzeitig können die Tiere zu Beginn der Laktation leistungsgerecht mit einer hoch aufgewerteten Mischration gefüttert werden.

Weitere Aspekte, die bei der Fütterung beachtet werden sollten, sind der Zeitpunkt der Vorlage und das Nachschieben des Futters. Dies sollte möglichst zu „ruhigen Phasen“ geschehen. Hierdurch kann eine Entzerrung des Andrangs am automatischen Melksystem erreicht werden, was gerade bei höher ausgelasteten Systemen deutliche Vorteile mit sich bringt. Wichtig ist jedoch in jedem Fall, dass auch nachts und in den frühen Morgenstunden ausreichend Futter zur Verfügung steht, da sonst der typische Rückgang der Zahl der Melkungen pro Stunde in diesem Zeitraum noch verstärkt wird.

Die Unterteilung in Leistungsgruppen sowie die regelmäßige Vorlage frischen Futters auch nachts ist unter arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten i.d.R. nur mittels einer automatischen Fütterung zu realisieren. Auf Grund der genannten Vorteile sollte diese Option bei der Planung Berücksichtigung finden.

2.4 Milchqualität und Eutergesundheit

Die Auswirkungen von automatischen Melksystemen auf Milchqualität und Eutergesundheit wurden bei der Markteinführung intensiv diskutiert. Zahlreiche Untersuchungen (z.B. VAN DER VORST und DE KONING 2002) haben mittlerweile jedoch gezeigt, dass, abgesehen von der Umstellungsphase, die Milchqualität im Durchschnitt nicht, oder nur in geringem Umfang beeinflusst wird. Bei einfachen Vergleichen zwischen konventionell und automatisch melkenden Betrieben wird zwar immer wieder auf höhere Zellzahlen bei Betrieben mit AMS hingewiesen, hierbei ist jedoch kritisch zu hinterfragen welche Betriebsgrößen der jeweiligen Stichprobe jeweils zugrunde gelegen haben, da auch die Betriebsgröße einen Einfluss auf die Höhe der Zellzahlen hat. Prinzipiell bergen automatische Melksysteme ein gewisses Risiko für erhöhte Zell- und Keimzahlen, da sie häufig sowohl hinsichtlich des Managements als auch der Technik näher „am Limit“ betrieben werden als konventionelle Anlagen. Diesem Risiko kann jedoch mit einem geeigneten Qualitätsmanagement begegnet werden. Untersuchungen von DE KONING (2004) zeigten, dass das Management den größten Einfluss auf die Milchqualität und die Eutergesundheit hat und dass die Managementaufgaben anspruchsvoller werden. Gerade in diesem Punkt bestehen jedoch häufig unrealistische Erwartungen und Hoffnungen seitens der Landwirte. Betriebe, welche vor der Umstellung Probleme in der Eutergesundheit haben, behalten diese

i.d.R. und eine Sanierung im laufenden AMS-Betrieb ist aufwändiger als bei konventioneller Melktechnik.

2.5 Sensorik

Das viertelbezogene Melken ist einer der besonderen Vorteile des automatischen Melkens. So werden die Melkbecher entsprechend des Milchflusses abgenommen bzw. deren Vakuum abgeschaltet wodurch das Blindmelken fast vollständig vermieden wird. Mit der viertelspezifischen Pulsation wurde eine weitere Entwicklung vorgestellt. Der Einsatz von Sensoren auf Viertelebene wird vor allem dadurch erleichtert, dass beim automatischen Melken ein Melkzeug für eine Gruppe von ca. 60 Tieren ausreicht.

Die Sensorik bei automatischen Melksystemen umfasst bei allen Systemen die Bestimmung der Leitfähigkeit auf Viertelebene und der Milchmenge. Darüber hinaus kommen teilweise Systeme zur Farberkennung zum Einsatz, welche geeignet sind bluthaltige Milch zu erkennen oder auch Mastitiden abzuschätzen (ESPADA und VIJVERBERG 2002, WIEDEMANN und WENDL 2004).

Nach der Vorstellung eines Online-Sensors zur Abschätzung des somatischen Zellgehalts nach dem Prinzip des Schalmtests (Sensortec / Lely; WHYTE et al. 2004) wurde Anfang 2007 von der Firma DeLaval ein Gerät zur exakten Online-Messung des Zellgehalts (Gesamtgemelk) präsentiert. Beide Entwicklungen zeigen, mit welchem Nachdruck die Firmen die Weiterentwicklung der automatischen Melksysteme verfolgen, aber auch welches Potenzial hier noch verborgen liegt. Künftig wird das Erfassen weiterer Parameter zur Überwachung der Qualität des Produkts, aber auch der Produktion breiten Raum in der Weiterentwicklung der Sensorsysteme einnehmen. Dabei stehen die Fütterung bzw. Stoffwechselerkrankungen, die Fruchtbarkeit und die Eutergesundheit im Fokus. Neben dem Fett- und Eiweißgehalt der Milch können Laktose, Harnstoff und der Zellgehalt, aber auch Progesteron oder Ketonkörper oder Enzyme in der Milch erfasst werden. Fertig entwickelte Sensoren zum automatischen Erkennen von Flocken in Milch sind bisher nicht auf dem Markt. Bedarf besteht auch bei der Erkennung verletzter oder verschmutzter Zitzen.

2.6 Weidegang

Verschiedene Untersuchungen (GREENALL et al. 2004, MATHIJS 2004, SPÖRNDLY et al. 2004, WOOLFORD et al. 2004) haben gezeigt, dass Weidegang auch mit einem AMS prinzipiell möglich ist. Von den meisten befragten Landwirten wurde jedoch die Dauer des Weidegangs

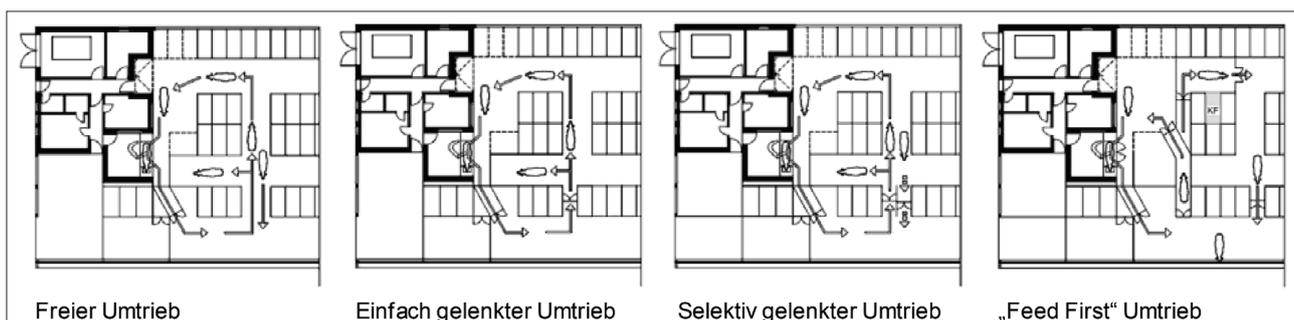


Abbildung 4: Grundlegende Tierumtriebsformen beim automatischen Melken

verkürzt, um die Kapazität des AMS nicht zu stark einzuschränken. In jedem Fall ist bei geplantem Weidegang eine besonders sorgfältige Planung des Tierumtriebs, der Fütterung und der Tagesroutine notwendig.

3. Stallplanung

3.1 Tierumtrieb

Hinsichtlich des Tierumtriebs besteht die Möglichkeit diesen frei, einfach gelenkt, selektiv gelenkt oder nach dem Prinzip „Feed-First“ zu gestalten (*Abbildung 4*). Eine umfassende Bewertung der drei erstgenannten Umtriebsformen ist bei HARMS (2005) zu finden.

Beim **freien Umtrieb** hat die Kuh jederzeit Zugang zum Grundfutter. Hierdurch ist jedoch auch der Anreiz, die Melkbox zu besuchen, lediglich durch das Kraftfutter gegeben. Dies kann insbesondere bei höher aufgewerteter Ration, stark unterschiedlicher Milchleistung innerhalb der Herde oder am Ende der Laktation dazu führen, dass Tiere vermehrt nachgetrieben werden müssen. Dies stellt einen erheblichen Arbeitsaufwand dar, der in der Planung berücksichtigt werden sollte.

