



lfz
raumberg
gumpenstein

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

35. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Milchquote
Strukturversorgung Wiederkäuer
Forschungsergebnisse LFZ
Aufzucht und Nutzungsdauer
Rindermast und Qualität

9. und 10. April 2008
Grimmingsaal
LFZ Raumberg-Gumpenstein



lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

35. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Milchquote
Strukturversorgung Wiederkäuer
Forschungsergebnisse LFZ
Aufzucht und Nutzungsdauer
Rindermast und Qualität

9. und 10. April 2008

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

Mag. Dr. Albert Sonnleitner

Leiter für Forschung und Innovation

Mag. Dr. Anton Hausleitner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Nutztierforschung

Satz

Eckhart Alexandra
Stuhlpfarrer Andrea
Krayc Beate

Lektorat

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

Druck, Verlag und © 2008

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

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902559-16-6

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

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 9.-10. April 2008, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2008

Inhaltsverzeichnis

BLOCK I: Milchquote

Auswirkungen eines Quotenausstiegs und Analyse alternativer Milchmengensteuerungssysteme..... 1

C. ROSENWIRTH

Strategien des Milchquotenmanagements für Wachstumsbetriebe 9

F. STOCKER

BLOCK II: Strukturversorgung von Wiederkäuern

Strukturbewertung von Rationen für Milchkühe 19

H. STEINGASS UND Q. ZEBELI

Möglichkeiten zur Messung des pH-Wertes im Pansen 27

J. GASTEINER, M. FALLAST, S. ROSENKRANZ, J. HÄUSLER,

K. SCHNEIDER, M. SCHWAB und T. GUGGENBERGER

BLOCK III: Forschungsergebnisse LFZ Raumberg-Gumpenstein

Ergebnisse Silageprojekt 2003/2005/2007..... 33

R. RESCH

**Bewertung des NEL-Systems und Schätzung des Energiebedarfs
von Milchkühen auf der Basis von umfangreichen Fütterungsversuchen
in Deutschland, Österreich und der Schweiz 47**

L. GRUBER, A. SUSENBETH, F.J. SCHWARZ, B. FISCHER, H. SPIEKERS,

H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG und A. OBERMAIER

Fütterung von getrockneter Getreideschlempe in der Milchproduktion..... 59

M. URDL, A. SCHAUER, J. HUBER UND L. GRUBER

Proteinversorgung von Milchkühen in den ersten 100 Laktationstagen 65

A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER, M. GALLNBÖCK, J. GASTEINER,

L. GRUBER, J. HÄUSLER, M. KROPSCH, G. MAIERHOFER,

L. PODSTATZKY, A. SCHAUER und B. STEINER

BLOCK IV: Aufzucht und Nutzungsdauer

Milchkühe zwischen Leistungsanforderungen und Anpassungsvermögen 99

W. KNAUS

Umsetzung hoher Lebensleistung am Betrieb 107

C. UND G. EDEGGER

**Betreuung des Kalbes im Hinblick auf Krankheitsvorbeuge
mit dem Ziel, Verluste in der Kälberaufzucht zu verringern 109**

G. RADEMACHER

BLOCK V: Rindermast und Qualität

Qualitätsanforderungen im Spannungsfeld zwischen Praxis und Handel 113

M. GRESSL UND W. HABERMANN

Fleischqualität beim Rind – Merkmale und Einflussfaktoren..... 115

M. VELIK

Eindrücke zur Fleischrinderproduktion in Kanada und Schlussfolgerungen für Österreich 121

R. GRABNER

Auswirkungen eines Quotenausstiegs und Analyse alternativer Milchmengensteuerungssysteme

C. ROSENWIRTH

1. Ausgangssituation

Die Diskussion der letzten Monate in den Gremien der Europäischen Union lassen trotz intensiver Bemühungen Österreichs ein Auslaufen der Quotenregelung nach dem 31. März 2015 erwarten. Erstens wird die Europäische Kommission keinen Vorschlag zur Verlängerung vorlegen und zweitens besteht eine qualifizierte Mehrheit der Mitgliedstaaten für ein Auslaufen der Milchquotenregelung.

Andererseits sollte in der Diskussion nicht außer Acht gelassen werden, wie hoch der Preis für eine Verlängerung wäre. Die neuen Mitgliedstaaten, die sich mit der Quotenzuweisung im Rahmen des Beitritts benachteiligt fühlen, als auch Mitgliedstaaten mit einer deutlichen Unterversorgung mit Quoten im Vergleich zum Selbstversorgungsgrad, würden eine Quotenerhöhung zu ihren Gunsten fordern. Dies wurde bereits im Herbst 2007 deutlich, als Polen vor allem für sich eine vorgezogene 5 % Quotenerhöhung forderte, obwohl die polnische Quote im gerade abgelaufenen Quotenjahr um 216.000 t unterliefert wurde. Damit würde die Quotenregelung trotz Fortbestehens in ihrer Funktion und Wirksamkeit ausgehöhlt werden.

2. Übergangsmaßnahmen während der Auslaufphase

Die Europäische Kommission hat bereits im Jahr 2006 begonnen zu kommunizieren, dass die Quotenregelung 2015 ausläuft. Das Hauptziel war, den Milcherzeugern rechtzeitig bewußt zu machen, dass die Investitionen insbesondere in die Quoten rechtzeitig abgeschrieben werden müssen. Um die Kosten für das Wachstum auch in der Übergangsphase zu reduzieren und einen weichen Übergangsprozess zu ermöglichen, wird die Kommission Übergangsmaßnahmen vorgeschlagen. Dabei präferiert die Kom-

mission die schrittweise Erhöhung der Quote mit dem Argument, dass die Milcherzeuger genau wissen, wieviel sie mehr produzieren können. Beim Agrarministerrat am 17. März 2008 wurde für das Quotenjahr 2008/09 eine zusätzliche 2 % Quotenerhöhung gegen die Stimmen Österreichs und Deutschland beschlossen. Damit erfolgt für Österreich neben der noch ausstehenden 3. Erhöhungstufe aus der GAP-Reform 2003 (13.700 t) eine Quotenerhöhung von 55.833 t und für die EU-27 von 2,87 Mio. t.

Im Rahmen des Health Check ist bei der Vorlage der Rechtsvorschlüsse Mitte Mai 2008 laut Information von AGRA FACTS Nr. 19 - 08 vom 28.2.2008 von einer weiteren 4,06 % Quotenerhöhung auszugehen. Diese soll in 4 Jahresschritten zu jeweils 1 % vom Quotenjahr 2010/11 bis 2013/14 zugeteilt werden, wobei die Erhöhungsbasis immer das jeweilige vorherige Quotenjahr darstellt. Damit werden EU-weit zusätzlich 5,94 Mio. t zur Verfügung gestellt werden, d.h. inklusive der vorgezogenen 2 % Quotenerhöhung 8,82 Mio. t. Für Österreich

ergibt sich eine zusätzliche Erhöhung im Rahmen des Health Check von 115.619 t und gesamt von 171.452 t, was etwas mehr als der im Jahr 1999/2000 erreichten nationalen D-Quotenumwandlung von 150.000 t entspricht.

Die von Österreich und anderen Mitgliedstaaten vorgeschlagenen anderen Übergangsmaßnahmen wie die EU-weite Saldierung, die Reduktion und mittelfristige Abschaffung der Fettkorrektur und die flexible Anwendung bzw. Reduktion der Zusatzabgabe sollen im Rahmen einer Zwischenevaluierung neben der Möglichkeit einer weiteren Quotenerhöhung nach den Vorstellungen der Kommission erst vor Ende 2012 geprüft werden. Diese Maßnahmen wären bei schlechter Marktlage wieder revidierbar gewesen bzw. hätten den Mitgliedstaaten mit mehr Produktionspotential und den Milcherzeugern mit dem Ziel größerer Wachstumsschritten eher eine Reduktion der Quotenkosten gebracht.

So wurde im Quotenjahr 2006/07 die EU-Quote per Saldo mit 1,9 Mio. t nicht ausgenutzt und laut aktuellen Prognosen

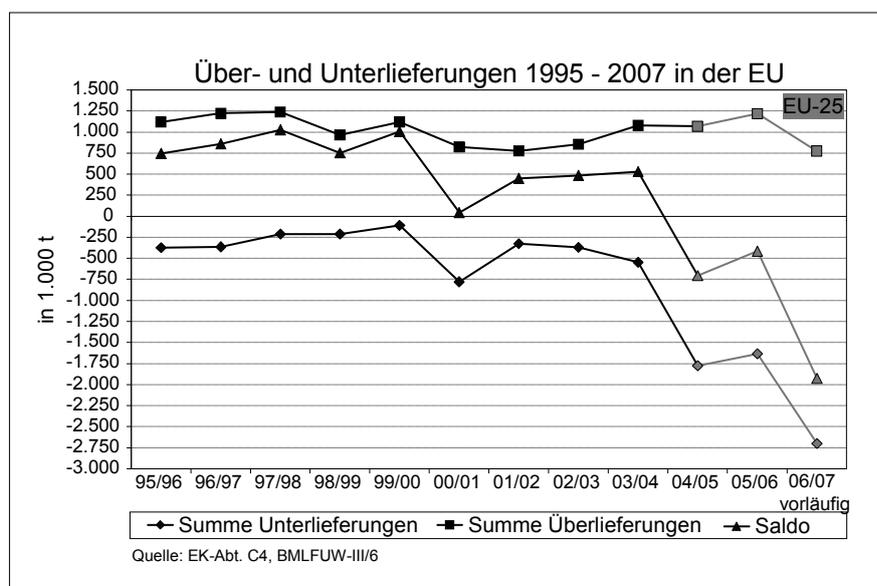


Abbildung 1: Über- und Unterlieferungen in der EU-15/25 (Quelle: EK Abt. C4, eigene Darstellung)

Autor: Dipl.-Ing. Christian ROSENWIRTH, Bundesministerium für Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung III/6 Milch, Stubenring 1, 1010 WIEN, email: christian.rosenwirth@lebensministerium.at

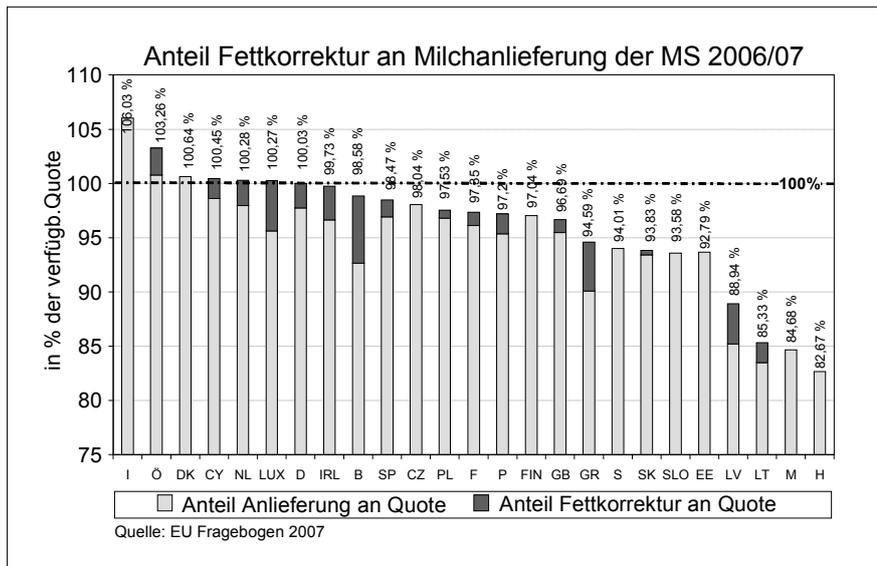


Abbildung 2: Anteil Fettkorrektur an Milchanlieferung der MS im Quotenjahr 2006/07 (Quelle: EU-Quotenfragebögen, EK Abt. C4, eigene Darstellung)

ist im Quotenjahr 2007/08 von 2,2 Mio. t auszugehen (Abbildung 1).

Österreich wäre jener Mitgliedstaat gewesen, der bei der Reduktion bzw. Abschaffung des Fettkorrekturkoeffizienten am stärksten profitiert hätte, da meist 80 - 100 % der Überlieferung aus der Fettkorrektur resultieren (Abbildung 2).

Das tatsächliche Endergebnis nach der politischen Diskussion im Agrarministerrat bis zum Herbst 2008 ist schwer vorhersehbar. Daher wird in den weiteren Ausführungen grundsätzlich auf die zu erwartenden Kommissionsvorschläge im Mai 2008 Bezug genommen.

3. Analyse Auswirkungen der Quotenerhöhung

Dabei gilt es, wie bei jeder Veränderung, die Risiken und Chancen abzuwägen.

3.1. Risiken

Rückgang der Erzeugermilchpreise und der Einkommen

Ein großes Risiko ist, dass die Erzeugermilchpreise aufgrund der zusätzlichen Mengen sinken und eine Mengensteigerung erforderlich ist, um den selben Deckungsbeitrag bzw. das selbe Einkommen zu erzielen.

Die Studie der Kommission kommt unabhängig von Ausmaß der Quotenerhöhung zu einem Erzeugerpreisrückgang in einer Größenordnung von ca. 4 % im Vergleich zum Jahr 2008. Dies ist deut-

lich niedriger als es in früheren Jahren im Rahmen der Auswirkungsanalysen der GAP-Reform 2003 war.

Die Auswirkung auf die Einkommen hängt einerseits stark davon ab, ob ein Betrieb sich nicht entwickelt, oder andererseits Wachstumsschritte setzen will, wobei auch die jährliche Milchleistungssteigerung darunter zu verstehen ist.

Die österreichische Milchquotenstudie ergab unter Verwendung eines Betriebsoptimierungsmodells auf Basis von 860 Buchführungsbetrieben mit Milchquote, dass die Veränderung des Gesamtdeckungsbeitrages je nach Annahme der Milchpreisentwicklung (eher vorsichtige Annahmen) beim Vergleich der Szenarien mit und ohne Quote im Jahr 2015 mit einer Schwankung von $\pm 1 - 1,5$ % relativ geringer sein dürfte (Tabelle 1).

Da kleinere Betriebe, die verstärkt im benachteiligten Gebiet liegen, ihre

Tabelle 1: Szenarienvergleich Ergebnisse Gesamt-DB auf Basis eines Betriebsoptimierungsmodells mit österr. Buchführungsbetrieben mit Milchquote (Quelle: Österr. Milchquotenstudie Okt. 2007, TRIBL)

Szenarienvergleich	
Mittelwert der einzelbetrieblichen GDB-Änderung	
Optimistischere Milchpreisannahme 2015: -6,2 % (-2,2 Cent/kg) m.Q. von 35,3 auf 33,1 Cent/kg o.Q. bei 4,2 % Fett inkl. MwSt	
- 2015 mit Quoten vs. 2008:	+0,5 % (Median: -0,5)
- 2015 ohne vs. mit Quoten:	+0,9 % (Median: +0,7)
Pessimistischere Milchpreisannahme 2015: -10,3 % (-3,4 Cent/kg) von 33,1 m.Q. auf 29,7 Cent/kg o.Q. bei 4,2 % Fett inkl. MwSt	
- 2015 mit Quoten vs. 2008:	-3,1 % (Median: -3,5)
- 2015 ohne vs. mit Quoten:	-1,5 % (Median: -1,4)

m.Q.: mit Quote, o.Q.: ohne Quote

Quote in Prozent stärker überliefern als größere Betriebe, profitieren diese auch bei statischer Betrachtung stärker vom Auslaufen der Milchquotenregelung. Dies wird noch verstärkt, da eine jährliche Milchleistungssteigerung von 1 % unterstellt wird. Das heißt aber nicht, dass nicht größere Betriebe, die eher größere Wachstumsschritte setzen wollen, davon nicht stärker profitieren.