Der **einfach gelenkte Umtrieb**, bei dem die Tiere nur über die Melkbox Zugang zum Grundfutter haben, ist nach dem heutigen Stand des Wissen nicht zu empfehlen, da hier die Häufigkeit der Grundfutteraufnahme deutlich reduziert wird. Insbesondere rangniedere Tiere müssen sich in ihrem Rhythmus den ranghöheren Tieren unterordnen (HARMS et al. 2005).

Einen Ausweg aus den Einschränkungen, die sowohl der freie als auch der einfach gelenkte Umtrieb mit sich bringen, stellt der **selektiv gelenkte Umtrieb** dar. Hierbei können die Tiere den Fressbereich über Selektionstore direkt aufsuchen. Die Durchgangsberechtigung wird i.d.R. in Abhängigkeit von der Melkberechtigung vergeben, so dass z.B. ein Tier, welches erst vor 3 Stunden beim Melken war, den Fressbereich direkt und ohne Wartezeit aufsuchen kann. Weiterhin kann der Landwirt für jedes einzelne Tier individuelle Berechtigungen vergeben. So ist z.B. denkbar, dass Tiere zu Beginn der Laktation immer Zutritt zum Fressbereich erhalten. Für die Umsetzung des selektiv gelenkten Umtriebs sind aktive Tore besser geeignet als passive, da sie häufiger genutzt werden und auch das Anlernen der Tiere leichter ist.

Der selektiv gelenkte Umtrieb wird in der Praxis häufig mit der **Vorselektion** verwechselt. Ziel einer Vorselektion ist jedoch die Melkbox zu entlasten, indem Tiere ohne Melkberechtigung an ihr vorbeigeleitet werden. Im Gegensatz zum selektiv gelenkten Umtrieb müssen die Tiere beim Einsatz einer Vorselektion den Wartebereich vor der Melkbox aufsuchen und sich dort mit ranghöheren Tieren auseinandersetzen. Generell sollte beim Einsatz einer Vorselektion die Steuerung gewährleisten, dass nicht zu viele Tiere in diesen Bereich selektiert werden und dass die Wartezeit für einzelne Tiere nicht zu lang wird.

Bei der Variante „**Feed-First**“ haben die Tiere über Einwegtore jederzeit Zugang zum Grundfutter, können den Liegebereich aber nur über Selektionseinrichtungen erreichen. Auch bei dieser Umtriebsform wird über eine Vorselektionseinrichtung in Abhängigkeit von der Melkberechtigung und der Auslastung des Wartebereichs entschieden, ob die Kuh in

den Wartebereich oder (evtl. über einen Kraftfutterbereich) zurück in den Liegebereich geleitet wird. Erste Praxiserfahrungen versprechen im Vergleich zum freien Umtrieb eine sehr regelmäßige Melkfrequenz und eine geringe Anzahl nachzutreibender Tiere, allerdings auch längere Wartezeiten für einzelne Tiere.

3.2 Stallkonzept und Planungstipps

Generell sollte beim Stallkonzept (*Abbildung 5*) darauf geachtet werden, dass klare Achsen gegeben sind, eine Option zur Erweiterung besteht (z.B. für Schieberentmischung oder Erschließung) und sich das Konzept auch im Detail bautechnisch einfach umsetzen lässt. Den Tieren ist genug Platz zur Verfügung zu stellen, damit sie die Melkbox, aber auch den Fressbereich ungehindert aufsuchen können. Die Erfahrung in der Praxis zeigt, dass zu schmale Laufgänge (< 2,5 m) oder ein beengter Fressbereich (< 3,5 m) zu einem schlechteren Besuch der Melkbox führen und damit zu einer geringeren Kapazität der Anlage. Beim **Fressgang** gilt als empfohlene Mindestbreite ein Maß von 4,0 m, bei den **Laufgängen** ein Maß zwischen 3,0 bis 3,5 m.

In größeren Beständen sollte auch die Möglichkeit zur **Unterteilung der laktierenden Tiere in Gruppen** eingeplant werden. Die Gruppengrößen von nicht mehr als 120 Tieren vereinfachen die Fütterung und das Management enorm. Sinnvoll in Großbetrieben ist auch, eine feste Gruppe für Problemtiere einzurichten und so die Auslastung der anderen Melkboxen zu erhöhen, da die notwendigen Reinigungen auf ein Minimum reduziert werden können.

In Bezug auf den **Tierumtrieb** sollte darauf geachtet werden, dass verschiedene Umtriebsformen realisierbar bleiben. In der Planungsphase wird der Arbeitsaufwand für das Nachtreiben der Tiere häufig unterschätzt, so dass die Wahl aus Kostengründen auf dreireihige Ställe mit freiem Umtrieb fällt. Diese Lösung hat jedoch den Nachteil, dass andere Umtriebsformen nur mit erheblichen Einschränkungen umgesetzt werden können. Eine Flexibilität ist nur gegeben, wenn der Fress- vom Liegebereich abgetrennt werden kann. Dies ist bei z.B. 2- und 4-reihigen Ställen möglich.

Ein ausreichend dimensionierter **Wartebereich** ist einzuplanen. Für eine Einboxenanlage sollte die Fläche mindestens 15 bis 20 m² betragen bzw. Platz für 5 bis 7 Tiere bieten, analog gilt dies für Mehrboxenanlagen. Keine Seite sollte schmaler als 3 m sein und der direkte Zugang zur Melkbox sollte nicht keilförmig ausgebildet sein. Generell sollte der Wartebereich mit Tränken ausgestattet werden und zeitweilig absperrbar sein, damit herangetriebene Tiere ihn nicht wieder verlassen können. Eine Abtrennung mit Einwegtoren ermöglicht zwar weiteren Tieren den Zutritt, Erfahrungen in der Praxis haben aber gezeigt, dass das gewünschte Tier unter Umständen erst später gemolken wird, wenn nachkommende Tiere dieses verdrängen. Darüber hinaus kann diese Lösung dazu führen, dass rangniedere Tiere den Wartebereich ungern aufsuchen, da sie hier ranghohen Tieren nicht mehr aus dem Weg gehen können. Der Boden im Wartebereich sollte immer mit Spaltenboden ausgestattet sein, um die Tiere mit möglichst sauberen Klauen zum Melken zu bringen.

Die **Entmischung** sowohl von Spaltenböden wie auch von planbefestigten Böden sollte regelmäßig erfolgen. Aufgrund der empfohlenen Laufgangbreiten ist auch auf Spaltenböden

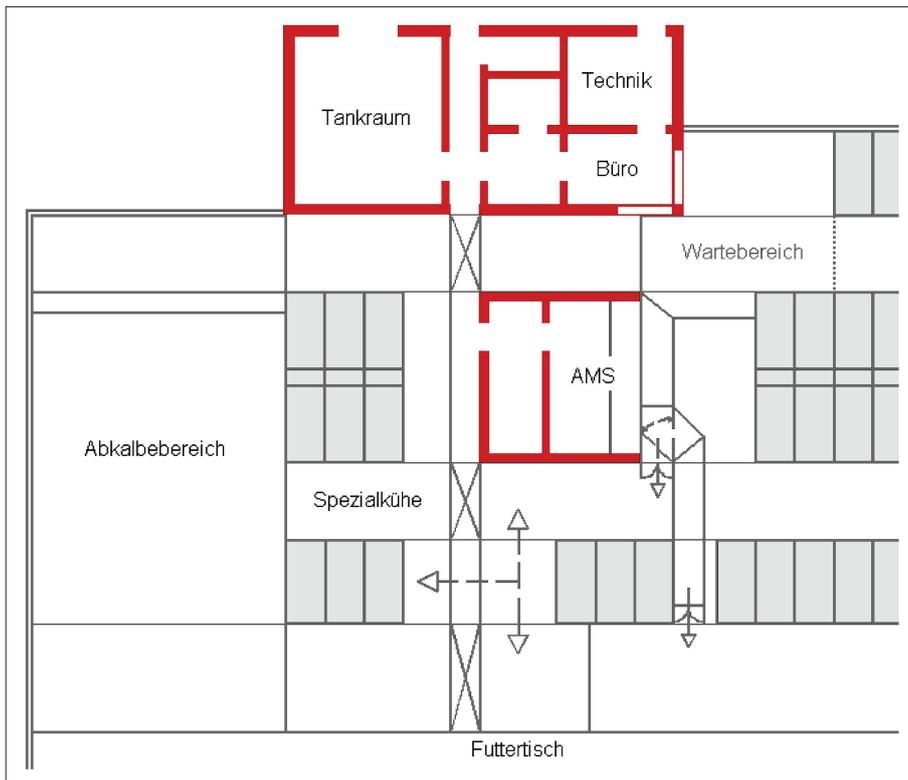


Abbildung 5: Stallgrundriss für vierreihigen Liegeboxenlaufstall mit AMS, Bereich für „Spezialkühe“ und Abkalbbereich (geändert nach ALB-Arbeitsblatt 02.14.04)