Das zweite Risiko tritt bereits mit der Entwertung der Quote durch das Fixieren des Auslaufens der Quotenregelung im Jahr 2015 ein. Jene Betriebe, die unter der Prämisse eines vorsichtigen Kaufmannes den notwendigen Abschreibungszeitraum unter Berücksichtigung des Endes der festgelegten Quotenperiode gelegt haben, sollten damit aber kein Problem haben.

3.2. Chancen

Die größte Chance besteht vor allem für wachstumswillige Betriebe, da die Wachstumsschritte durch den Wegfall von Quotenkosten bis zu 50 % günstiger werden. Laut der Befragung der Milcherzeuger im Rahmen der österreichischen Milchquotenstudie haben ca. ¼ der Milcherzeuger die Absicht ihre Produktion bis zum Jahr 2012 auszuweiten, wobei dieser Prozentsatz bei Betrieben über 100 t Quote bereits bei 40 % liegt (Abbildung 3).

Die Vergangenheit hat gezeigt, dass vor allem Betriebe in den Bergbauernzonen 3 und 4 ihre durchschnittliche Lieferquote deutlich geringer gesteigert haben, als Betriebe in den Bergbauernzonen 1 und 2 und im nicht benachteiligten Gebiet (Abbildung 4). Meiner persönlichen Meinung nach müssten daher insbesondere jene Milcherzeuger, die

die Wachstumschancen aufgrund der arbeitswirtschaftlichen und topographischen Rahmenbedingungen nicht nutzen können, durch besondere Begleitmaßnahmen unterstützt werden.

Ein Unsicherheitsfaktor dabei ist aber, ob und welche nachfolgenden Mengensteuerungssysteme es geben wird, die auch wieder Kosten verursachen würden (siehe Kapitel alternative Milchmengensteuerungssysteme).

3.3. Wird in der Auslaufphase bis 2015 in Österreich eine Zusatzabgabe anfallen?

Es ist aus den Erfahrungen der Vergangenheit und unter der Prämisse von

wirtschaftlichen Milcherzeugerpreisen davon auszugehen, dass die rund 6,6 % Quotenerhöhung ab dem Quotenjahr 2008/09 über einen Zeitraum von mehreren Jahren von den österreichischen Milcherzeugern auch angeliefert wird. Dies wird aus der Befragung der Milchbauern im Rahmen der Österreichischen Milchquotenstudie mit einem durchschnittlichen Steigerungspotential der Milchlieferung von 17 % ohne Änderung der Faktorausstattung (d.h. Milchleistungsteigerung und Umschichtung Futtermilch) bis hin zu 27 % mit zusätzlicher Flächenzupacht, aber ohne Stallumbau, deutlich. Die Milchquotenstudie der Europäischen Kommission

ergibt eine Prognose der Produktionssteigerung für Österreich von knapp 12 %. Daraus ist das Fazit zu ziehen, dass bei den von der Kommission nur relativ geringfügig prognostizierten Milchpreiserückgängen von ca. 4 % im Vergleich zum Jahr 2008 die Quotenerhöhungen mehr als ausgenutzt werden und daher in der Auslaufphase bis 2015 in Österreich mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Zusatzabgabe zu entrichten sein wird, die in der Größenordnung der letzten Jahre von durchschnittlich 5 bis 15 Cent/kg liegen dürfte.

Die frühere Einführung der EU-weiten Saldierung als Kompromiss der politischen Diskussion im Rat würde die Zusatzabgabe pro Kilogramm in Österreich aber stärker drücken, da die Quoten in sehr vielen Mitgliedstaaten in der Vergangenheit deutlich nicht ausgenutzt wurden und daher zu erwarten ist, dass dies auch weiterhin zumindest teilweise der Fall sein wird.

Eine bereits frühere stufenweise Senkung der Zusatzabgabe würde einen weiteren dämpfenden Effekt bewirken, wobei dieser nicht so stark ausfallen dürfte (Abbildung 5). Im Rahmen der GAP-Reform 2003 wurde die volle Zusatzabgabe bereits um ca. 22 % reduziert, was aber nicht unbedingt zu einer Reduktion nach der Saldierung geführt hat.

Die Abschaffung der Fettkorrektur würde vor allem für Österreich indirekt eine zusätzliche Quotenerhöhung von ca. 80.000 t bedeuten, wobei Österreich EU-weit davon am stärksten profitieren würde (hoher Anteil der Überlieferung basiert auf fettkorrigierter Anlieferung, Österreich überliefert seit 1997/98 ständig (Abbildung 6)).

4. Ausblick und Schlussfolgerungen für die Milcherzeuger¹

Mehrere Faktoren sprechen für die Einschätzung, dass in Österreich die Produktion nach Auslaufen der Milchquote ausgedehnt werden wird: Ergebnisse von Befragungen von LandwirtenInnen deuten auf erhebliches Ausweitungspotential hin (vor allem durch Lieferung von Milch, die bisher an Kälber verfüttert wurde). Der Umstand, dass in Österreich die Quote laufend überschritten wird und die überliefernden LandwirteInnen

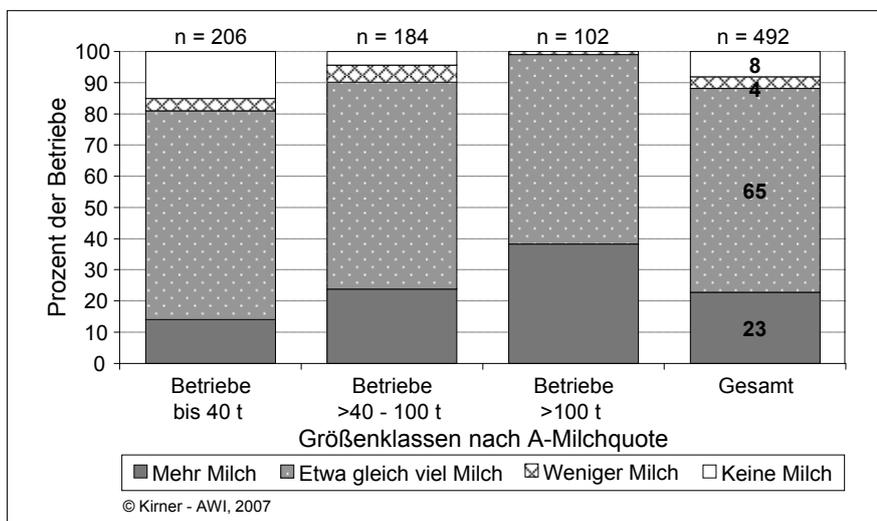


Abbildung 3: Absicht zur Ausweitung der Produktion in fünf Jahren (2012) nach Größenklassen von Milchviehbetrieben (Quelle: Österreichische Milchquotenstudie Okt. 2007, KIRNER)

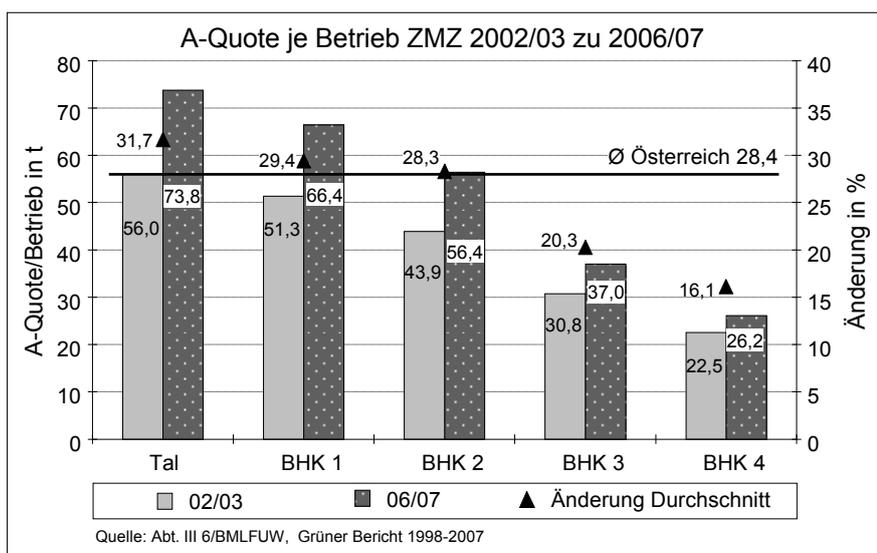


Abbildung 4: Welche Betriebe nach Zonen haben Wachstumspotential in den letzten Jahren in Österreich gezeigt, Entwicklung der A-Quote je Betrieb nach Zonen (Quelle: Grüner Bericht 1998 - 2007, eigene Darstellung)

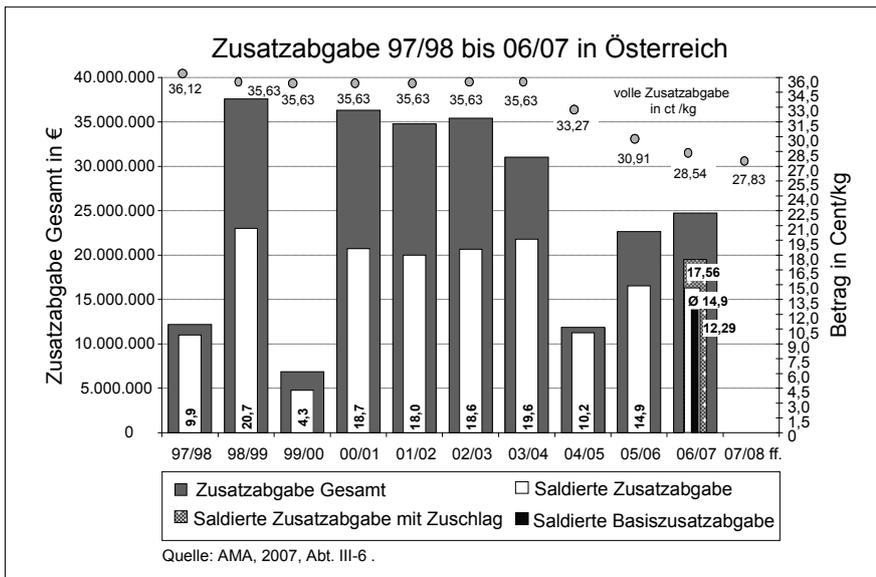


Abbildung 5: Entwicklung Höhe Zusatzabgabe von 1997/98 bis 2006/07 in Österreich (Quelle: AMA, eigene Darstellung)

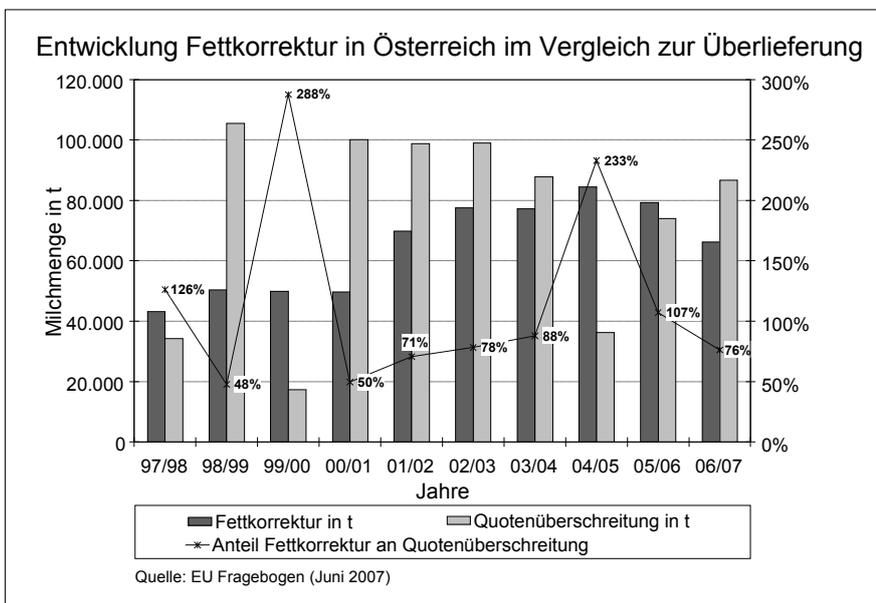


Abbildung 6: Fettkorrektur im Vergleich zur Überlieferung in Österreich von 1997/98 bis 2006/07 (Quelle: EU Fragebögen, EK Abt. C4, eigene Darstellung)

empfindliche Abzüge in Kauf nehmen, wird dahingehend interpretiert, dass eine beträchtliche Zahl von Betrieben zu sehr geringen Grenzkosten die Milchproduktion ausweiten kann. Auch in Phasen sehr niedriger Erzeugermilchpreise, wie z.B. zwischen 1995 und 1999 als die Preise 28 ct/kg (4,0 Fett und 3,3 Eiweiß ohne USt.) und weniger betragen, wurde die Lieferleistung nicht eingeschränkt, sondern sogar ausgedehnt (von 2,29 Mio. t im Jahr 1995 auf 2,55 Mio. t im Jahr 1999).

Ein wichtiger Vorteil ist, dass österreichische Konsumenten die heimische Herkunft von Milchprodukten bevorzugen. Es sind also sowohl vom Aufkommen als auch vom prognostizierten Absatz her günstige Rahmenbedingungen für die Weiterführung und sogar Ausdehnung der Milchproduktion gegeben. Trotz dieser Rahmenbedingungen wird es nicht möglich sein, betriebliche Abläufe so zu lassen wie bisher. BetriebsleiterInnen in der Milchproduktion müssen die Situation jetzt zum Anlass

nehmen, gründlich zu überprüfen, ob die derzeitige Ausrichtung mit den absehbaren künftigen Rahmenbedingungen verträglich ist. Erwartungen an „das Nachfolgesystem“ nach Abschaffung der Quote sollten dabei nicht überstrapaziert werden (siehe nächstes Kapitel).

Es ist sehr unwahrscheinlich, dass es nur ein Modell geben wird, das die Beziehungen zwischen Lieferanten und Molkereien ablösen wird. Das Quotensystem hat vielfach Probleme verursacht indem es unter anderem dazu geführt hat, dass Erweiterungsschritte wegen des Quotenkaufs sehr teuer waren. Mit Abschaffung der Quoten fällt dieser Nachteil weg, es kommen aber Unsicherheiten dazu.