ein automatischer Mistschieber oder -roboter einzusetzen. Bei Mistschiebern sollte die Parkstellung auf jeden Fall außerhalb des Aufenthaltsbereichs der Kühe liegen, gleiches gilt nach Möglichkeit für Umlenkrollen. Generell sind kurze Wege zu den Abwurfgeschächten zu empfehlen, wobei hier auch spätere Erweiterungen unbedingt mit eingeplant werden sollten.

Für das **Büro** hat sich eine Aufteilung in ein kleineres „Schmutzbüro“ in der Nähe des Melkroboters sowie ein größeres Büro, aus dem der Stall oder der Wartebereich überblickt werden kann bewährt. Ein Einsehen der Melkbox ist hingegen weniger wichtig. Das größere Büro sollte nach Möglichkeit mit Außenluft belüftet werden können und daher nicht direkt vom Stall aus zugänglich sein.

Ein **separater Technikraum**, in dem auch das Kühlaggregat untergebracht werden kann, ist sinnvoll. Auf eine ausreichende Frischluftzufuhr ist zu achten. Der Technikraum sollte in der Nähe der Milchammer angeordnet werden.

Als **Standort für die Melkbox** im kleineren Betrieb sollten die Stirnseiten des Stalls vorgesehen werden, so dass sich bei einer möglichen Erweiterung eine zentrale Anordnung ergibt. Sind mehrere Einzelboxen oder eine Mehrboxenanlage geplant, empfiehlt sich die Mitte des Stalls als Einbauort, da so die Wege für die Tiere kurz gehalten werden. Zusätzlich eröffnet sich so die Möglichkeit, die Herde in Futtergruppen zu unterteilen.

Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um die **Melkbox** im Winter frostfrei zu halten. Eine über die Melkbox herausragende Decke erleichtert das Verschließen im Winter sowie das Anbringen von Streifenvorhängen. Im Sommer sind ausreichende Möglichkeiten zur Belüftung vorzusehen. Höhere Luftbewegungen helfen hierbei Probleme mit

Fliegen zu reduzieren. Es ist jedoch darauf zu achten, dass keine Zugerscheinungen auftreten.

Eine **Melkgrube** vor dem AMS ist nicht notwendig, kann aber die Arbeit erleichtern. Gleichzeitig verursacht sie jedoch auch höhere Kosten und einen höheren Reinigungsaufwand. Einen guten Kompromiss kann eine Absenkung des Bereichs hinter der Melkbox um ca. 30 cm darstellen. Dies führt bereits zu einer erheblichen Verbesserung des Zugangs zum Euter, behindert die Zugänglichkeit zur Maschine nur minimal und ist kostengünstig umzusetzen.

Attraktive Stalleinrichtungen (z.B. Tränke, Bürste, Kraftfuttermittelautomat) sollten sich nicht im Zugangs- oder Ausgangsbereich der Melkbox befinden, da der Tierverkehr dadurch gestört wird. Insbesondere bei rangniederen Tieren besteht die Gefahr, dass sie aus diesen hochfrequentierten Bereichen verdrängt werden bzw. diese ungenutzten aufsuchen.

Nachselektionseinrichtungen tragen zur Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs bei und erleichtern das Management. Die Nachselektionsbucht sollte einen Zugang zu Futter und Wasser ermöglichen und mit Liegeboxen ausgestattet sein. Der Selektionsbereich sollte mit Fressgitter zum Fixieren der Tiere für Untersuchungen oder Behandlungen ausgestattet sein, sowie über einen Behandlungs- oder Klauenstand verfügen.

Sollen für den selektiv gelenkten Umtrieb **dezentrale Selektionstore** zum Einsatz kommen, so ist darauf zu achten, dass diese in ausreichender Entfernung zur Melkbox angeordnet werden (z.B. in der Mitte des Stalls), um für die Tiere auch wirklich eine „Abkürzung“ zum Futter zu schaffen. Leerrohre zu den geplanten Standorten erleichtern die spätere Installation.

Strohabschlepper können entweder zwischen den Melkrobotern eingeplant oder ausgelagert werden. Bei der Auslagerung bleiben die Wege zwischen den Melkboxen kurz und das Entmisten der Strohabschlepper wird einfacher. Die Auslagerung sollte ab zwei Melkboxen in Betracht gezogen werden. Wichtig ist, bereits bei der Bauplanung spätere Erweiterungen einzuplanen, was bei ausgelagerten Strohabschleppern ebenfalls einfacher umzusetzen ist. Die Treibwege zwischen Melkbox(en) und Strohabschleppern sollten so gestaltet sein, dass das Zu- und Abtreiben der Tiere von einer Person problemlos durchgeführt werden kann.

4. Trends

4.1 Automatisierung weiterer Bereiche

Neben der weiter fortschreitenden Verbreitung automatischer Melksysteme werden sich zunehmend auch auto-

matische Fütterungssysteme im Markt etablieren. Auch in den Bereichen Entmistung und Einstreuen sind weitere Entwicklungen hin zur Automatisierung zu erwarten. Die Grenze zwischen automatischen und konventionellen Melksystemen wird zunehmend verschwimmen, da Roboter auch im Melkstand die Bereiche Reinigen, Ansetzen und Dippen übernehmen können, ebenso wie einzelviertelbezogenes Melken dort Einzug halten wird.

4.2 Sensorsysteme und Informationsverarbeitung

In Zukunft werden gerade in automatischen Melksystemen **weitere neue Sensoren** vorgestellt werden. Neben der Eutergesundheit werden die Bereiche Fruchtbarkeit, Fütterung und Stoffwechsel verstärkt an Bedeutung gewinnen. Diese Sensorsysteme werden aber zunehmend auch in konventionellen Melksystemen eingesetzt. Darüber hinaus werden in Zukunft verstärkt externe Informationen wie Preise, Qualitätsparameter von Milch und Futter oder Gesundheitsdaten verfügbar sein. Durch diese Möglichkeit auf eine **große und ständig wachsende Zahl an (Sensor-) Informationen** zugreifen zu können, entsteht zunehmend ein umfassendes Bild vom Einzeltier im Sinne von Precision Livestock Farming. Gleichzeitig besteht jedoch gerade in der Vielzahl der Informationen und der Komplexität der Systeme die größte Herausforderung für den Landwirt, da er konkrete Handlungen aus diesen Informationen ableiten muss. Hier sind Wissenschaft und Hersteller gefordert, Entscheidungsmodelle mit sehr hohen Spezifitäten bei gleichzeitig möglichst hoher Sensitivität zu entwickeln, um insbesondere falsch positive Hinweise weiter zu reduzieren. Die Anwendung neuer mathematisch-statistischer Methoden (Fuzzy Logic, neuronale Netze, Sensorfusion, usw.) wird dabei helfen können (MOL und WOLDT 2001). Der Erfolg neuer Systeme und Sensoren wird u. a. auch davon abhängen, inwieweit es gelingt, den immer größer werden Zeitanteil für die Managementaufgaben (SCHICK 2009) wirkungsvoll zu reduzieren.

4.3 Kopplung der Systeme

Die **Kopplung der verschiedenen Systeme** wird, wie auch im Bereich der Außenwirtschaft, eine große Herausforderung darstellen. Gleichzeitig bietet aber gerade dieser Punkt ein großes Potenzial für neue Funktionen sowie zur Reduzierung und Vereinfachung der notwendigen Managementaufgaben. So könnte beispielsweise durch eine Kopplung von automatischer Grund- und Kraftfutterfütterung an ein automatisches Melksystem die Fütterung in Abhängigkeit von den tierindividuellen Milchinhaltsstoffen, des Laktationsstands, der aktuellen AMS-Auslastung, der aktuellen Tierzahl oder anderen Parametern gesteuert werden. Darüber hinaus könnte die Futtervorlage auch gezielt eingesetzt werden, um eine gleichmäßigere Auslastung der Systeme zu erreichen und so die Kapazität zu erhöhen. Ein Standard für eine solche Kopplung existiert mit „ISOagriNET“ bereits. Die Hersteller sind gefordert, diesen Standard auch in die Realität umzusetzen.

5. Ausblick

Unter Beachtung der aufgeführten Punkte bietet das automatische Melken gerade in Regionen mit kleineren

Betriebsstrukturen den zukunftsorientierten Betrieben eine Option, der zunehmenden Arbeitsbelastung zu entgehen und gleichzeitig am technischen Fortschritt teilzuhaben. Eine gute Planung, insbesondere auch der Details, hilft die Arbeitszeit weiter zu reduzieren, Kosten zu sparen und ist Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz eines AMS. Nicht unterschätzt werden sollte auch der Einfluss der Leistung der Tiere. Hier lässt häufig im Vorfeld durch züchterische Maßnahmen viel verbessern.

6. Literatur

- ALB-Arbeitsblätter, 2008: 02.14.04 (Automatische Melksysteme I – Planungsgrundlagen), 02.14.05 (Automatische Melksysteme II – Planungsbeispiele). <http://www.alb-bayern.de>.
- DE KONING, K., 2004: Automatic Milking, lessons from Europe. In: ASAE Annual Meeting 2004, Paper number 044188.
- DORFNER, G., 2009: AMS in der Milchviehhaltung – eine ökonomische Bewertung. Folien zum Vortrag bei den LfL-Infotagen „Automatisches Melken“, 17.-18. März 2009, Grub. <http://www.lfl.bayern.de/ilb/tier/34838/index.php>.
- ESPADA, E. und H. VIJVERBERG, 2002: Milk colour analysis as a tool for the detection of abnormal milk. In: Proceedings of the First North American Conference on Robotic Milking, 20-22th March, Toronto, Canada, Wageningen Press, The Netherlands, IV28-IV38.
- GREENALL, R.K., E. WARREN und M. WARREN, 2004: Integrating Automatic Milking Installations (AMIS) into Grazing Systems – Lessons from Australia. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 273-279.
- HARMS, J., 2005: Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einboxenanlagen). Dissertation, Lehrstuhl für Landtechnik, TUM, ISSN: 0931-6264: 180 S., LfL-Schriftenreihe 2/2005. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe_url_1_24.pdf.
- HARMS J., G. PETERSSON und G. WENDL, 2005: Influence of social rank on animal behaviour of cows milked by an automatic milking system: Implementation of automated procedures to estimate the rank and the length of stay in the feeding area. In: Precision Livestock Farming (S. Cox, Ed.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 179-186.
- HOGVEEN, H., K. HEEMSKERK und E. MATHIJS, 2004: Motivations of Dutch Farmers to invest in an Automatic Milking system or a Conventional Milking Parlour. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 56-61.
- MATHIJS, E., 2004: Socio-Economic Aspects of Automatic Milking. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 46-55.
- MOL DE, R.M. und W.E. WOLDT, 2001: Application of Fuzzy Logic in Automated Cow Status Monitoring. J. Dairy Sci. 84, 400-410.
- MÜLLER, T. und W. BAUMGARTEN, 2007: In der Hälfte der Zeit melken. DLZ-Agrarmagazin 9, 90-94.
- OLOFSSON, J., 2000: Feed Availability and its Effects on Intake, Production and Behaviour in Dairy Cows. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Sweden.
- OVER, R. und A. KÜMMEL, 2006: Erst Effizienz, dann Mitarbeiter, DLG-Mitteilungen 7, 20-23.

- RODENBURG, J. und B. WHEELER, 2002: Strategies for Incorporating Robotic Milking into North American Herd Management. In: Precision Livestock Farming '05 (S. Cox, Ed.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, III18-III32.
- SCHICK, M., 2009: Vor- und Nachteile verschiedener Melkverfahren aus der Sicht der Arbeitswirtschaft. In: Tagungsband zur 2. Tänniker Melktechniktagung, ART Schriftenreihe 9, 49-58.
- SPÖRNDLY, E., C. KROHN, H.J. VANDOOREN und H. WIKTORSSON, 2004: Automatic Milking and Grazing. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 263-272.
- VAN DER VORST, Y. und DE KONING, C.J.A.M., 2002: Automatic Milking and Milk Quality in Three European Countries. In: Precision Livestock Farming '05 (S. Cox, Ed.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, V1-V12.
- WHYTE D, S., R.G. ORCHARD, P. CROSS, T. FRIETSCH, R.W. CLAYCOMB und G.A. MEIN, 2004: An on-line somatic cell count sensor. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 235–240.
- WIEDEMANN, M. und G. WENDL, 2004: The use of spectral photometry for detection of mastitis milk. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 228-234.
- WOOLFORD, M.W., R.W. CLAYCOMB, J. JAGO, K. DAVIS, I. OHNSTAD, R. WIELICZKO, P.J.A. COPEMAN und K. BRIGHT, 2004: Automatic Dairy Farming in New Zealand using Extensive Grazing Systems. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 280-285.

Das hat mir die Umstellung auf ein Automatisches Melksystem gebracht

Heinz Peinbauer^{1*}

Der Betrieb Peinbauer liegt im oberen Mühlviertel auf 590 m Seehöhe, drei Kilometer nördlich der Bezirkshauptstadt Rohrbach. Die Jahresniederschlagsmenge beträgt ca. 750 mm. Bewirtschaftet werden 53 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Diese teilen sich zur Hälfte in Grünland (4 – 5 Schnitte) und Acker auf.

Zurzeit befinden sich 60 Milchkühe der Rasse Fleckvieh und die gesamte Nachzucht am Betrieb. Im Kontrolljahr hatten wir einen Stalldurchschnitt von 8.402 kg – 4,48 % Fett – 3,53 % Eiweiß erreicht. Der Zellzahlgehalt lag im Durchschnitt bei 121.000.

Einige Fruchtbarkeitskennzahlen:

- Zwischenkalbezeit: 365 Tage
- Erstabkalbealter: 6,17 Monate
- Besamungsindex: 1,4
- Serviceperiode: 77 Tage

Die Hauptgründe für die Entscheidung, in ein automatisches Melksystem (AMS) zu investieren, waren im Vorfeld folgende:

- Da die Investitionskosten pro Standplatz unter 5.000 Euro betragen, war die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens gegeben
- Flexibilität in der Zeiteinteilung
- Viel Datenmaterial von den Tieren – daher kann früher auf beginnende Erkrankungen, im speziellen auf Mastitis, reagiert werden.

Voraussetzung dafür ist aber ein gutes Management der Personen, die am Betrieb arbeiten.

Die Tierbeobachtung ist das wichtigste in unserem Betrieb. Die Zeit, die sonst im Melkstand verbracht wird, kann für die Tierbeobachtung und die Datenkontrolle verwendet werden. Die Zeit für das Nachtreiben überfälliger, bzw. melk-unwilliger Kühe beträgt rund 15 bis 20 Minuten pro Tag.

Diese Zeit wird natürlich auch gleich zur Tierbeobachtung genutzt. Die Anzahl der Stallbesuche beläuft sich über den Tag verteilt (von 06:30 bis 21:30 Uhr) auf 5 – 8 mal, inkl. Kontrolle des AMS.

Die Melkfrequenz unseres AMS liegt im Durchschnitt bei 2,7 – 2,9. Die durchschnittliche Milchmenge pro Kuh der letzten 24 Stunden liegt zurzeit bei ca. 29 kg. Die ermolkene Tagesmilchmenge liegt bei rund 1.500 kg mit 53 Kühen in Milch. Die Stehzeit (noch freie Kapazität) des Roboters beträgt im Jahresdurchschnitt noch ca. 32 %. Wir setzten auf einen freien Kuhverkehr. Allerdings ist vor dem AMS ein Wartebereich eingerichtet, der für ca. 10 Tiere Platz bietet.