So ist zum Beispiel nicht klar, wie die Beziehung Lieferanten – Abnehmer organisiert sein wird. Über andere Faktoren gibt es hingegen weniger Unsicherheit: Österreich wird auch in Zukunft ein guter Standort für die Milchproduktion sein, in der Übergangsphase bis zum Auslaufen der Quoten werden die Preise der Quoten sinken und die Preisschwankungen (sowohl Vorleistungen wie Kraftfutter als auch für die Milch) dürften zunehmen.

Für jene Betriebe, die auf die veränderten Rahmenbedingungen durch Expansion der Milchproduktion reagieren wollen, ist bis 2013 durch das Programm der Ländlichen Entwicklung eine gute Voraussetzung zur leichteren Finanzierung der Vorhaben gegeben. Bis zum Zeitpunkt des Auslaufens der Quoten ist die Ausweitung der Produktion jedoch mit Kosten verbunden. Die Höhe wird, wie bereits beschrieben, sehr stark von der gewählten Variante der angeführten Übergangsmaßnahmen abhängen.

Quoten um jeden Preis zu erwerben, nur um die Produktion ausweiten zu können, ist eine schlechte Idee. Milchquoten müssen als Investition betrachtet werden, die – im Gegensatz zu Maschinen oder Gebäuden – eine im Vorhinein bekannte Lebensdauer haben und somit konsequent abgeschrieben werden müssen. Aufgrund der zu erwartenden Übergangsmaßnahmen sollte die gekaufte Quote bereits in maximal 5 Jahren bis 2012/13 weitgehend abgeschrieben sein.

Auch jene Betriebe, die in der Milchproduktion bleiben, aber nicht expandieren wollen, müssen den sich ändernden

¹ ROSENWIRTH, SINABELL, Ländlicher Raum Feb. 2008; Herausforderungen für die Milcherzeuger bei Änderung der Milchmarktordnung und des Marktumfeldes

Bedingungen Rechnung tragen. Die steigenden Lebenshaltungskosten, die in der Kennzahl „Privatverbrauch“ zum Ausdruck kommen (plus 812 Euro pro Jahr), sind ein Faktum. Die Erhöhung der Milchablieferung, die Senkung von Kosten, die Veränderung der Betriebsorganisation zur Schaffung zusätzlicher Erwerbsmöglichkeiten sind Möglichkeiten – aber auch Erfordernisse – um ein angemessenes Einkommen zu erzielen, selbst wenn eine Erweiterung in der Milchproduktion nicht angestrebt wird.

Jene Betriebe, die aus der Milchproduktion aussteigen möchten, haben ebenfalls bis 2013 günstige Voraussetzungen. Bis zum Zeitpunkt des Auslaufens der Quote kann aus dem Verkauf ein Erlös erzielt werden. Dieser wird natürlich abnehmen, je näher der Zeitpunkt des Übergangs in ein neues System kommt. Da im Programm der Ländlichen Entwicklung nicht nur die Spezialisierung in der Milchwirtschaft gefördert wird, sondern auch die Etablierung neuer Betriebsschwerpunkte, bestehen günstige Voraussetzungen zur Finanzierung solcher Vorhaben. Ein Ausstieg aus der Milcherzeugung muss zudem nicht unbedingt ein Ausstieg aus der Milchproduktion insgesamt sein. Die Spezialisierung auf die Aufzucht von Kalbinnen, die Betreuung trockenstehender Kühe oder die Übernahme der Futterwirtschaft für benachbarte Milchviehbetriebe kann eine Möglichkeit sein, Spezialisierungsvorteile zu realisieren und bestehende Anlagen und Maschinen sowie gewonnene Kenntnisse z.B. auch in Form der Schaf- oder Ziegenmilchproduktion weiter zu nutzen.

Es gibt starke Indizien, dass in den kommenden Jahren die Schwankung von Erlösen und Kosten für alle Betriebe zunehmen wird. Dies bedeutet nicht notwendiger Weise, dass auch die Einkommen starken Schwankungen ausgesetzt sind, da direkte Einkommensbeihilfen aus der Ersten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik das Einkommensrisiko mindern. Für Betriebe in benachteiligten Gebieten dürfte eine derzeit in Diskussion stehende zusätzliche Beihilfe als Begleitmaßnahme in Form einer Milchkuhprämie ebenfalls zu einem glatten Einkommensstrom beitragen. Dennoch wird es erforderlich sein, dass

auch Milcherzeuger in Zukunft durch Veranlagung von Reserven in Zeiten sehr guter Marktbedingungen Eigenvorsorge betreiben, um Marktschwankungen auszugleichen. Dies wird umso dringlicher werden, je stärker sich Betriebe spezialisieren und somit den Entwicklungen auf einem einzelnen Markt unterworfen sind.

5. Analyse Alternativen Milchmengensteuerungssysteme²

Eingangs darf gleich grundsätzlich klargestellt werden, dass bei Auslaufen der staatlich geregelten EU-weiten Quotenregelung nicht zu erwarten ist, dass ein anderes genauso effizientes privatwirtschaftliches System in einer EU der 27 Mitgliedstaaten, mit den unterschiedlichsten Interessen der Akteure, etabliert werden kann. Derzeit wäre es vom EG-Recht auch nicht gestattet, dass die Mitgliedstaaten ein solches System einrichten können. Es ist realpolitisch auch nicht zu erwarten, dass die EU ein funktionierendes Quotensystem abschafft, ohne offen für eine Weiterentwicklung zu sein (österreichische Forderung) und dann von Grund auf ein neues staatliches System einführt.

Damit bleibt nur mehr die Anwendung privatwirtschaftlicher Modelle übrig. Vor näherer Prüfung der bisher diskutierten Modellansätze sollten die Interessen der 2 wesentlichsten Akteure geprüft werden.

5.1. Interessen der Akteure Erzeuger

Es besteht vor allem von Seite der Erzeuger nach dem Auslaufen der Milchquotenregelung ein Interesse ein anderes Mengenmanagementsystem einzurichten, um unkontrollierte Produktionssteigerungen, die zu einem Milchpreisverfall führen, zu vermeiden.

Vor allem für kleinere Milcherzeuger, die aufgrund der höheren Logistikkosten bei der Milchsammlung für die Molkereien nicht so interessant sind, wird die Abnahmesicherheit einen größeren Stellenwert bekommen, da wachstumswillige Betriebe durch den Wegfall der Quote ihre Mengen leichter kompensieren können.

Wachstumswillige Betriebe präferieren andererseits niedrigere Expansionskosten (Frage Kosten etwaiger Lieferrechte oder Genossenschaftsanteile). Betriebe, die aus der Milchproduktion aussteigen wollen, sind an einem hohen Quotenrestwert interessiert.

Molkereien

Für die Molkereien wird in der Zukunft durch die sich abzeichnenden stärkeren Milchpreisschwankungen, die auch mit einem temporären Angebotsrückgang verbunden sein werden, die Sicherung ihrer Rohstoffbasis verbunden mit einer längerfristigen Bindung der Lieferanten von immer größerer Bedeutung sein. Dies ist insbesondere bei größeren Investitionen in neue Produktlinien wichtig. Andererseits sollen Übermengen vermieden werden, die in Überschusssituationen kurzfristig nur mit geringer Wertschöpfung am Spotmarkt abgesetzt werden können oder als Bulkwaren gelagert werden müssen. Der Vorteil von Verarbeitungsunternehmen gegenüber Liefergenossenschaften oder Gemeinschaften ist daher, dass sie bei einer schlechten Marktlage durch die Veredelung des Rohstoffes und einer dadurch höheren Wertschöpfung höhere Auszahlungspreise erzielen sollten. Hingegen können Verarbeitungsunternehmen bei einer sehr guten Marktlage, in der am Spotmarkt höhere Milchpreise zu erzielen sind, ihre aufgebauten Handelsbeziehungen nicht vernachlässigen. Gut geführte Verarbeitungsunternehmen sollten daher krisensicherer sein.

Genossenschaften

Die derzeitigen Lieferverträge der Molkereigenossenschaften mit ihren Lieferanten schreiben keine bestimmte Liefermenge vor, haben aber sehr oft das exklusive Übernahmerecht aller Liefermengen beinhaltet, ausgenommen Mengen zur Direktvermarktung. Derzeit besteht noch eine Abnahmeverpflichtung der gesamten Milch der andienungspflichtigen Genossenschaftsmitglieder. Es stellt sich die Frage, ob dies in Zukunft bei zyklisch auftretenden Überschusssituationen auch noch beibehalten wird. Wie die letzten Monate zeigen, reichen die Mitgliedschaft und Kündigungsfristen

² Nach Referat und Artikel: Möglichkeiten, Grenzen und Probleme eines aktiven Milchmengenmanagements der Molkereien nach dem Wegfall der gegenwärtigen Quotenregelung, WEINDLMAIER, OBERSOJER, TU-München, 2007

mit einem gewissen Zeitraum der Auszahlung der Genossenschaftsanteile nicht alleine zur Lieferantenbindung aus. Die Genossenschaften sind daher mehr gefordert, ihre zusätzlichen Leistungen zu forcieren oder herauszustreichen.

Privatmolkereien

Privatmolkereien, die in Österreich bisher lediglich ca. 10 % der Milchmenge übernehmen, haben einen größeren Handlungsspielraum bei der Festlegung der Mengen. Nach Ablauf der Bindungsfrist müssen unbenötigte Mengen nicht mehr unter Vertrag genommen werden. Bei den Preisen orientieren sie sich meist an den Genossenschaften, die aber meist den Nachteil von an die steigende Liefermengen anzupassende Genossenschaftsanteile haben. Der Milchpreis und eventuelle Serviceleistungen sind meist das ausschlaggebende Entscheidungskriterium.

5.2. Interessen je nach Preis-Mengenkonstellationen am Milchmarkt

Solange am Binnenmarkt die Versorgung der Molkereien mit Rohmilch kleiner bzw. gleich ihrem Bedarf ist, besteht keine Notwendigkeit einer zusätzlichen Mengensteuerung.

In dieser Situation wird die Lieferantenbindung im Vordergrund stehen, um den Rohstoff zu sichern.

Bei einer Überschusssituation am Binnenmarkt, aber bei einem höheren Weltmarktpreis lassen sich die Übermengen am Spotmarkt bzw. durch Exporte zu akzeptablen Verwertungen abgeben.

Die Marktsituation, bei der ein Mengenmanagement verlangt wird, ist eine Überschusssituation am Binnenmarkt mit einem niedrigeren Weltmarktpreis als der Binnenmarktpreis. In dieser Situation kommt es zur Senkung des Milchpreises, der Kündigung von Mengen durch Privatmolkereien und dem Wunsch nach einem aktiven Mengenmanagement in Genossenschaften oder Lieferorganisationen.

5.3. Konzepte für ein privates Milchmengenmanagement

In der folgenden Übersicht sind die bisher bekannten Ansätze für ein privates Milchmengenmanagement angeführt:

- Mengenbegrenzung durch europaweites privates **A/C-Modell der Molkereien**
- Mengenbegrenzung durch Erzeugerzusammenschlüsse in Europa oder Mitgliedstaaten
- Mengenbündelung durch Erzeugerzusammenschlüsse (z.B. BayernMeG)
- Preisdifferenzierung nach festgelegter A-Menge und zusätzlich gelieferter B-Übermilchmenge (z.B. Campina)
- Genossenschaftlicher „ClosedShop“ (Modell Nordmilch)
- Erhöhung der Geschäftsanteile (sog. Fonterra Modell)

5.4. Analyse der Konzepte

Die beiden erst genannten Ansätze haben in der Praxis in einer EU-27 keine Realisierungschance, da einerseits eine Abschottung von Importen und eine Solidarisierung eines Großteils der Molkereien oder Milchlieferanten der EU Voraussetzung wären.

Was sich nach meiner persönlichen Einschätzung nach immer mehr herauskristallisiert ist, dass große Molkereikonzerne wie z.B. Arlafoods in Nordeuropa, die bevorstehende Fusion von Campina und Friesland in den Niederlanden und auch nicht auszuschließende Zusammenschlüsse von größeren Molkereien in Norddeutschland mit ihren beträchtlichen Milchmengen in diesen Regionen eine Art Mengenmanagement innerhalb ihres Konzerns in Zukunft durchführen werden. Dies ist in Regionen mit einer größeren Zersplitterung der Molkereiwirtschaft sehr schwer möglich.

Mengenbündelung durch Erzeugerzusammenschlüsse

Die Mengenbündelung durch Erzeugerzusammenschlüsse (Beispiel BayernMeG) mit dem Schwerpunkt der zentralen Verhandlung der Milchmengen und -preise hat die Kernfrage bisher noch nicht beantwortet, welcher Alternativverwertung in Form eines sog. Milchpools die EU-weite Überschusmilch zugeführt werden soll, wenn die Weltmarktpreise niedriger sind.

Es ist auch nicht klar, wie eine Mengenbegrenzung zur Vermeidung der Überschusmilch und damit der Preisdämpfung erreicht werden soll.

Durch die Bündelung größerer Milchmengen geht die Milch zum besseren Wirt (Molkerei mit besserer Wertschöpfung aufgrund besserem Produktrange), was einen höheren durchschnittlichen Milchpreis für die Mehrheit der Lieferanten bringen müsste. Allerdings muss dieser Milchpreis auch mittelfristig von den Molkereien erwirtschaftet werden, sonst ist die Insolvenz unausweichlich. Dafür ist eine mittelfristige und nicht kurzfristige Betrachtung des Milchpreisniveaus ausschlaggebend, da sonst innovative Molkereien ungenügend investieren können.

Die folgenden Ansätze könnten eher einen Beitrag zu einer größeren Mengen- und Preis- bzw. Verwertungsstabilität erreichen.

Ansatz der Preisdifferenzierung nach besser bezahlter A-Menge und zusätzlich gelieferter B-Übermilch

Jedem Milchlieferanten würde nach diesem Vorschlag zum 31.03.2015 ein A-Lieferrecht zugeteilt, das sich an seiner Quotenreferenzmenge orientiert. Will er mehr Milch liefern, erfolgt dies im Rahmen eines B-Lieferrechts. Der Auszahlungspreis für Milch, die im Rahmen des A-Lieferrechts geliefert wird, ist dabei deutlich höher als für Milch des B-Lieferrechts. Für die B-Milch wird ein Milchpreis bezahlt, der sich an der Grenzverwertung orientiert. Nähere Angaben über die Festlegung und Höhe der Preise für die A- und B-Mengen wurden bisher noch nicht gemacht.

Die erste offene Frage ist, warum Molkereien für die bisherige A-Quote, die dann ähnlich dem Schweizer Übergangsmodell in ein Lieferrecht umgewandelt wird (Prozentsatz dürfte entsprechend sicherer Verwertungsmenge abgestimmt sein), einen höheren Milchpreis erhalten sollten. Der einzige Grund könnte sein, dass vor allem Genossenschaften ihren treuen Mitgliedern indirekt eine Entschädigung der noch nicht abbeschriebenen Quotenkosten zukommen lassen möchten, als eine Art Kundenbindung. Da es auch danach einen Entwicklungsprozess geben wird, hätten wachstumwillige Betriebe wieder höhere Kosten zu tragen, da sie entweder das besser bezahlte A-Lieferrecht von Aussteigern erwerben müssen (ein knappes Gut hat immer einen Preis) oder mit dem niedrigeren

B-Milchpreis vorlieb nehmen. Diese wachstumswilligen Betriebe würden dann zu Molkereien wechseln, bei denen diese Wachstumsnachteile nicht anfallen, was nicht das Ziel sein kann. Andererseits könnte die Ausgangsmolkerei den zusätzlichen Milchbedarf durch den B-Milchzukauf von anderen Molkereien kostengünstiger decken.