Die Milchqualität hat durch die Investition in ein AMS nicht gelitten. Die durchschnittliche Zellzahl im Jahr betrug vor Umstellung 153.000/ml. Der Gehalt der ersten 3 Proben nach der Umstellung betrug 123.000/ml. Aktuell schwankt der Zellzahlgehalt zwischen 100.000 – 130.000/ml.

Der Nachteil eines automatischen Melksystems ist die ständige Bereitschaft. Es kann natürlich vorkommen, dass man während der Nacht zwei- bis dreimal geweckt wird, um kleinere Störungen zu beheben. Im Extremfall muss sogar der Servicetechniker um 3 Uhr morgens kommen. Es kann aber auch passieren, dass über einen längeren Zeitraum (3 Monate) kein Störalarm auftritt.

Von Vorteil ist es natürlich auch, wenn man dem Servicetechniker bei Reparaturen über die Schulter schaut, speziell im ersten Jahr der Inbetriebnahme, um später vieles selber machen zu können. Hier kann schon einiges an Geld eingespart werden, wenn die betriebseigenen Personen mit der Technik vertraut sind. Eine Versicherung ist unumgänglich. Insbesondere sollte die Polizza einen Wasserschaden, Blitzschlag usw. beinhalten. Solch eine Platine kann schon mal gegen Euro 1.000 und mehr kosten.

Erfolg gibt bekanntlich Recht und so ist unsere ganze Familie von der Richtigkeit unserer Entscheidung überzeugt.

¹ Oberfischbach, A-4151 Oepping

* Ansprechpartner: Heinz Peinbauer, email: peinbauer.h@web.de

Automatisches Melken in Oberösterreich – Erfahrungen und Empfehlungen aus und für die Praxis

Franz Wolkerstorfer^{1*}

Die Milchproduktion hat für Österreich und im Besonderen für Oberösterreich einen sehr hohen Stellenwert. Sie trägt zusammen mit dem Erlös für Kälber und Rinder einen großen Teil zum landwirtschaftlichen Produktionswert bei. Mehr als ein Drittel der in Österreich erzeugten Milch stammt von Betrieben aus Oberösterreich.

Die Strukturen der Milcherzeugung ändern sich und die durchschnittlichen Kuhzahlen sowie die Menge an erzeugter Milch je Betrieb steigen. Mit steigenden Kuhzahlen geht auch die Vergrößerung der bewirtschafteten Fläche einher. Die Milchviehhaltung ist meist durch einen hohen Arbeitsaufwand und durch einen hohen Anteil an regelmäßig wiederkehrenden und zeitgebundenen Arbeiten gekennzeichnet. Das Melken inklusive Vor- und Nachbereitungsarbeiten nimmt dabei einen großen Anteil ein. Dies beeinflusst in weiterer Folge die Flexibilität der anfallenden anderen Arbeiten bzw. die Gestaltung des Tagesablaufes.

Hier versuchen die Entwicklung und der Einsatz von automatischen Melksystemen (AMS) anzusetzen. Neben einer möglichen Reduzierung und Flexibilisierung der Arbeitszeit werden von automatischen Melksystemen auch eine erhöhte Melkhäufigkeit und dadurch bedingte Verbesserungen von Milchleistung, Eutergesundheit und Milchqualität erwartet. Dem gegenüber steht ein hoher Kapitalbedarf. Daher sind der betriebswirtschaftlichen Betrachtung und Planung bei der Anschaffung und der damit verbundenen Kosten eines AMS (Gebäude, Milchquote, Tiere, laufende Kosten) besonderes Augenmerk zu schenken. In Oberösterreich sind derzeit ca. 110 AMS im Einsatz bzw. in Installation.

Es gibt bereits einige wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema automatisiertes Melken. Der vorliegende Bericht setzt sich zum Ziel die Erfahrungen von Praktikern und deren Arbeit mit automatischen Melksystemen darzustellen. Dazu wurden in Oberösterreich 19 Betriebe von Beratern der Landwirtschaftskammer Oberösterreich besucht und mit Hilfe eines Fragebogens befragt.

Der Dank gilt vor allem den Betrieben, die mit ihrer Auskunftsbereitschaft und dem Aufbringen der Zeit für die Befragung wichtige Erkenntnisse für die aktuelle und zeitgemäße Beratung liefern.

Ergebnisse der Befragung

Die durchschnittliche Betriebsgröße der erhobenen Betriebe liegt derzeit bei 56 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche und 59 Kühen. Die meisten der befragten Landwirte erhöhten durch den Umstieg auf das AMS Flächen und Kuhzahl. Die Betriebe, die dies noch nicht getan haben, beabsichtigen dies in nächster Zukunft zu tun (*Tabelle 1*).

Tabelle 1: Durchschnittliche Fläche, Kuhzahl und Milchleistung der befragten Landwirte

		vor AMS ¹	jetzt	in 5 Jahren
Ø landwirtschaftliche Nutzfläche	ha	50	56	65
Ø Grünland	ha	32	34	35
Ø Acker	ha	18	23	34
Ø Kuhanzahl	Stück	52	59	66
Ø Kalbinnen	Stück	25	26	30
Ø Milchleistung LFL pro Kuh	kg	7.870	7.865	8.664
Ø Lieferleistung pro Kuh	kg	6.804	7.281	7.861
Ø gelieferte Milch pro Betrieb	kg	360.158	432.333	490.529
Ø Milchquote pro Betrieb	kg	342.053	382.500	381.429

¹automatisches Melksystem

Die durchschnittliche Milchleistung aller Betriebe lag sowohl vor als auch nach der Umstellung auf das AMS bei 7.870 kg. An der Befragung nahmen hauptsächlich Betriebe teil, die erst kürzlich auf das AMS umgestellt hatten, somit fand die durch den Umstieg erwartete Milchleistungssteigerung auf den meisten Betrieben noch nicht statt. Es wird jedoch in nächster Zeit eine Steigerung der Milchleistung erwartet (*Tabelle 1*).

Der Arbeitskräftebedarf änderte sich seit der Umstellung auf AMS nur geringfügig. Es kam durch die Umstellung auf das AMS allerdings zu einer Veränderung in der Zusammensetzung der Arbeiten im Stall. So stieg die durchschnittliche Anzahl der Stallbesuche von 3,27 vor der Umstellung auf 4,23. Die Betriebsleiter verwenden mehr Zeit für die reine Tierbeobachtung und für das Nachtreiben melkunwilliger Kühe, aber weniger Zeit für das Füttern, was in den meisten Fällen durch eine Änderung des Fütterungsverfahrens zu begründen ist. Zusätzlich zu den Routinetätigkeiten im Stall erfolgt eine tägliche Datenkontrolle der AMS-Daten, welche auch für die Herdenführung Aufschlüsse geben. Die Betriebe wenden im Schnitt 22 Minuten pro Tag dafür auf.

Die Keim- und Zellzahlen der Betriebe änderten sich nach der Umstellung kaum. Während der Umstellungsphase kam es zu einer geringfügigen Erhöhung der Zellzahlwerte, wobei aber zu beobachten war, dass nach zwei bis drei Monaten im Durchschnitt der Betriebe die Zellzahlwerte unter dem Niveau vor der Umstellung lagen. Dies wurde auch dadurch bestätigt, dass mehr als zwei Drittel der Befragten subjektiv eine Verbesserung der Eutergesundheit ihrer Kühe seit der Umstellung angaben.