Exkurs zum geplanten Mengenmanagement in der Schweiz durch die Produzentenorganisationen

Ziel ist die Bündelung des Angebots durch die Etablierung eines nationalen Verkaufspools in Form einer Holding durch die Produzentenorganisationen, die den Milchverkauf an die 4 größten Molkereien des Landes (entspricht 80 % der Molkereimilch) steuern.

Die Steuerung erfolgt in der Weise, dass Anfang des Jahres eine 80 % Milchzu- teilung auf Basis der bisherigen Liefer- rechte erfolgt. Für diese Milch gibt es den sogenannten höheren „A-Preis“. Für die darüber hinaus produzierte Menge gibt es einen so genannten „B-Preis“, der entsprechend der Verwertung am Spot- Markt gezahlt wird. Jene, die nicht mehr produzieren und den A-Preis erhalten, werden dadurch nicht beeinflusst.

Dieser Ansatz wirft Fragen des Wett- bewerbs- und Kartellrechts auf (alle Molkerien sollen angeblich denselben Milchpreis bezahlen), weiters aber auch des Genossenschaftsrecht, das eine Ver- pflichtung der Mitglieder zur Lieferung an die Molkerei vorschreibt. Die meisten Genossenschaften in Österreich sind nicht nur Liefergenossenschaften son- dern auch Molkereien, die das Produkt verarbeiten.

Es wird auf alle Fälle interessant sein, die praktischen Auswirkungen dieses Ver- suchs in der Schweiz, sofern er überhaupt zu Stande kommt, zu analysieren.

Genossenschaftliches Closed Shop Konzept (Vorschlag Nordmilch)

Dabei handelt es sich um eine privile- gierte Abnahmegarantie für bestehende Genossenschaftsmitglieder und den Verzicht der Aufnahme neuer Mitglieder (Abbildung 7).

Die bestehenden Mitglieder haben auch in Überschussituationen die Abnahme- sicherheit, wobei die Genossenschaft nur eine begrenzte Möglichkeit der Mengen-

steuerung hat, da die einzelbetriebliche Milchlieferung der Mitglieder nicht direkt zu beeinflussen ist.

Die Wirkung ist daher nur gegeben, wenn die Mengenausdehnung der Mitglieder durch den Mehrbedarf oder durch Ver- zicht auf Zukaufmengen von Nichtmit- gliedern (die Manövriermasse darstellt) kompensiert werden kann.

Mengensteuerung durch den Kauf zusätzlicher Genossenschaftsanteile mit jährlich angepassten Nennbeträgen (Fonterra-Modell)³

Erhöht bei Fonterra (Neuseeländische Genossenschaft) ein Milchlieferant seine Anlieferungsmenge, muss er pro kg zusätzliche Milch einen weiteren Geschäftsanteil zeichnen. Zwei gravie- rende Unterschiede bestehen jedoch zu österreichischen Genossenschaften: Ers- tens liegt der Wert der Fonterra-Anteile aktuell mit ca. 30 Cent/kg Milch deutlich höher als bei österreichischen Genossen- schaftsmolkereien, bei denen dieser von 0,09 bis 20 Cent/kg, im Durchschnitt ca. 2 Cent/kg Milch beträgt. Und zweitens kann der Milchlieferant an der positiven Unternehmensentwicklung von Fonterra partizipieren, indem er sowohl eine Dividende für seine Anteile erhält, als auch indem die Anteile jährlich auf Basis des Unternehmenswertes neu bewertet werden. In Summe dieser beiden Kom- ponenten erzielten die Mitglieder von Fonterra im Schnitt der letzten fünf Jahre eine jährliche Rendite von ca. 13,5 %

ihres eingelegten Kapitals⁴. Ausgehend von diesem Konzept könnte eine einzel- betriebliche Mengensteuerung für öster- reichische Genossenschaftsmolkereien dadurch erfolgen, dass die Milcherzeuger bei einer Ausdehnung der Liefermenge konsequent zusätzliche Geschäftsanteile zeichnen müssen und zudem der Nenn- betrag der Geschäftsanteile jährlich auf der Basis der Prognosen der Absatzpla- nung der Molkerei zur Mengensteuerung angepasst wird.

Wenn Erzeuger nicht mehr bereit oder in der Lage sind, infolge einer Anhebung des Nennbetrages der Genossenschafts- anteile die Differenz für die bereits ge- zeichneten Anteile einzubezahlen, würde die garantierte Abnahmemenge entspre- chend eingeschränkt. Durch eine gezielte Anpassung des Nennbetrages könnte die abnahmepflichtige Menge durch die Molkerei beeinflusst werden. In der Fol- ge könnten inferiore Verwertungen von Milchüberschüssen vermieden werden, die ansonsten die Nettoverwertung der gesamten Anlieferungsmilch belasten würden. Die zusätzlichen Einlagen würden die Eigenkapitalausstattung der Molkereien verbessern und könnten so für deren strategische Weiterentwicklung genutzt werden.

In den letzten Monaten wurde bereits von einigen Genossenschaften begonnen ihr bestehendes System auf den aktuellen Stand zu bringen. Das dürfte ein Zeichen sein, dass einzelne Genossenschaften diesen Ansatz ernsthaft prüfen.

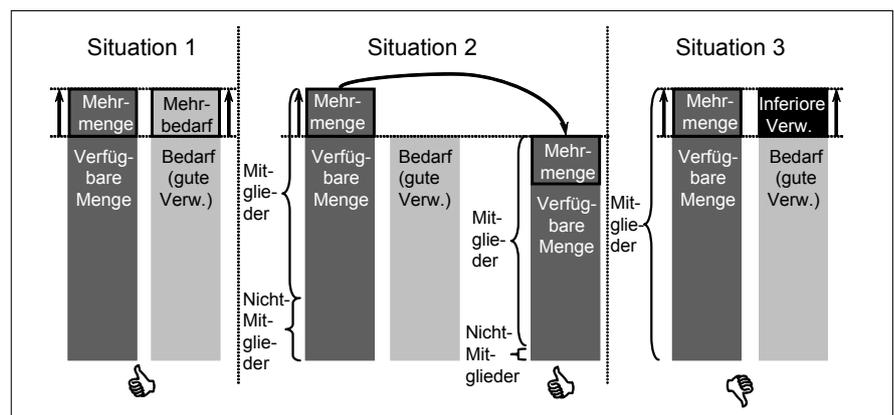


Abbildung 7: Wirkung eines Closed Shop bei unterschiedlichen Ausgangssituationen (Quelle: WEINDLMAIER, OBERSOJER, 2007)

³ großteils zitiert aus WEINDLMAIER, OBERSOJER, 2007: Möglichkeiten, Grenzen und Probleme eines aktiven Milchmengenmanagements der Molkereien nach dem Wegfall der gegenwärtigen Quotenregelung

⁴ 6AM - Fonterra Annual Report 2007, S.4. Abrufbar im Internet: [http://www.fonterra.com/wps/wcm/connect/-5bd-d8800469a54e587398fed75de3e87/Fonterra+Annual+Report+2006-07.pdf?MOD=AJPERES\(Abrufdatum:24.09.2007\)](http://www.fonterra.com/wps/wcm/connect/-5bd-d8800469a54e587398fed75de3e87/Fonterra+Annual+Report+2006-07.pdf?MOD=AJPERES(Abrufdatum:24.09.2007)).

Eine derartige Vorgehensweise stellt zwar eine relativ gerechte und ökonomisch effiziente Form zur Selektion von Lieferanten und deren Anlieferungsmengen dar. Gleichzeitig bestehen jedoch erhebliche Bedenken hinsichtlich deren Umsetzbarkeit. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass einerseits die milchmengenabhängige Pflichtbeteiligung der Mitglieder an Genossenschaften in Deutschland und Österreich teilweise nicht konsequent umgesetzt wurde und dass andererseits Kapitalerhöhungen in Genossenschaften für anstehende Investitionen häufig nur schwer mehrheitsfähig sind (höherer Milchgeldauszahlungspreis geht meist vor). Um jedoch eine kontinuierliche Mengensteuerung vornehmen zu können, müsste eine solche Regelung in der Genossenschaftssatzung festgeschrieben werden und die Entscheidungskompetenz über die Höhe des Nennbetrages auf die operativen Entscheidungsgremien übertragen werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine notwendige Mehrheit der Mitglieder einer derartigen Satzungsänderung zustimmt, ist jedoch relativ gering. Einerseits ist die Liquiditätssituation vieler Milcherzeuger zu schlecht, als dass sie zusätzliches Kapital in ihre Genossenschaft investieren könnten und wollten. Andererseits stellt eine unverzinsten Einlage keinen Anreiz für weitere

Investition dar. Um den LandwirtenInnen einen Anreiz zur Einlage weiterer bzw. höherer Genossenschaftsanteile zu geben, wäre zudem mindestens eine kapitalmarktähnliche Verzinsung der Anteile notwendig, um gegebenenfalls den Landwirten eine Refinanzierung der Anteile zu ermöglichen (ähnliche Ansätze bei MGN-Milchliefergenossenschaft Niederösterreich). Eine solche Verzinsung ist aber nur dann möglich, wenn die Genossenschaft eine klare strategische Orientierung und folglich eine gute Wettbewerbsposition aufweist.

Ist dies nicht der Fall, würden Genossenschaftsmitglieder zu anderen Molkereien wechseln, die beim Wachstum diese zusätzlichen Kapitalkosten nicht verlangen. Dieser Ansatz ist in Neuseeland leichter möglich, da Fonterra eine mehr als marktdominierende Stellung hat.

5.5. Zusammenfassung alternativer Milchmengensteuerungssysteme

Kein bisher vorgestelltes Konzept ist geeignet, eine Mengen- und Preissteuerung für den EU-Gesamtmarkt erfolgreich zu bewerkstelligen. Auf einzelbetrieblicher Ebene der Molkerei sind lediglich der Vorschlag eines Closed Shop und der Ansatz den Nennbetrag der zu zeichnenden Geschäftsanteile pro

kg gelieferter Milch für weitere Überlegungen geeignet.

Es wird daher ein zentrales Anliegen der Agrarpolitik sein müssen, stärkere Preis- und Einkommensschwankungen über ein öffentlich bezuschusstes privates Versicherungssystem abzufedern und die Interventionsmechanismen aufrecht zu erhalten. Die Stärkung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit der Molkereien und auch der Milcherzeuger, unterstützt durch Investitionsförderungen, sollte ein Garant sein, um die Herausforderungen nach dem Auslaufen der Milchquotenregelungen besser zu bewältigen.

6. Literatur

AGRAFACTS Nr. 19-08 vom 28.2.08

KIRNER, L., Ch. ROSENWIRTH, E. SCHMID, F. SINABELL und Ch. TRIBL, Okt. 2007: Analyse von möglichen Szenarien für die Zukunft des Milchmarktes in der EU und deren Auswirkungen auf die österreichische Milchwirtschaft (Österreichische Milchquotenstudie).

ROSENWIRTH, Ch. und F. SINABELL, 2008: Herausforderungen für die Milcherzeuger bei Änderung der Milchmarktordnung und des Marktumfeldes, in: Ländlicher Raum, Feb. 2008.

WEINDLMAIER, H. und T. OBERSOJER, 2007: Möglichkeiten, Grenzen und Probleme eines aktiven Milchmengenmanagements der Molkereien nach dem Wegfall der gegenwärtigen Quotenregelung.

Strategien des Milchquotenmanagements für Wachstumsbetriebe

F. STOCKER

Die Milchquote ist tot, es lebe die Milchquote. Dieser Satz bringt die Stimmung vieler österreichischer Bauern zum Thema Milchquote am besten zum Ausdruck. Die klaren Signale der EU-Kommission, die Quote mit 2015 auslaufen zu lassen und möglichst viel zur Aufweichung des Quotensystems bis 2015 beizutragen, verunsichert viele Milchbauern. Andere wiederum klammern sich an die Hoffnung, dass ab 2015 eine privatrechtliche Mengenregelung unter Einbeziehung der bisherigen Quoten bzw. Anteile erfolgt oder die bisherige Quote zumindest als Grundlage für finanzielle Ausgleichszahlungen im benachteiligten Gebiet herangezogen wird. Unabhängig von dieser Situation wird das Wachstum auf den Betrieben weitergehen. Viele Betriebsleiter sind verunsichert und stellen die Frage, ob sie unter den gegebenen Bedingungen noch Quote kaufen sollen.

Dieser Beitrag soll unter Einbindung der aktuellsten Informationen aus Brüssel und Wien (durch Dipl.-Ing. Christian Rosenwirth, BMLFUW) versuchen, einige Entscheidungshilfen zum Thema aufzuzeigen.

Herausforderungen in der österreichischen Milchproduktion

Unabhängig davon, ob es in unmittelbarer Zukunft ein Mengenregelungssystem geben wird oder nicht, bleiben die Herausforderungen für die vielfach klein strukturierten österreichischen Milchbauern sehr groß. Produktion und Kosten müssen ständig optimiert werden. Überschaubares Wachstum als eine Antwort auf steigende Lebenshaltungskosten ist ebenso notwendig. Die österreichischen Milchproduzenten dürfen sich nicht zu sehr von der internationalen Entwicklung abkoppeln. Es gilt, die vorhandenen Produktionspotentiale und Stärken am Betrieb zu nutzen (vorhandene Arbeits-

zeit, Stallplätze, Flächen). Die intensive Auseinandersetzung mit zukünftigen Szenarien ist notwendig, um gut für die kommenden Herausforderungen gerüstet zu sein.

Wachstumsbetriebe in der Milchproduktion

Nach meiner persönlichen Einschätzung sind Wachstumsbetriebe jene Unternehmen, die bereits in naher Zukunft mehr Milch verkaufen wollen. Wachstum muss daher nicht einseitig eine Aufstockung der Kuhzahl bedeuten. In meinen weiteren Betrachtungen und Berechnungen teile ich die Wachstumsbetriebe in drei Gruppen ein.

Die Gruppe 1 wird weiterhin gleich viele Kühe halten und die Mehrproduktion an Milch über Leistungssteigerung und/oder Reduktion der Futtermilchmengen zu erreichen versuchen. Die Gruppe 2 sind Betriebsleiter, die ihren Kuhbestand um drei bis fünf Kühe ausweiten und meist zusätzlich die Leistung steigern bzw. auch die Futtermilcheinsatzmengen verringern werden. Die Gruppen 1 und

2 werden vor allem im Berggebiet bzw. in Regionen mit sehr hohen Pachtpreisen verstärkt angesiedelt sein. In der Gruppe 3 sind Betriebe dargestellt, die auf größeres Wachstum setzen und den Kuhbestand um zehn oder mehr Kühe aufstocken und meist auch die Leistung entsprechend steigern. Die Landwirte in allen drei Gruppen eint die Frage, was mit der Milchquote bis 2015 passiert.

Wie geht es mit der Milchquote bis 2015 weiter?

Zum heutigen Zeitpunkt wird niemand mit 100%-iger Sicherheit die Entwicklung der nächsten sieben Jahre vorher-sagen können. Jeder Milchbauer und Berater wird sich aus den vorliegenden Informationen und Absichten seine eigene Meinung bilden müssen. Von besonderem Interesse ist aber die derzeitige Sichtweise der EU-Kommission. *Abbildung 1* gibt darüber näher Auskunft.

Die EU-Kommission möchte durch diverse „soft landing-Maßnahmen“ das bis 31. März 2015 bestehende Milchquotensystem bereits vorher gleitend

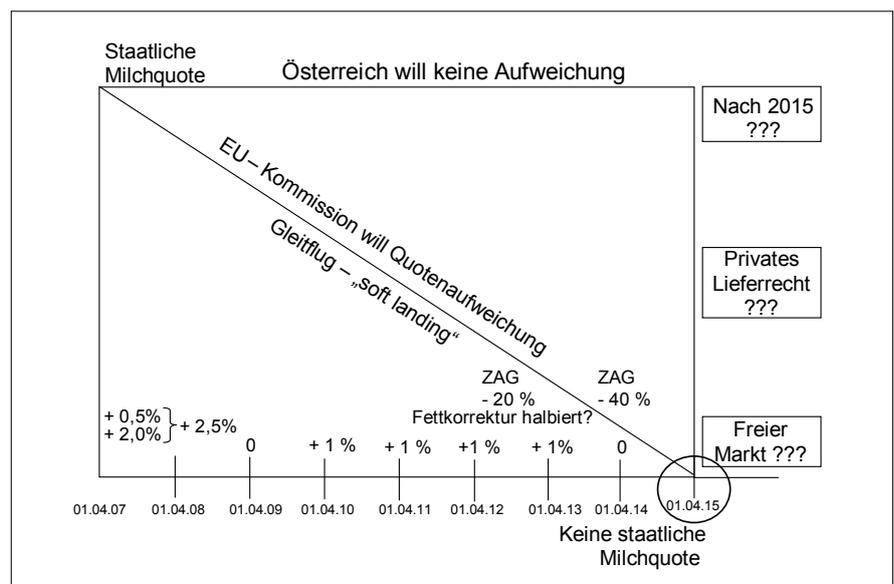


Abbildung 1: Voraussichtliches Szenario Entwicklung Milchquotensystem bis 2015

Autor: Ing. Fritz STOCKER, Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8010 GRAZ, email: fritz.stocker@lk-stmk.at

auslaufen lassen. Die Kommission plant nach den Anfang März 2008 vorliegenden Informationen eine Aufstockung der Milchquote von 6,66 % (2008 insgesamt 2,5 %, sowie in den Jahren 2010 bis 2013 je 1 % von der aktuellen Milchquote). Ab dem Jahr 2013 könnten auch zusätzlich eine schrittweise Senkung der Überschussabgabe und eine Entschärfung bei der Fettkorrektur erfolgen.

Diese Maßnahmen sollen die Milchzeuger zu einer höheren Produktion anregen, um zukünftig die prognostizierte steigende Nachfrage auch am Weltmarkt decken zu können. Gleichzeitig befürchten aber einige Länder, wie auch Österreich, dass eine Ausweitung der Quoten zu einem Preisdruck führen könnte.

Auswirkungen auf den Einzelbetrieb

Die „große“ Agrarpolitik interessiert den einzelnen Produzenten, in unserem Max Milchbauer, meist nur in so ferne, als er die Frage stellt „Wie wirkt sich dies nun auf meinen Betrieb mit derzeit 100.000 kg Quote, einem Referenzfettgehalt von 4,00 % und einem Lieferfettgehalt von 4,20 % konkret aus?“

Direkte Quotenzuteilung von insgesamt 6,66 %:

Die Ausgangsquote von 100.000 kg wird schrittweise auf 106.662 kg erhöht.

Diese kostenlose Quotenzuteilung schafft die Möglichkeit für eine weitere gute Milchkuh (Tabelle 1).

Indirekte Quotenzuteilung durch Verbesserung bei Fettkorrektur:

Derzeit werden dem Betrieb mit seiner Lieferleistung von 100.000 kg Milch aufgrund der Überschreitung des Referenzfettgehaltes um 0,2 % jährlich 3.600 kg als Fettkorrektur angelastet (0,2 % mehr Fett \times Faktor 18 \times 100.000 kg Milchlieferung). Sollte beispielsweise ab 2013 eine Reduzierung des Faktors 18 auf die Hälfte stattfinden, entspräche dies einer indirekten Quotenaufstockung um rund 1.900 kg (bis 3.800 kg) – Tabelle 2.

Die beiden angeführten Maßnahmen lassen nur bescheidenes Wachstum zu.

Mögliche Senkung der Überschussabgabe:

Wenn Betriebsleiter Max Milchbauer seine Produktion stärker ausweiten will, wäre die ebenfalls für z.B. 2013 angedachte schrittweise Senkung der Überschussabgabe eine interessante Alternative zum Quotenkauf (Tabelle 3).

Max Milchbauer kann nun grob einschätzen, was ihn im Bereich der Milchquote aus heutiger Sicht erwarten wird. Er stellt sich und seinem Berater aber bewusst die Frage, ob er jetzt noch Quote kaufen soll oder er bewusst auf eine niedrige bis sehr niedrige Überschussabgabe hoffen soll.

Zwei wichtige Fragen

Wenn es darum geht, den Sinn und die Wirtschaftlichkeit von Milchquotenkäufen zu beurteilen, ergeben sich für mich zwei wesentliche Fragen:

Frage 1: Was ist billiger – Quote zu kaufen und diese abzuschreiben oder Milch zu überliefern und dafür die Überschussabgabe zu bezahlen?

Frage 2: Wird die Produktion am Betrieb in der Hoffnung auf eine niedrige Überschussabgabe vollkommen ausgereizt oder nicht?

Aus meiner Erfahrung der letzten zehn Jahre in der steirischen Arbeitskreisberatung ist die Frage 2 leichter als die Frage 1 zu beantworten. In der Vergangenheit haben Landwirte mit zu geringer Quote je Kuh die Produktion indirekt gebremst, da sie eine hohe Überschussabgabe befürchtet haben. Die Folgen waren aus wirtschaftlicher Sicht nachteilig (Kühe nicht ausgefüttert, schlechtere Tiergesundheit, geringere Inhaltsstoffe, weniger Milch, viel Futtermilch, weniger Einkommen). Milchbauern mit einer ausreichenden Quotenausstattung je Kuh hatten immer einen freien Kopf für die Produktion und haben diesen auch dafür genützt. Persönlich glaube ich nicht, dass von heute auf morgen bei allen Milchbauern diese innere mentale Bremse bei Quotenmangel gelöst und voll produziert wird. Zur Beantwortung der Frage 1 wird neben den Quotenpreisen vor allem die Höhe der zukünftigen Überschussabgabe maßgeblich sein. Die jährlichen Quotenkosten können in Abhängigkeit der Kaufpreise, der Finanzierungsart (Eigen- oder Fremdkapital) und der unterstellten Laufzeit (maximal bis 2015, besser bis 2012/13) berechnet werden. Wesentlich schwieriger ist die Einschätzung der zukünftigen Überschussabgabe.

Tabelle 1: Beispiel direkte Quotenzuteilung für Einzelbetrieb mit 100.000 kg Ausgangsquote

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	bis III/2015	Summe
Quote NEU kg	102.500	102.500	103.525	104.560	105.606	106.662	106.662	106.662	
Quotenzuteilung	2.500	0	1.025	1.035	1.046	1.056	0	0	6.662

Tabelle 2: Beispiel mögliche Auswirkungen Veränderung Fettkorrekturberechnung

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	bis III/2015
Anlastung Fettkorrektur - 0,2% Fettüberschreitung - IST	3.690	3.690	3.727	3.764	3.802	3.840	3.840	3.840
Anlastung Fettkorrektur - 0,2% Fettüberschreitung - GEPLANT	3.690	3.690	3.727	3.764	3.802	1.920	1.920	1.920

Tabelle 3: Beispiel mögliche Senkung der Überschussabgabe ab 2013

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	bis III/2015
Beispiel - durchschnittliche Überschussabgabe/kg	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	6,0	0,0

Ist Überliefern ab dem Wirtschaftsjahr 2008/09 gratis?

Viele Landwirte gehen davon aus, dass aufgrund der mehrmaligen Quotenzuteilung und der hohen bis sehr hohen Kraftfutter- und Zuchtrinderpreise auch in Österreich keine Überschussabgabe anfallen wird. Ob dies tatsächlich so sein wird, zeigt die Zukunft.

Die Studie des BMLFUW mit der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und dem Wirtschaftsforschungsinstitut haben jedoch ein Wachstumspotential von 17 % ohne Flächenpacht und von 27 % mit Flächenpacht ergeben. Eine neue EU-Studie schätzt das Wachstumspotential für die österreichische Milchproduktion immerhin mit 12 % ein. Sollten diese beiden Studien Recht behalten, wird es in Österreich zukünftig weiterhin eine Überschussabgabe geben. Sollte für die Übermilch weiterhin Überschussabgabe bezahlt werden müssen, ist aufgrund der proportionalen Saldierung das Ausmaß der Überlieferung von besonderer Bedeutung. Jene Überlieferung, die in Österreich mit den Unterlieferungen saldiert wird (wird mit dem Zuweisungsprozentsatz bedient), kostet um 30 % weniger, als Mengen, die über dem nationalen Zuweisungsprozentsatz liegen. Dies bedeutet, dass Betriebsleiter bei einer Quotenüberschreitung von beispielsweise fünf bis zehn Prozent ihrer Betriebsquote mit einer geringeren Überschussabgabe

kalkulieren können, als Betriebsleiter mit einer hohen bis sehr hohen Quotenüberschreitung. Es kommt somit auf das Ausmaß der Überlieferung an. Dies hat auch besondere Auswirkungen auf die folgenden Betriebsbeispiele.

Ergebnisse der drei Betriebstypen

Im Folgenden wird für drei Betriebstypen die voraussichtliche Entwicklung bis 2015 dargestellt. Dabei ist es das Ziel, die unterschiedlichen finanziellen Auswirkungen der geplanten Mehrproduktion auf mögliche Kosten für die Überschussabgabe bzw. zusätzliche Quotenkosten darzustellen und Entscheidungshilfen anzubieten.

Betrieb 1: 15 Kühe, keine Bestandaufstockung

Betrieb 1 hält derzeit und zukünftig 15 Kühe, produziert momentan 6.500 kg Milch, setzt davon 650 kg in der Kälberaufzucht ein und verkauft 5.850 kg Milch je Kuh und Jahr. Die Betriebsquote beträgt 87.750 kg mit einem Referenzfettgehalt von 4,00 %. Der Lieferfettgehalt beträgt 4,20 %. Ziel ist einerseits die Senkung der Futtermilch auf 450 kg und eine jährliche Leistungssteigerung von 150 kg je Kuh. Unter Einrechnung der Fettkorrektur werden im Jahr 2008 insgesamt 90.909 kg als Molkereilieferung angerechnet. Dieser Wert steigt bis 2015 auf 108.417 kg (Tabelle 4).

Unter Berücksichtigung der mehrmaligen Quotenzuteilungen wird die Milchquote von 87.750 kg schrittweise auf bis zu 93.596 kg im Jahr 2013 erhöht. Als Überlieferung fallen maximal 12.531 kg an, der Anteil der Überlieferung steigt von 1,07 % im Jahr 2008 auf 13,39 % im Jahr 2014 (Tabelle 5).

Wie hoch wird die Überschussabgabe sein?

Der genaue Wert kann keinesfalls vorhergesagt werden. Es werden daher in der weiteren Betrachtung jeweils zwei Varianten dargestellt. In der teureren Variante wird ein maximaler Wert der Überschussabgabe von 10 Cent berechnet (bzw. 7 Cent für die saldierte Menge), in einer weiteren Variante wird dieser Wert auf 5 bzw. 3,5 Cent halbiert. Da der Zuweisungsprozentsatz für die saldierte Menge erst im Nachhinein feststeht, wird für das Berechnungsbeispiel der letztjährige Wert von 6,31 % berücksichtigt.

Da die Überlieferung bereits ab 2009 über dem unterstellten Zuweisungsprozentsatz von 6,31 % liegt, wird ein Teil der Überlieferung mit den höheren Kosten abgerechnet. Wird die gesamte Überschussabgabe (beginnend von Euro 68,- steigend bis auf Euro 892,-) durch die überlieferte Milchmenge dividiert, erhält man als Ergebnis die durchschnittliche Überschussabgabe je kg überlieferte Milchmenge. Diese beträgt für Betrieb 1 im Jahr 2008 genau 7,0 Cent und erreicht im Jahr 2012

Tabelle 4: Betrieb 1 – Entwicklung der Milchmarktleistung

Anbindestall, 15 Kühe, Leistungssteigerung (150 kg/Jahr) und Umwandlung Futtermilch in Molkereimilch								
Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	bis III/2015
Kühe	15	15	15	15	15	15	15	15
produzierte Milch	6.500	6.650	6.800	6.950	7.100	7.250	7.400	7.550
davon Futtermilch	650	450	450	450	450	450	450	450
verkaufte Milch/Kuh	5.850	6.200	6.350	6.500	6.650	6.800	6.950	7.100
verkaufte Milch Betrieb (0,2 % Fettüberschreitung)	87.750	93.000	95.250	97.500	99.750	102.000	104.250	106.500
Anlastung Fettkorrektur Faktor 18 bzw. Faktor 9 ab 2013	3.159	3.348	3.429	3.510	3.591	1.836	1.877	1.917
anrechenbare Lieferung inkl. Fettkorrektur	90.909	96.348	98.679	101.010	103.341	103.836	106.127	108.417

Tabelle 5: Betrieb 1 – Anteil der Überlieferung

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Quotenzuteilung max. in %	2,5	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	
Quotenzuteilung kg neue Milchquote	2.194	0	899	908	918	927	0	
Überlieferung kg	89.944	89.944	90.843	91.752	92.669	93.596	93.596	
Anteil Überlieferung in %	965	6.404	7.836	9.258	10.672	10.240	12.531	
	1,07	7,12	8,63	10,09	11,52	10,94	13,39	

mit 8,4 Cent den Höchstwert. Ab 2013 wirkt sich die unterstellte Senkung der Überschussabgabe um jährlich 20 % aus (Tabelle 6). Trotz der unterstellten Überschussabgabe von maximal 10 Cent hält sich die Kostenbelastung für die gesamte Überlieferung mit maximal 0,9 Cent je kg verkaufter Milch in Grenzen. Diese Werte bilden die Grundlage für den Vergleich der Jahreskosten bei Quotenkauf. In der Variante „5 Cent“ maximale Überschussabgabe reduzieren sich die Werte auf die Hälfte.