Die durchschnittliche Anzahl der Melkungen pro Kuh und Tag liegt bei 2,6. Gerade Kühe im ersten Laktationsdrittel suchen bis zu vier Mal täglich die Melkbox auf (*Tabelle 2*). Alle Betriebe, mit einer Ausnahme, haben das System freier Kuhverkehr, in dem die Kühe jederzeit freien Zugang zu

¹ Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Beratungsstelle Rinderproduktion, Gstöttnerhofstraße 12, A-4040 Urfahr

* Ansprechpartner: Franz Wolkerstorfer, email: franz.wolkerstorfer@lk-ooe.at

Tabelle 2: Wichtige Kennwerte rund ums Melken auf den befragten Betrieben

	Ø	Max	Min
Melkungen pro Kuh und Tag gesamt	2,63	3,00	1,80
Melkungen pro Kuh und Tag bis 100 Laktationstage	3,38	4,00	2,90
Melkungen pro Kuh und Tag bis 200 Laktationstage	2,45	3,00	2,20
Dauer der Eingewöhnung in Tagen bei Umstellung	30	90	2
Dauer der Eingewöhnung in Tagen bei Neuzugängen	9	30	1

Fress- und Liegebereich haben. Dadurch müssen die Betriebe durchschnittlich 18 Minuten am Tag melkunwillige Kühe zum Roboter nachtreiben.

Im Durchschnitt beträgt die Dauer der Eingewöhnung der Kühe auf das AMS 30 Tage. Einzelne Betriebe weichen aber stark von diesem Durchschnitt ab (Tabelle 2). Es wurde von vielen Betriebsleitern extra angesprochen, dass die Umstellungsphase eine sehr arbeitsintensive Zeit war. Auf 7 Betrieben war es bei der Umstellung notwendig Kühe aufgrund der Euterform, Nervosität, Eutergesundheit, AMS-Verweigerung und Fundamentprobleme zu selektieren.

Die Entscheidung über die Anschaffung eines AMS Systems wurde aber bei den meisten Betrieben aus überwiegend arbeitswirtschaftlichen Gründen getroffen, was aus Tabelle 3 hervorgeht.

Tabelle 3: Gründe für ein automatisches Melksystem (AMS)

	Wichtigkeit 1 bis 5
Lebensqualität	1,11
Arbeits erleichterung	1,32
Flexibilität, Termingebundenheit	1,39
Arbeitszeiteinsparung	1,92
Eutergesundheit	2,50
Interesse an der Technik	2,58
Stallneubau	3,47
Wirtschaftlichkeit	2,95
Leistungssteigerung	3,16

Im Folgenden sind die Antworten auf offen gestellte Fragen dargestellt. Die Betriebsleiter wurden gebeten diese zum Abschluss des Fragebogens jeweils mit drei Nennungen pro Frage zu beantworten. Die Darstellung ist nicht gewertet oder gereiht. Es sind alle Nennungen abgebildet. Die Meinungen und Erfahrungen sind natürlich rein subjektiv und großteils abhängig von der einzelbetrieblichen Situation.

Frage 1: Was empfehle ich einem Betrieb der AMS anschaffen will?

- Technisches Verständnis und Vorliebe für die Technik
- Entsprechende Herdengröße, ausreichende Fläche, ausreichendes Milchkontingent
- Im Klaren darüber sein, dass auch mit AMS viel Zeit im Stall zu verbringen ist, um genug Zeit für die Pflege, Fütterung und die Tierbeobachtung aufwenden zu können
- Freude im Umgang mit Kühen
- PC-Kenntnisse
- Eingehende Wirtschaftlichkeits-Überlegungen
- Vor der Anschaffung genaue Informationen und Erkundigungen einholen

- AMS taugliche Kühe (Euterform, Klauengesundheit) sind Voraussetzung
- Vorhandene Möglichkeiten der Betriebsweiterentwicklung
- Mit AMS ist kein Nebenerwerb möglich
- Position des AMS im Stall genau überdenken, am besten zentral im Stall anordnen, genügend Raum rundherum, wenn möglich Wartebereich einplanen, auch Erweiterungsmöglichkeiten bedenken
- Geduld und gute Nerven bei der schwierigen Umstellungsphase, wenn möglich die Umstellungsphase nicht in der arbeitsintensiven Zeit durchführen, wenn möglich im Parallelverfahren (nicht alle Tiere gleichzeitig umstellen)
- Vorteil wenn die Kühe bereits Transponder kennen, eventuell „Anfüttern“ der Kühe in der Melkbox
- Mindestens zwei Personen am Betrieb, die bestens mit der Technik vertraut sind, ständige Erreichbarkeit zumindest von einer dieser Personen gefordert
- Intensive Auseinandersetzung mit den Kühen
- Notstromaggregat und eigener Akku für Computer notwendig
- Erprobtes System wählen
- Darauf achten, jederzeit einen verlässlichen Servicemann zu bekommen
- Hohe Anforderung an die Fütterung, totale Mischration (TMR) oder aufgewertete Grundfütterration (AGR) in Kombination mit Transponder

Frage 2: Was waren die schlechtesten Erfahrungen, die ich mit der Installation eines AMS gemacht habe?

- Bei Stromausfall (Stillstand) keine andere Alternative
- Teilweise kleinere technische Schwierigkeiten, lange Lieferzeit für Software
- Massiver Zeitaufwand in der Umstellungsphase (rund um die Uhr im Stall)
- Entsprechende Zeit zu Beginn notwendig, um die Steuerung des AMS und das Anlernen der Kühe zu gewährleisten
- Reparaturservice schlecht, gewisse Abhängigkeit von der Herstellerfirma
- Starker Leistungsabfall, Kühe reagieren sehr sensibel
- Höhere Remontierung aufgrund der Euterform
- Beschränkte Kapazität
- Störungen in der Umstellungsphase
- Alarmbereitschaft zu jeder Tages- und Nachtzeit
- Mehr Kosten für Reparatur, Wartung und Betrieb des AMS im Vergleich zu anderen Melksystemen
- Lange Installationsphase
- Betriebsexkursionen verschreckten Kühe
- Totale Verweigerung der Kühe
- Bei frischer Einstreu gehen die Kühe nicht so gerne zum Melken

Frage 3: Wenn ich nochmal vor der Entscheidung Anschaffung AMS stehen würde. Würde ich etwas anders machen, wenn ja, was?

- Würde nichts anders machen (Mehrfachnennung)
- Mehr Platz für die Kühe
- In der Umstellungsphase parallel melken oder in Kleingruppen umstellen
- Langsameres Angewöhnen der Kühe auf das AMS, da Kühe sehr sensibel
- Eventuell Entscheidung für einen Betriebszweigwechsel (keine Milchproduktion mehr)
- Wechsel von Fleckvieh auf Holstein Friesian
- Sofortiger Transpondereinsatz und Rationsumstellung
- Erweiterungsfähigkeit berücksichtigen (2 AMS, Liegeflächen)
- Abkalbebox doppelt so groß
- Den Bereich um das AMS herum attraktiver gestalten
- Kein Stallumbau sondern gleich Neubau
- Keine vier-reihigen Liegeboxen mehr, mehrhäusig bauen mit Außenliegeboxen, keine Schieberentmistung mehr, sondern Spalten, Hochboxen

Frage 4: Welche konkreten Herausforderungen beschäftigen mich derzeit bzw. in den nächsten 6 Monaten (im Bezug auf AMS und Stall)?

- Aufstockung des Viehbestandes
- Milchquotenzukauf
- Schlagende Kühe austauschen
- Ausnützen der Fütterungstechnik
- Betreuung der in nächster Zeit abkalbenden Kalbinnen
- Umbau auf System „Feed First“
- Servicevertrag
- Optimale Auslastung des AMS
- Trockensteher separieren (Tiefraumlaufstall,...)
- (Außen-)Liegeplätze bauen
- Güllegrube erweitern, neu bauen
- Mehr Platz für die Kühe schaffen
- Kalbinnenstall oder Kälberstall bauen
- Stallneubau für 2 AMS Systeme
- Melkstand schleifen
- Ventilatoren einbauen
- Boden vor dem AMS rutschfester machen
- Größeren Milchtank anschaffen
- Keine

Entwicklung der Eutergesundheit

Im Juli 2011 wurde die Entwicklung der Eutergesundheit anhand der Zellzahlen der Betriebe mit AMS analysiert. Zu dieser Zeit standen in Oberösterreich knapp 100 AMS in Betrieb oder kurz vor der Inbetriebnahme.

Zellgehalt – Maßstab für die Eutergesundheit

Nicht selten steigt der Zellgehalt nach einer Umstellung auf das automatische Melken an. Ein Melkroboter ist trotz technisch aufwendiger Frühwarnsysteme kein automatischer Problemlöser. Das Ansteigen des Zellgehaltes nach Umstellung vom herkömmlichen zum automatischen Melken kann mehrere Ursachen haben:

- Ein Melkzeug für 50 bis 75 Kühe. Damit erhöht sich das Risiko, dass Erreger – insbesondere *Staphylococcus aureus* – von Kuh zu Kuh über die Zitzenoberfläche übertragen werden. Auch über die Reinigungsbürsten und -becher können sich Infektionen verbreiten.
- Eine Melkreihenfolge nach dem Motto „Die Gesunden müssen gesund bleiben“ ist mit dem Roboter schwer umsetzbar.
- Bei älteren Kühen kann die Milchabgabe Probleme bereiten, da Problemviertel unzureichend ausgemolken werden.
- Eine Zwischenspülung nach jedem Melken ist eventuell zu wenig. Nicht jedes AMS wird mit einer Zwischendesinfektion installiert.
- Die Qualität der Euterreinigung ist unzureichend, der Verschmutzungsgrad der Zitzen bleibt zu hoch.
- Das Melken ist nicht immer erfolgreich. Bei längeren Zwischenmelkzeiten verbleibt Milch zu lange im Euter. Dadurch können sich Erreger vermehren und ausbreiten.

Verschiedene Zwischenmelkzeiten

Ein Vorteil beim Robotermelken ist die höhere Melkfrequenz durch kürzere Zwischenmelkzeiten. Beides trägt zum Ausschwemmen von Mastitis-Erregern bei. Bei starken Variationen der Zwischenmelkzeiten von unter 6 Stunden und über 12 Stunden reagieren manche Kühe mit höheren Zellgehalten. Durch erhöhten Euterinnendruck bei verlängerten Zwischenmelkzeiten lassen diese Tiere Milch laufen. Dieser Effekt ist durch die beeinträchtigte Schließfunktion der Zitze auch bei zu kurzen Zwischenmelkzeiten zu beobachten. Durch ausgelaufene Milch auf der Liegefläche können sich andere Tiere der Herde mit Erregern infizieren.

Euterreinigung nicht immer 100 %

Die Reinigung der Zitzen erfolgt nicht immer entsprechend dem Verschmutzungsgrad. Daher können sich beim automatischen Melken Umwelterreger vor allem durch mangelhafte Reinigung der Zitzen ausbreiten. Eine gute Stallhygiene mit funktionierenden Liegeboxen und das eventuelle Rasieren der Euterhaare sorgen für saubere, leicht zu reinigende Euter. Erfolgt die Zitzenreinigung nur mit Wasser, können Keime durch Schmiereffekte übertragen werden. Bei Bürstenreinigung stellen hingegen die Borsten ein Keimreservoir dar.

Informationen nutzen

Ein automatisches Melksystem liefert eine Fülle von Informationen über die Tiere. Es gilt daher die nutzbaren Messtechniken des Melkroboters für seine Zwecke bestmöglich zu nutzen. Dementsprechend gehören diese Aussagen nach ihrer Wichtigkeit analysiert. Bei einer Warnung von „euterkranken“ Tieren durch das AMS gehört eine Einzeltierkontrolle, sprich ein Schalmtest, durchgeführt. Ist der Befund positiv, sind sofort weitere Schritte wie zum Beispiel eine

bakteriologische Untersuchung der Milch zu setzen. Auch von den Ergebnissen der Milchleistungsprüfung lassen sich wichtige Erkenntnisse ableiten.

Die Weichen für eine gute Eutergesundheit werden bereits vor der Umstellung auf das Roboter melken gestellt.

Bereits vier bis sechs Wochen vor der Inbetriebnahme des Melkroboters sowie ein bis zwei Wochen vor Inbetriebnahme bei bekannt auffälligen Tieren sollte eine bakteriologische Untersuchung der Viertelgemelke durchgeführt werden. Bei Nachweis kuhassoziierter Erreger empfiehlt sich eine Herdensanierung noch bevor mit dem automatischen Melken begonnen wird. Gleiches gilt wenn der Zellgehalt in der Tankmilch bei zwei aufeinanderfolgenden Tankmilchproben im Durchschnitt über 250.000 Zellen pro Milliliter liegt bzw. mehr als 30 % der Kühe einen Zellgehalt von über 250.000 Zellen pro Milliliter aufweisen. In diesen Fällen sollte zunächst eine Herdensanierung erfolgen, damit sich nicht unbemerkt ein Bestandsproblem entwickelt. Zur Sanierung einer Herde ist, je nach Erregerstatus, mindestens der Zeitraum einer Laktation erforderlich. Eine *Staphylococcus aureus*-Sanierung stellt einen betroffenen Melkroboter-Betrieb vor eine nahezu unlösbare logistische Herausforderung.

Bei laufendem Betrieb lässt sich die Eutergesundheit verbessern wenn:

- Richtige Hygienemaßnahmen getroffen und umgesetzt werden
- Konsequente Behandlungen zur Heilung durchgeführt werden
- Problemkühe konsequent gemerzt werden

Zellzahlen bei AMS-Betrieben in Oberösterreich

Die Auswertung der Zellgehalte der unter Leistungskontrolle stehenden AMS-Betrieben in Oberösterreich zeigt im Vergleich zu den herkömmlich melkenden Betrieben keine wesentlichen Unterschiede. Entgegen dem internationalen Trend, wo Roboter-Betriebe oft mit hohen Zellzahlen kämpfen, haben unsere Betriebe bis auf wenige Ausnahmen den Melkroboter im Griff. Die in *Abbildung 1* dargestellten Auswertungen von 67 AMS-Betrieben ergaben einen um 13.000 Zellen höheren Zellgehalt gegenüber den oberösterreichischen LKV-Gesamtbetrieben. Bei

den 49 AMS-Fleckviehbetrieben liegt die durchschnittliche Zellzahl der Roboterbetriebe mit 9.000 weniger Zellen geringfügig unter dem Zellgehalt aller oberösterreichischen LKV-Fleckviehbetriebe. Die besten Roboterbetriebe in Oberösterreich erreichen Durchschnittswerte von 100.000 Zellen pro Milliliter. Es gibt aber auch einige Betriebe, bei welchen die Eutergesundheit und die erhöhten Zellzahlen als problematisch anzusehen sind. Ein Teil dieser Betriebe hatte aber bereits vor Inbetriebnahme des AMS, also mit dem vorherigen Melksystem, über einen längeren Zeitraum erhöhte Zellzahlwerte. Dies zeigt, dass Betriebe, die den Melkroboter im Griff haben, wo das Umfeld wie Stall, Kuhkomfort, Belegdichte, aber vor allem das Management passen, sehr wohl beste Ergebnisse erzielen können. Die Auswertung der AMS Betriebe beinhaltet sowohl die LKV Abschlüsse 2010 als auch jene Betriebe, in denen seit 2010 ein Melkroboter im Einsatz ist.

Eine wichtige Erkenntnis aus der Auswertung ist die Tatsache, dass Betriebe, die vor der Umstellung auf AMS schon mit hohen Zellzahlen Probleme hatten, diese meistens auch mit AMS haben. Melkroboter können also nur den Ist-Zustand erhalten, bestenfalls mit eingebauter Zwischendesinfektion und bestem Management Verbesserungen bewirken. Es liegt also in erster Linie am Roboterbesitzer selbst, mit welchem Eutergesundheitsstatus er mit dem neuen Melksystem startet.