Entscheidend ist nun der Vergleich über die zu erwartende durchschnittliche Überschussabgabe je kg Überlieferung einerseits und den maximal vertretbaren Quotenkosten andererseits. In *Abbildung 2* erfolgt der Versuch einer grafischen Aufbereitung. Auf der y-Achse sind die Jahreskosten für die Überlieferung bzw. für die jährlichen Quotenkosten dargestellt. Diese jährlichen Kosten steigen bei den Überlieferungsvarianten bis 2012 an, um dann ab 2013 zu fallen. Die horizontalen Linien zeigen die jährlichen Quotenkosten bei unterschiedlichen Kaufpreisen (Abschreibung bis 2015, 3 % Zinsanspruch).

Würde die Überlieferung „günstig“ mit maximal 4,18 Cent Überschussabgabe abgerechnet werden, dürfte die Milchquote in der Kaufvariante derzeit maximal 25 Cent kosten. In der Variante „Überlieferung teuer“ steigen die Jahreskosten bis auf 8,36 Cent an. Somit wäre der Quotenkauf bis maximal 40 Cent bis in das Jahr 2013 immer günstiger. Quotenkäufe mit 50 Cent und mehr verursachen in diesem Fall höhere Kosten als die Überlieferung.

Fazit Betrieb 1:

Da die verkaufte Milchmenge um maximal 13 % gesteigert wird und mit hoher Wahrscheinlichkeit ein größerer Anteil mit der „begünstigten“ Überschussabgabe abgerechnet wird, hält sich die Kostenbelastung in Grenzen. Es besteht kein großer Druck, Quote kaufen zu müssen. Wenn der Preis passt und Quote günstig ist, sollte der Quotenkauf jedoch überlegt werden.

Betrieb 2: 15 Kühe, Aufstockung um 3 Kühe

Der Betrieb 2 entspricht dem Betrieb 1 mit dem Unterschied, dass er seine Kuhzahl sofort um drei Kühe erhöht (+ 3 Kühe, + 150 kg verkaufte Milch je Kuh und Jahr + Reduktion Futtermilch um 200 kg je Kuh, 87.750 kg Quote, Refe-

renzfettgehalt 4,00 %, Lieferfettgehalt 4,20 %). Unter Einrechnung der Fettkorrektur wird der Milchverkauf schrittweise auf 130.000 gesteigert (Tabelle 7).

Trotz Quotenzuteilung steigt der Überlieferungsanteil auf über 30 % (Tabelle 8). Dies bedeutet, dass nur ein geringer Anteil mit der „vergünstigten“ Überschussabgabe abgerechnet würde. Die überwiegende Überlieferungsmenge würde mit der hohen Überschussabgabe belastet werden.

In der Variante „10 Cent maximaler Wert für Überschussabgabe“ steigen die durchschnittliche Kosten je kg Überlieferung auf bis zu 9,4 Cent (bzw. gesamt Euro 2.959,- im Jahr 2012; Tabelle 9).

In *Abbildung 3* sind die Ergebnisse für den Betrieb 2 zusammengefasst. Der Quotenkauf wäre dann nicht interessant,

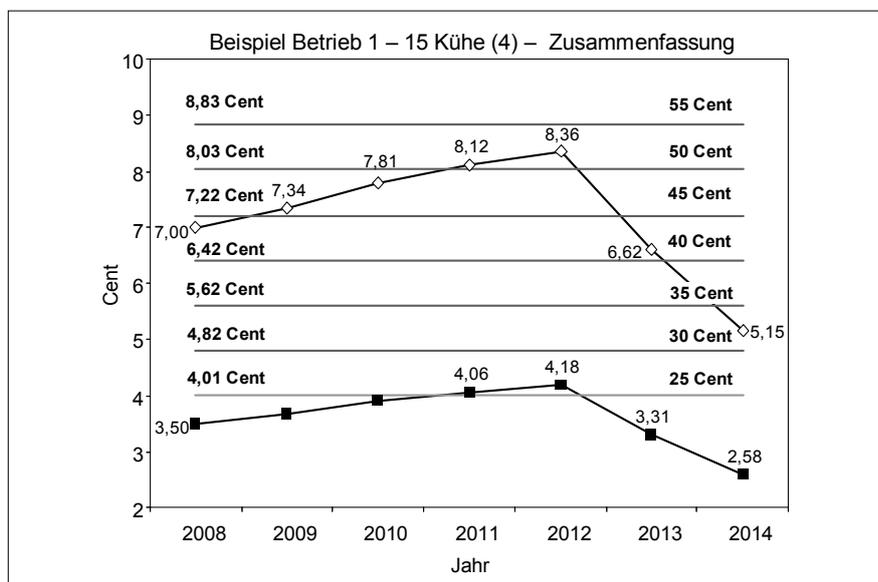


Abbildung 2: Betrieb 1 – Vergleich Jahreskosten Überschussabgabe bzw. Quotenkauf

Tabelle 6: Betrieb 1 – durchschnittliche Überschussabgabe in Variante „10 Cent max. Wert“

Variante 1 - 10 Cent maximaler Wert Überschussabgabe	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Basisüberschussabgabe	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	5,6	4,2	
Überschussabgabe mit Zuschlag	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	6,0	
max. Menge für 6,31 %	5.675	5.675	5.732	5.790	5.847	5.906	5.906	
Menge mit Basiszusatzabgabe	965	5.675	5.732	5.790	5.847	5.906	5.906	
Menge mit Überschussabgabe mit Zuschlag	0	729	2.104	3.469	4.824	4.334	6.625	
Überschussabgabe gesamt	68	470	612	752	892	677	646	
durchschnittliche Überschussabgabe je kg Überlieferung	7,0	7,3	7,8	8,1	8,4	6,6	5,2	
Kosten Überschussabgabe je kg verkaufter Milch	0,1	0,5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,6	

wenn Quote mehr als 25 Cent kostet und das Überliefern sehr billig wäre. Kostet das Überliefern jedoch mehr als fünf Cent, dann sind die Varianten mit Milchquotenkauf um 30 bis 40 Cent (bis 45 Cent) durchaus konkurrenzfähig.

Fazit Betrieb 2:

Da die verkaufte Milchmenge um ein Drittel gesteigert wird, ist das Überliefern ohne weitere Quotenabsicherung mit einem gewissen Risiko verbunden. Fraglich ist, ob Betriebsleiter Nr. 2 ohne zumindest teilweise Quotenaufstockung das Produktionspotential ausnützt oder ob er aufgrund einer möglichen doch höheren Überschussabgabe „kalte Füße“ bekommt. Kann Quote günstig um 30 bis 40 Cent erworben werden, sollte dies ernsthaft geprüft werden.

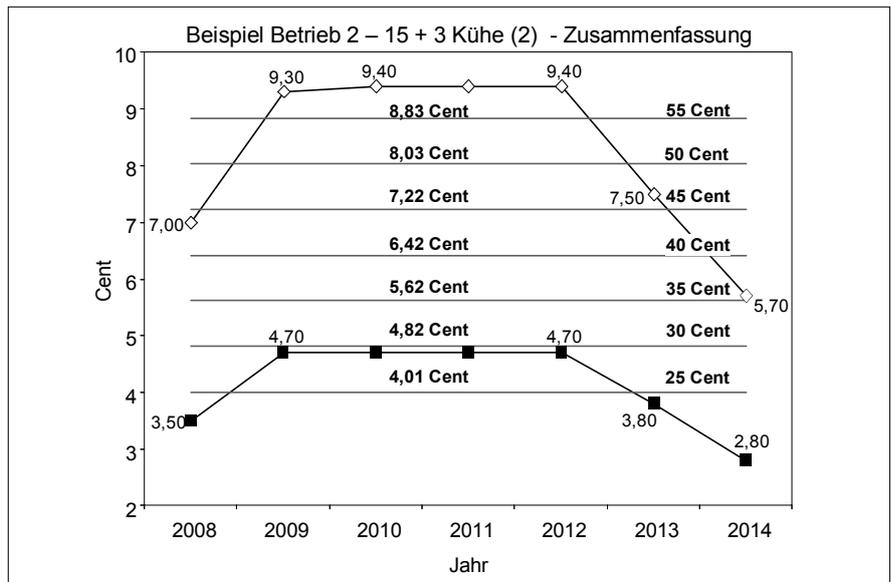


Abbildung 3: Betrieb 2 – Vergleich Jahreskosten Überschussabgabe bzw. Quotenkauf

Table 7: Betrieb 2 – Entwicklung der Milchmarktleistung

Anbindestall, 15 Kühe, 3 Kühe mehr, Leistungssteigerung (150 kg/Jahr) und Umwandlung Futtermilch in Molkereimilch								
Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	bis III/2015
Kühe	15	18	18	18	18	18	18	18
produzierte Milch	6.500	6.650	6.800	6.950	7.100	7.250	7.400	7.550
davon Futtermilch	650	450	450	450	450	450	450	450
verkaufte Milch/Kuh	5.850	6.200	6.350	6.500	6.650	6.800	6.950	7.100
verkaufte Milch Betrieb (0,2 % Fettüberschreitung)	87.750	111.600	114.300	117.000	119.700	122.400	125.100	127.800
Anlastung Fettkorrektur Faktor 18 bzw. Faktor 9 ab 2013	3.159	4.018	4.115	4.212	4.309	2.203	2.252	2.300
anrechenbare Lieferung inkl. Fettkorrektur	90.909	115.618	118.415	121.212	124.009	124.603	127.352	130.100

Table 8: Betrieb 2 – Anteil der Überlieferung

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Quotenzuteilung max. in %	2,5	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	
Quotenzuteilung kg	2.194	0	899	908	918	927	0	
neue Milchquote	89.944	89.944	90.843	91.752	92.669	93.596	93.596	
Überlieferung kg	965	25.674	27.572	29.460	31.340	31.007	33.756	
Anteil Überlieferung in %	1,07	28,54	30,35	32,11	33,82	33,13	36,07	

Table 9: Betrieb 2 – durchschnittliche Überschussabgabe in Variante „10 Cent max. Wert“

Variante 1 - 10 Cent maximaler Wert Überschussabgabe	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Basisüberschussabgabe	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	5,6	4,2	
Überschussabgabe mit Zuschlag	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	6,0	
max. Menge für 6,31 %	5.675	5.675	5.732	5.790	5.847	5.906	5.906	
Menge mit Basiszusatzabgabe	965	5.675	5.732	5.790	5.847	5.906	5.906	
Menge mit Überschussabgabe mit Zuschlag	0	19.998	21.839	23.671	25.493	25.101	27.850	
Überschussabgabe gesamt	68	2.397	2.585	2.772	2.959	2.339	1.919	
durchschnittliche Überschussabgabe je kg Überlieferung	7,0	9,3	9,4	9,4	9,4	7,5	5,7	
Kosten Überschussabgabe je kg verkaufter Milch	0,1	2,1	2,3	2,4	2,5	1,9	1,5	

Betrieb 3: 30 Kühe, Aufstockung um 10 Kühe

Der Betrieb 3 stockt seinen Kuhbestand von 30 Kühen um weitere zehn Kühe auf. Die verkaufte Milch wird von 6.300 kg je Kuh und Jahr um weitere 200 kg je Jahr gesteigert. Die Quote beträgt derzeit 180.000 kg, der Referenzfettgehalt 4,00 %, der Lieferfettgehalt 4,20 %, (Tabelle 10).

Mit der Quotenzuteilung ergibt sich ein Überlieferungsanteil von über 50 % ab dem Jahr 2011 (Tabelle 11).

Aufgrund der hohen beabsichtigten Überlieferung würde nur ein sehr geringer Anteil in die begünstigte Berechnung der Überschussabgabe fallen. Die Kostenbelastung für die durchschnittliche Überlieferung nähert sich der

unterstellten Höchstmarke von 10 Cent (Tabelle 12).

In *Abbildung 4* wird die unterschiedliche zu erwartende Kostenbelastung für den Betrieb 3 dargestellt.

Fazit Betrieb 3:

Der Betrieb weitet seine Verkaufsmilchleistung um mehr als 100.000 kg aus. Sollte der Betriebsführer keine zusätzliche Quote kaufen wollen, setzt er sich in der Hoffnung auf eine niedrige Überschussabgabe einem relativ hohen Risiko aus. Ich bezweifle, dass dieser Betrieb ohne zumindest teilweisen Quotenkauf das Ziel der Ausreizung der Produktion schaffen wird. Auch in dieser Variante ist der Kauf von Milchquote bis 40 Cent ernsthaft zu prüfen.

Zusammenfassung Gegenüberstellung Überschussabgabe bzw. Quotenkauf

Die bisher erfolgte Gegenüberstellung dient lediglich als Hilfestellung zur Einschätzung, welche Variante günstiger ist. Sie beurteilt aber noch nicht die Frage, ob die Überlieferung bzw. Quotenaufstockung grundsätzlich wirtschaftlich ist.

Wirtschaftlichkeit Milchquotenkauf

Die Wirtschaftlichkeit des Milchquotenkaufs wird von verschiedenen Faktoren maßgeblich beeinflusst. Dazu zählen u.a. die Grenzkosten für die zusätzliche Produktion (Futter, Stallplatz, Arbeitszeit, Sonstiges), die erwarteten Milchpreise, die Quotenpreise, die Dauer der unter-

Tabelle 10: Betrieb 3 – Entwicklung der Milchmarktleistung

Stallbau für 40 Kühe (+10), Leistungssteigerung um 200 kg je Jahr

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	bis III/2015
Kühe	30	40	40	40	40	40	40	40
produzierte Milch	6.600	6.800	7.000	7.200	7.400	7.600	7.800	8.000
davon Futtermilch	300	300	300	300	300	300	300	300
verkaufte Milch/Kuh	6.300	6.500	6.700	6.900	7.100	7.300	7.500	7.700
verkaufte Milch Betrieb (0,2 % Fettüberschreitung)	189.000	260.000	268.000	276.000	284.000	292.000	300.000	308.000
Anlastung Fettkorrektur Faktor 18 bzw. Faktor 9 ab 2013	6.804	9.360	9.648	9.936	10.224	5.256	5.400	5.544
anrechenbare Lieferung inkl. Fettkorrektur	195.804	269.360	277.648	285.936	294.224	297.256	305.400	313.544

Tabelle 11: Betrieb 3 – Anteil der Überlieferung

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Quotenzuteilung max. in %	2,5	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	
Quotenzuteilung kg	4.500	0	1.845	1.863	1.882	1.901	0	
neue Milchquote	184.500	184.500	186.345	188.208	190.091	191.991	191.991	
Überlieferung kg	11.304	84.860	91.303	97.728	104.133	105.265	113.409	
Anteil Überlieferung in %	6,13	45,99	49,00	51,93	54,78	54,83	59,07	

Tabelle 12: Betrieb 3 – durchschnittliche Überschussabgabe in Variante „10 Cent max. Wert“

Variante 1 - 10 Cent maximaler Wert Überschussabgabe	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Basisüberschussabgabe	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	5,6	4,2	
Überschussabgabe mit Zuschlag	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	6,0	
max. Menge für 6,31 %	11.642	11.642	11.758	11.876	11.995	12.115	12.115	
Menge mit Basiszusatzabgabe	11.304	11.642	11.758	11.876	11.995	12.115	12.115	
Menge mit Überschussabgabe mit Zuschlag	0	73.218	79.545	85.852	92.139	93.150	101.294	
Überschussabgabe gesamt	791	8.137	8.778	9.416	10.054	8.130	6.586	
durchschnittliche Überschussabgabe je kg Überlieferung	7,0	9,6	9,6	9,6	9,7	7,7	5,8	
Kosten Überschussabgabe je kg verkaufter Milch	0,4	3,1	3,3	3,4	3,5	2,8	2,2	

stellten Abschreibung und die Höhe der erwarteten Überschussabgabe. Jeder Betrieb ist anders und dies sollte auch im Quotenpreis Berücksichtigung finden. In der weiteren Betrachtung werden die vier Varianten Leistungssteigerung, Umwandlung Futtermilch in Molkereimilch, Steigerung der Kuhzahl ohne Leistungssteigerung und Steigerung der Kuhzahl mit Leistungssteigerung dargestellt.

Variante – Leistungssteigerung

In der Variante Leistungssteigerung mit gleicher Kuhzahl wird ausgehend von 6.000 kg Milchverkaufsleistung einmalig eine Leistungssteigerung von 300 kg berücksichtigt (Milchpreis 40 Cent, Grenzkosten 17,5 Cent, 15 Minuten Mehrarbeit am Tag, Euro 10,- Stundenlohn, 3 % Zinsanspruch). In erster Linie müssen alle zusätzlichen Kosten entlohnt werden. Mit dem Überhang können die kalkulatorischen Zinsen für den Quotenkauf und die Kapitalrückzahlung erwirtschaftet werden. Interessant ist der Zeitraum, wann die Quotenkosten inkl. Zinsanspruch erwirtschaftet werden (Abbildung 5).

Wird Quote um 25 Cent gekauft, so werden die Quotenkosten bis 2011 erwirtschaftet. Je fünf Cent höherer Quotenkosten verschiebt sich dieser Zeitraum um rund ein Jahr nach hinten. Käufe mit 50 Cent und mehr können nicht mehr bis 2015 erwirtschaftet werden.

Variante – Umwandlung von Futtermilch

In der Variante Umwandlung von Futtermilch in Molkereimilch ist der Kauf von Milchquote aktuell absolut wirtschaftlich (Annahmen: Milchpreis 40 Cent, entgangener Veredelungswert 24 Cent, Mehrarbeit für Zubereitung der Milchaustauschertränke mit Euro 10,- je Stunde entlohnt, 3 % Zinsanspruch; Abbildung 6).

Variante – Erhöhung der Kuhzahl ohne Leistungssteigerung

In dieser Variante wird die Kuhzahl aufgestockt, die Leistung bleibt gleich (Annahmen: Milchpreis 40 Cent, 6.000 kg verkaufte Milch, 50 Stunden Mehrarbeit je Kuh á Euro 12,-, Stallplatzkosten zwischen Euro 2.500,- bis 7.500,-, AFA Stallplatz 20 Jahre, 3 % Zinsanspruch).

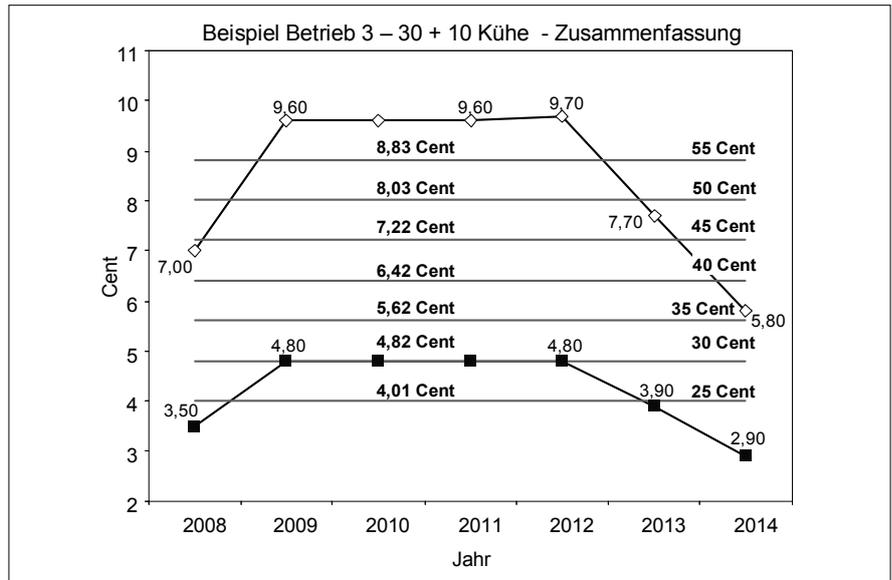


Abbildung 4: Betrieb 3 – Vergleich Jahreskosten Überschussabgabe bzw. Quotenkauf

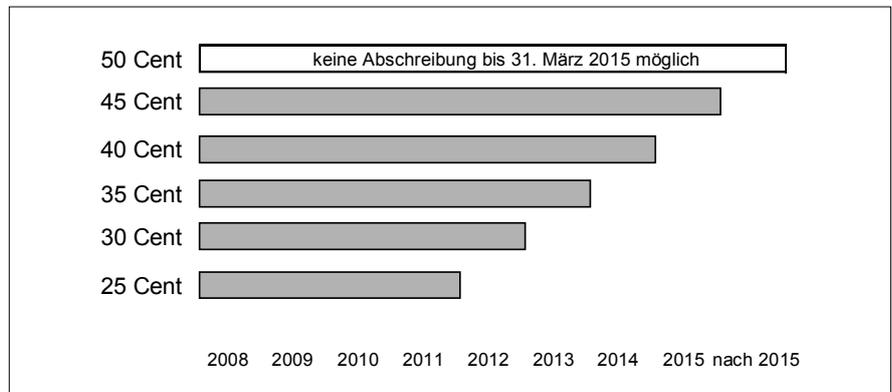


Abbildung 5: Quotenkauf – Darstellung der effektiven Abschreibungsdauer bei Leistungssteigerung

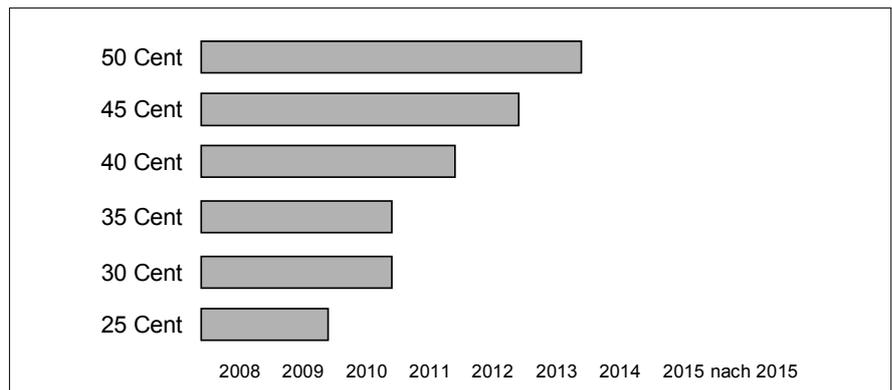


Abbildung 6: Quotenkauf – Darstellung der effektiven Abschreibungsdauer bei Umwandlung von Futtermilch in Molkereimilch

In dieser Variante sind neben den zusätzlichen Grenzkosten für die Produktion auch relativ hohe zusätzliche Stallplatz- und Arbeitskosten zu berücksichtigen. In Abhängigkeit von den zusätzlichen Stallplatzkosten ergibt sich eine unterschiedliche Wirtschaftlichkeit.

Die Quotenkosten können bei Preisen über 30 Cent nur dann erwirtschaftet werden, wenn die Stallplatzkosten überschaubar sind. Hohe Quotenpreise und teurer Stallbau ermöglichen keine Abschreibung der Quote bis 2015 (Abbildung 7).

Variante – Erhöhung der Kuhzahl mit Leistungssteigerung

In dieser Variante wird die Kuhzahl um fünf Kühe aufgestockt und die Leistung zusätzlich um 300 kg gesteigert (Annahmen: Milchpreis 40 Cent, 6.000 kg verkaufte Milch, 300 kg Leistungssteigerung, gesamt 341 Stunden Mehrarbeit à Euro 12,-, Stallplatzkosten zwischen Euro 2.500,- bis 7.500,-, AFA Stallplatz 20 Jahre, 3 % Zinsanspruch).

Diese Variante hat wirtschaftliche Vorteile, gegenüber der Aufstockungsvariante ohne Leistungssteigerung. Trotzdem dürfen die zusätzlichen Stallplatzkosten und die Quotenkosten nicht zu hoch liegen (Abbildung 8).

Quotenkauf und Wirtschaftlichkeit – Fazit:

Varianten mit niedrigen Grenzkosten für die zusätzliche Produktion sind wettbewerbsstark. Dazu zählen die Leistungssteigerung ohne Stallbaumaßnahmen und die Umwandlung von Futtermilch in Molkereimilch. Wenn zusätzliche Stallplatzkosten anfallen, beeinflusst die Höhe der Kuhplatzkosten ganz maßgeblich die Wirtschaftlichkeit des Quotenkaufes. Eine kostengünstige Erweiterung eines bestehenden Stalles mit Kosten von Euro 2.500,- je zusätzlichen Kuhplatz ist wesentlich wettbewerbsstärker, als die Errichtung eines neuen Kuhstalles mit Kosten von Euro 7.500,- je Kuhplatz.

Quotenpreise – Quotenkauf

Die Erfahrungen zeigen, dass die Preise für Milchquoten nach wie vor stark schwanken. Je nach eigener Aktivität, Wissensstand, Zeitpunkt des Quotenkaufs und Region kostet Quote aktuell zwischen 30 und 50 Cent. Wissen, eigenes Engagement und schnelles Reagieren machen sich beim Quotenkauf mehr als bezahlt.

Die Sinnhaftigkeit von Quotenkauf wird entscheidend von der eigenen Einstellung geprägt. Es gibt zig Gründe für oder gegen den Quotenkauf. Der Quotenkauf ist schlussendlich eine unternehmerische Entscheidung mit einem Restrisiko.

Die beabsichtigte Aufstockung der Milchquoten um 6,66 %, sowie die allfällige spätere Entschärfung der Fettkorrektur und die mögliche schrittweise Verbilligung der Überschussabgabe

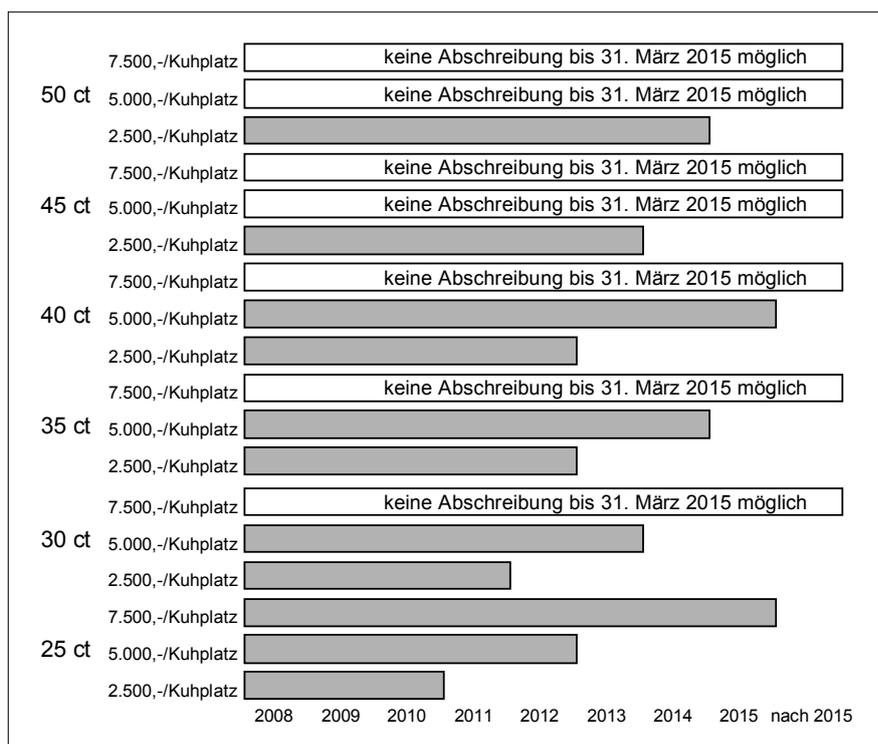


Abbildung 7: Quotenkauf – Darstellung der effektiven Abschreibungsdauer bei Ausweitung der Kuhzahl ohne Leistungssteigerung

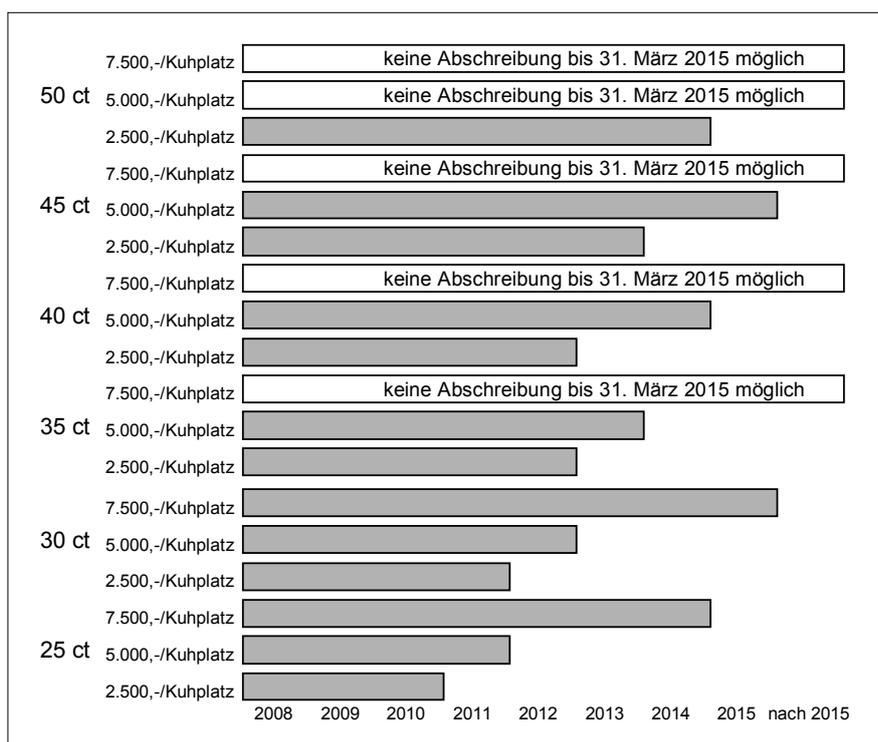


Abbildung 8: Quotenkauf – Darstellung der effektiven Abschreibungsdauer bei Aufstockung der Kuhanzahl mit gleichzeitiger Leistungssteigerung

können dazu beitragen, dass zukünftig Überlieferungen in Österreich wesentlich weniger oder gar nichts kosten. Steigende Energiekosten könnten Milch zur Mangelware machen und jede Quotenregelung unterlaufen. Ein Quotenkauf

ist auch dann nicht unbedingt notwendig, wenn trotzdem das Produktionspotential voll genutzt wird.