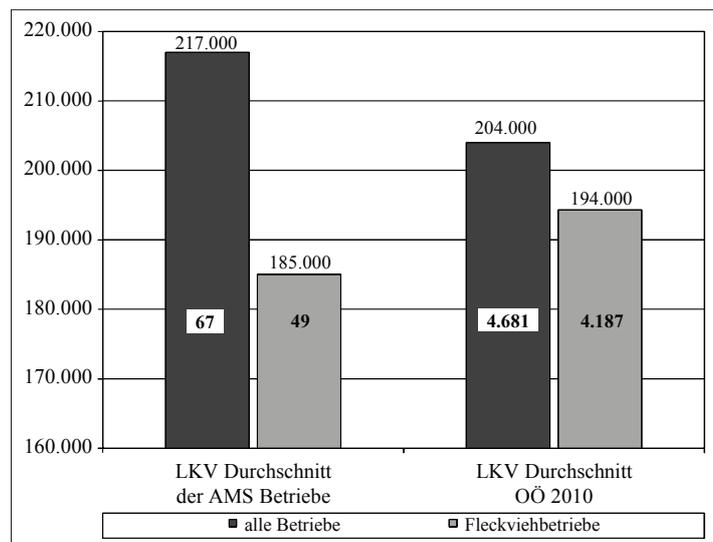


Abbildung 1: Zellzahlvergleich der AMS-Betriebe mit den LKV-Gesamtbetrieben in Oberösterreich

Work-Life-Balance auf dem Milchviehbetrieb

Christine Hackl¹*

Um einen **dauerhaften** und **gesunden** Erfolg zu erzielen, bedarf es einer Lebensqualität als wertschöpfende Basis.

Lebensqualität bedeutet, dass ich mir (unter den vielen Rahmenbedingungen) **selbst** meine Lebensgestaltung erlaube und in die Hand nehme. Je höher der Grad der Selbstbestimmung (wieder: innerhalb meiner Rahmenbedingungen), desto höher empfinden Menschen ihre Lebensqualität.

Damit das gelingen kann, einige „Zutaten“

Eigenverantwortung

Eigenverantwortung bedeutet, dass ich nicht dafür verantwortlich bin, was jemand anderer sagt/oder nicht sagt; was mir an Schicksalen widerfährt etc.; **aber** für das, was ich daraus mache! Das Gegenteil von Eigenverantwortung heißt „Schuld geben“ („mir geht es so schlecht und dieser Mensch – oder dieser Umstand ist daran Schuld“). Schuld geben ist zwar vordergründig bequem, nimmt mir aber auf Dauer die Kraft, Dinge verändern zu können.

Können – Wollen – Dürfen

Ohne Können und Wollen kann ich auf Dauer nicht erfolgreich sein. Trotzdem: wenn das Dürfen fehlt, kann es weder durch das Können noch durch das Wollen kompensiert werden.

Dürfen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass ich mir erlaube, meinen Betrieb, mein Leben, ... so zu gestalten, wie ich es für angemessen und richtig halte. Bekomme ich diese „Erlaubnis“ von meinen Hofübergebern nicht, kostet das zum Einen sehr viel (Erfolgs-)Energie und zum Anderen mindert es meine Lebensqualität (=Work-Life-Balance).

Die Haltung der „Jungen“ sollte heißen: „Ich achte alles, was ich von euch bekommen habe und wie ihr es getan und gelebt habt **und** erlaube mir, es auf meine Art und Weise weiterzuführen.“

Die Haltung der „Alten“: „Ich traue dir dein Leben und deine Art der Betriebsführung zu!“ Dazu gehört auch das gesunde Loslassen.

Umgang mit Höhen und Tiefen

In Tiefzeiten: „Wozu fordert mich diese Situation heraus?“ oder „Wofür ist das eine Gelegenheit?“

In Hochzeiten: Sich darüber freuen und anschließend die Frage stellen: „Jetzt läuft es so gut wie es läuft: Womit müssen wir **trotzdem** aufhören – anfangen – weitermachen?“

Gesundes Selbstbewusstsein

Besteht aus 3 Komponenten

Selbstwert

Ich bin wertvoll, weil ich **bin** wie ich bin! (durch den Blick auf meine Stärken und Schwächen). Schaffe ich das nicht, dann kommt das **Tun** als Quelle für meinen Selbstwert zum Einsatz.

Ich bin wertvoll, weil ich *mache* (etwas leiste)! Problematisch wird es dann, wenn das Tun nicht mehr so gelingt – durch Alterungsprozesse oder durch Krankheit; oder von meinem Umfeld nicht gesehen wird.

Ich bin wertvoll, weil ich *habe*! Wenn der Selbstwert ausschließlich über das Haben definiert wird, muss ich ständig etwas Neues anschaffen und herzeigen, um das Gefühl des Wertvollseins zu erlangen. Vorsicht Falle: Ein derartiges Haben macht maximal 3 Monate Spaß, danach muss etwas Neues angeschafft werden, was mir wieder vorgaukelt, dass ich wertvoll bin!

Selbstvertrauen

Ich traue mir mein Leben zu!

Selbstkommunikation

Die Qualität meiner eigenen Kommunikation bestimmt meine Lebens- und Erfolgsqualität! Deshalb überprüfen: „Wie rede ich mit mir selbst? Wie gehe ich mit mir um, wenn mir etwas nicht gelingt etc.?“

Die 4 Grundursachen für Probleme (nach Robert Dilts)

Durch einen guten Umgang mit diesen 4 Grundursachen werden Herausforderungen aus unseren Problemen **und** diese liebt und braucht unser Gehirn, um weiterzuwachsen!

Zu ernst – weil wir die Welt, d.h. uns selbst und die Menschen um uns herum, in vielen Situationen oft viel zu ernst nehmen!! Wir müssen und dürfen (wieder) beginnen, unsere ureigenste Fähigkeit – nämlich **lachen** – lebendig werden zu lassen und zu zeigen. Durch die Gelotologie (=Wissenschaft des Lachens) wissen wir, was Lachen und eine gesunde Bewegung Positives in uns bewirkt! (z.B.:

¹ Trainerin für Wirtschafts- und Sozialkompetenzen / Systemischer Coach, A-3714 Goggendorf 87

* Ansprechpartner: Christine Hackl, email: christine.hackl@aon.at

Hormonausschüttung, Gesundheit, schnellere Genesung, Schmerzmittel, uvm.)

Zu wenig im Hier und Jetzt – wir müssen uns einmal bewusst machen, dass wir uns viel Sorgen über unsere Vergangenheit („um Gottes Willen, wie das schlimm war“) oder unsere Zukunft („um Gottes Willen, wie wird das werden“) machen. Hier gilt es einen anderen Umgang sowohl mit Vergangenheit als auch mit Zukunft zu leben. Vergangenes darf vorbei sein und mit der Frage: was hab ich daraus gelernt oder entwickelt, gerade deswegen, weil es so war wie es war, können wir einen Sinn in allem, was uns widerfahren ist, entdecken! **Und:** sobald etwas für uns Sinn macht, können wir es „nehmen“ und brauchen es nicht mehr ungeschehen machen! In Richtung Zukunft gibt es zwei Dinge zu sagen: erstens: mach dir bewusst, welchen Teil du durch bewusstes Einsetzen deiner Gedanken selbst beitragen kannst und für den Rest brauchen wir Vertrauen, damit wir lernen, anzunehmen, was das Leben uns bringt! Dieses Vertrauen geht leichter, wenn wir wissen, dass es das Leben gut mit uns meint!

Die falschen Fragen – wir quälen uns sehr oft mit den berühmten „Warum-Fragen“ herum, wissend, dass diese Frage nur einmal Berechtigung hat – nämlich bei der Ursachenfindung: Warum ist das so? Kann ich diese Frage nicht beantworten (aus welchem Grund auch immer), nützt es nichts, wenn ich mir diese Frage hunderte Male jeden Tag wieder stelle!! Statt dessen: WIDEG (Wofür ist das eine Gelegenheit???) – von Viktor Frankl.

Streben nach Perfektion – wir Menschen sind nicht geboren, perfekt zu sein, denn Perfektion bedeutet Vollendung und vollendet sind wir, wenn wir von dieser Welt gehen!! Alles andere ist ein permanentes Wachsen, Werden und Entwickeln. Wir dürfen es wagen, etwas zu beginnen, **obwohl** es nicht perfekt ist!! Denn von den exzellentesten Menschen auf dieser Welt wissen wir, dass hier etwas Anderes dran ist – nämlich: „Gib dein Bestes, das, was du unter diesen Umständen, unter dieser Zeitqualität und mit diesem Wissens- und Informationsstand hervorbringst, und lass das eine gute Basis sein, damit es sich weiter entwickeln kann!!

Bericht

39. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2012

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2012

ISBN-13:978-3-902559-77-7

ISSN:1818-7722