Der wichtigste Grund für den Quotenkauf ist der „freie Kopf“ für eine Produktion auf hohem Niveau. Man

braucht keine Angst vor einer allfälligen hohen Überschussabgabe haben. Gleichzeitig ist eine gute Quotenausstattung ein allfälliger Vorteil für weitere Quotenaufstockungen bzw. als mögliche Startposition für ein Lieferrecht.

Risikosplitting – eine Alternative?

Es gibt keine hundertprozentig sicheren Aussagen, ob Quote gekauft werden soll oder nicht. Um in Betrieben mit hohem Wachstumspotential das Risiko sehr hoher Überschusszahlungen zu vermindern und um das Produktionspotential am Betrieb voll zu nutzen, könnte der Kauf von der Hälfte bis zwei Drittel der fehlenden Quote bei günstigen Preisen eine ernsthafte Alternative sein.

Zwei entscheidende Fragen sind auch für Berater von besonderer Bedeutung. Ändern sich unsere Milchbauern sehr rasch oder brauchen sie bewusst oder

unbewusst eine Absicherung ihrer Produktion mit Milchquote?

Zusammenfassung

Die EU-Kommission möchte mit verschiedenen Maßnahmen die Milchquote direkt bzw. indirekt erhöhen und unterfährt somit bereits bis 2015 das bestehende Quotensystem. Überliefern dürfte deshalb günstiger werden. Aufgrund des Wachstumspotentials in den österreichischen Betrieben glauben zahlreiche Fachleute nicht daran, dass zukünftig die Überlieferung in Österreich kostenlos erfolgen kann.

In den letzten Monaten ist der Preis für Milchquote beachtlich gefallen. Wohl wissentlich, dass Quote ein Auslaufmodell ist, könnte der Quotenkauf mit Preisen zwischen 25 bis 40 Cent als Chance zur optimalen Nutzung der betrieblichen Kapazitäten genutzt werden.

Die Betriebswirtschaft hat ihre Grenzen. Die Berechnungsergebnisse werden massiv von den unterstellten Entwicklungen beeinflusst. Nicht alles lässt sich berechnen. Eines ist jedoch klar: „Das Produktionspotential am Betrieb sollte genützt werden, egal ob mit oder ohne Quote“.

Literatur

ARBEITSKREISE MILCHPRODUKTION
Österreich

KIRNER, L., C. ROSENWIRTH, E. SCHMID, F. SINABELL und C. TRIBL, 2007: Analyse von möglichen Szenarien für die Zukunft des Milchmarktes in der Europäischen Union und deren Auswirkungen auf die Österreichische Milchwirtschaft. BMLFUW, 150 S.

ROSENWIRTH, C., 2008: Persönliche Mitteilung

STOCKER, F., 2007 und 2008: Eigene Kalkulationen

Strukturbewertung von Rationen für Milchkühe

H. STEINGASS und Q. ZEBELI

Einleitung und Übersicht

Wiederkäuer benötigen zur Aufrechterhaltung ihrer normalen Pansenfunktion neben der Zufuhr adäquater Mengen fermentierbarer Nährstoffe auch eine ausreichende Aufnahme an „strukturiertem“ Futter. Gemeint sind damit Futterkomponenten, die bestimmte physikalische Eigenschaften aufweisen, um damit bestimmte physiologische Bedingungen wie einen ausreichenden Speichelfluss, stabile pH-Werte in den Vormägen und eine Schichtung des Vormageninhaltes auszulösen bzw. aufrecht zu erhalten. Als Strukturfutter werden grundsätzlich Grundfuttermittel bezeichnet, die einen gewissen Fasergehalt aufweisen. Darüber hinaus muss auch die Zusammensetzung der Kohlenhydratfraktionen der Gesamtration, die physikalischen Eigenschaften der Futterpartikel (Länge, Steifheit) sowie die ruminale Abbau- und Wiederkauaktivität, Milchfettgehalt oder der pH-Wert im Pansen. Zur Frage der Strukturbewertung hat es in der Vergangenheit eine Reihe von Entwicklungen und Vorschlägen gegeben. Trotz aller Bemühungen kann festgestellt werden, dass gegenwärtig kein ausgereiftes System zur Bewertung der Struktur vorliegt und die wissenschaftliche Datengrundlage noch beschränkt ist (GfE 2001). Die gegenwärtig in der Praxis angewandten Systeme werden nachfolgend kurz dargestellt und bewertet. Darauf aufbauend werden eigene Untersuchungen vorgestellt, welche die Entwicklung eines einfachen aber physiologisch begründeten Strukturbewertungsmaßstabes zum Ziel haben.

Ein zunehmendes Leistungsniveau von Milchkühen erhöht den Energiebedarf linear, wogegen die Futteraufnahme in geringerem Ausmaß ansteigt. Um eine bedarfsgerechte Versorgung sicherzustellen, ist daher mit steigender Leistung eine Erhöhung der Energiekonzentration durch Anhebung des Kraftfutteranteils in der Ration erforderlich. Erst unter diesen Bedingungen erhebt sich die Frage nach einer Mindestversorgung mit strukturiertem Futter für die Gesunderhaltung des Pansens und des Tieres. Das Problem einer „Bedarfsableitung“ besteht einerseits darin, die physiologischen Reaktionen

des Tieres, die einen Strukturmangel charakterisieren, zu definieren und andererseits die Eigenschaften des Futters in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften zu quantifizieren. Zu letzterem werden häufig der Gehalt an Rohfaser oder Detergenzienfaser herangezogen bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Partikellänge des Futters. Als physiologische Kennzahlen dienen Kau- und Wiederkauaktivität, Milchfettgehalt oder der pH-Wert im Pansen.

Zur Frage der Strukturbewertung hat es in der Vergangenheit eine Reihe von Entwicklungen und Vorschlägen gegeben. Trotz aller Bemühungen kann festgestellt werden, dass gegenwärtig kein ausgereiftes System zur Bewertung der Struktur vorliegt und die wissenschaftliche Datengrundlage noch beschränkt ist (GfE 2001). Die gegenwärtig in der Praxis angewandten Systeme werden nachfolgend kurz dargestellt und bewertet. Darauf aufbauend werden eigene Untersuchungen vorgestellt, welche die Entwicklung eines einfachen aber physiologisch begründeten Strukturbewertungsmaßstabes zum Ziel haben.

Strukturwirksame Rohfaser

Von PIATKOWSKI (bei Rindern) und HOFFMANN (bei Schafen) wurden seit den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts Untersuchungen zum Verzehr- und Wiederkauverhalten, zur Wiederkauaktivität und Speichelbildung sowie zur Pansenfermentation durchgeführt. Diese Messungen können zur Einschätzung der Strukturwirksamkeit verschiedener Futtermittel verwendet werden und haben zur Formulierung des Begriffes „strukturwirksame Rohfaser“ (SF) geführt (HOFFMANN 1990, PIATKOWSKI et al. 1990). Als strukturwirksam gilt ein trockenes und in Wasser weitgehend beständiges Futterpartikel von mindestens 5 mm (Schaf) bzw. 8 mm Länge (Rind). Als Bezugseinheit dient der Gehalt an Rohfaser (XF). Die

Ableitung der Strukturwirksamkeit der XF basiert auf Kauzeitmessungen. Je nach Futtermitteltyp, Vegetationsstadium und Zerkleinerungsgrad kommen unterschiedliche Strukturparameter zur Anwendung, mit denen die XF-Gehalte der Futtermittel multipliziert werden. Als Referenzwert wurde für ein Heu mittlerer Qualität ein Multiplikator von 1 festgelegt. Dieser Faktor schwankt zwischen 0 für Kraftfutterstoffe und 1,5 für Langstroh. Abstufungen des Strukturparameters sind mit 0,25 relativ grob und werden z.B. für geringere XF-Gehalte oder für kürzere Partikellängen bei Stroh und Trockengrünfutter vorgenommen (GfE 2001). Der „Bedarf“ an SF wird auf die Lebendmasse bezogen und mit 400 g SF pro 100 kg Lebendmasse angegeben. Dies hat zur Folge, dass der notwendige Gehalt an SF mit steigender Trockenmasse-(TM)-Aufnahme zurückgeht, ein Ergebnis, das physiologisch schwer nachvollziehbar ist, wie nachfolgend noch dargestellt werden wird.

Zu bemängeln am System der SF ist darüber hinaus, dass keine verbindlichen Werte für die verschiedenen Futtermittel festgelegt zu sein scheinen, so dass es schwer fällt, einheitliche Zahlen anzugeben. So wird bei GfE (2001) für lange Grassilage mit 280 g XF/kg TM ein Faktor von 1 und bei 240 g XF/kg TM ein solcher von 0,75 genannt, während DLG (2001) für eine Grassilage mit 250 g XF/kg TM einen Faktor von 0,9 definiert. Entsprechende Unterschiede gibt es für Frischgras. Bei Kraftfuttermitteln, denen nach GfE (2001) generell keine Strukturwirkung unterstellt wird, attestiert DLG (2001) für Biertreber einen Strukturfaktor von 0,4. ULBRICH et al. (2004) schließlich geben für Biertreber, Pressschnitzel und Lieschkolbensilage einen Faktor von 0,25 an. In letzterer Monografie wird auch eine Mindestpartikelgrößenverteilung der Gesamtration empfohlen. Diese zusätzliche Angabe ist allerdings in diesem Zusammenhang

Autoren: Dr. Herbert STEINGASS und Dr. Qendrim ZEBELI, Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung (450), D-70593 STUTTGART, email: steingas@uni-hohenheim.de



wenig hilfreich, da nicht definiert wird, wie diese bestimmt wird und im Übrigen nicht mit dem System der SF kompatibel ist. Schließlich werden dort für Milchkühe Mindest-, Optimal- und Höchstgehalte an SF pro 100 kg LM mit > 300 g, 400 g und < 550 g genannt. Aufgrund dieser Unschärfen in der Definition wird auf eine tabellarische Zusammenfassung der Berechnungsgrundlage verzichtet. Eine Validierung an Versuchen aus der internationalen Literatur ist zudem praktisch nicht möglich, da das System auf der Rohfaser beruht.

Strukturwert

DE BRABANDER et al. (1999, 2002) haben das System „Strukturwert“ (SW) anhand umfangreicher Versuche mit Milchkühen entwickelt. Die Ableitung der Kennzahlen für den SW erfolgte durch Ermittlung eines „kritischen Grundfutteranteils“, ab dem bei Zulage von Kraftfutter zu verschiedenen Grundfuttermitteln Anzeichen von Strukturmangel wie Milchfettabfall, Rückgang der Milchmenge oder der Futteraufnahme festgestellt wurden. Diese Daten wurden kombiniert mit Messungen zur Fress- und Wiederkaudauer. Der SW für Grundfuttermittel wird über die Gehalte an XF oder Neutraler Detergenzfaser (NDF) mit Hilfe unterschiedlicher

Formeln berechnet (Tabelle 1). Dabei wird bei Maissilage zusätzlich eine Korrektur abhängig von der Häcksellänge durchgeführt. In diesem System wird neben den Grundfuttermitteln auch den Kraftfuttermitteln ein SW zugeordnet. Dieser wird berechnet aus dem XF- oder NDF-Gehalt, den Gehalten an Stärke und Zucker sowie den aus den mittels *in situ*-Methode ermittelten Anteilen an beständiger Stärke. Der Strukturwert wird als dimensionslose Zahl angegeben. Er wird für Einzelfuttermittel berechnet und anteilig additiv auf die Gesamtration übertragen.

Für die Mindestversorgung mit Struktur ist ein SW der Gesamtration von 1 notwendig. Dies gilt für eine Kuh der 1. - 3. Laktation mit 25 kg Milchleistung, einem Milchfettgehalt von 4,4 % und 2-maliger Kraftfuttermittelzulage. Zusätzlich sind noch folgende Korrekturen vorgesehen:

- $\pm 0,01/\text{kg}$ Milch über/unter 25 kg
- $\pm 0,005/\text{g}$ Milchfett unter/über 44 g/kg
- -0,1 bei Verteilung der Kraftfuttermittelgaben (6 pro Tag bzw. TMR)
- -0,07 für Kühe in der 4. Laktation
- -0,15 für Kühe in der 5. Laktation

Aus diesen Angaben ergeben sich die in Tabelle 2 dargestellten Richtzahlen.

Tabelle 1: Berechnung des Strukturwertes

Futtermittel	Berechnung
Grassilage (HL > 20 mm)	SW = $0,0125 \times \text{XF} - 0,2$ SW = $0,006 \times \text{NDF} + 0,15$
Maissilage	SW = $(0,009 \times \text{XF} - 0,1) \times (1 + ((\text{HL} - 6) \times 0,02))$ SW = $(0,006 \times \text{NDF} - 0,57) \times (1 + ((\text{HL} - 6) \times 0,02))$
Heu	SW = $(0,0125 \times \text{XF} - 0,2) \times 1,06$ SW = $0,006 \times \text{NDF} + 0,15$
Stroh	SW = 4,3
Kraftfutter	SW = $0,321 + 0,00098 \times \text{XF} + 0,00025 \times \text{bXS} - 0,00112 \times (\text{XZ} + \text{a} \times (\text{XS} - \text{bXS}))$ SW = $0,175 \times 0,00082 \times \text{NDF} + 0,00047 \times \text{bXS} - 0,001 \times (\text{XZ} + \text{a} \times (\text{XS} - \text{bXS}))$ a = $0,9 - 1,3 \times \text{b}$

XF, NDF, XS, XZ = Rohfaser, Neutrale Detergenzfaser, Stärke, Zucker (g/kg TM)
HL = theoretische Häcksellänge (mm)
b = Beständigkeitskoeffizient

Tabelle 2: Notwendiger Strukturwert der Ration für Milchkühe in der 1. bis 3. Laktation

Milchfett (%)	Milch (kg/Tag)			
	15	25	35	45
3,6	0,94	1,04	1,14	1,24
4,0	0,92	1,02	1,12	1,22
4,4	0,90	1,00	1,10	1,20
4,8	0,88	0,98	1,08	1,18

Ein genereller Vorteil des SW ist, dass er auch an die NDF angebunden ist. Das Strukturlieferungsvermögen der wichtigsten Grundfuttermittel kann detailliert berechnet werden. Zusätzlich werden beim SW erstmals auch die Kraftfuttermittelkomponenten mit einbezogen, wobei großer Wert auf den Stärkegehalt und das Ausmaß des Stärkeabbaus gelegt wird.

Problematisch erscheint dagegen die Bewertung bei Kraftfuttermitteln, die wenig Stärke und Zucker und relativ viel Faser enthalten, wie beispielsweise Trocken- oder Pressschnitzel, Biertreber, Sojaschalen und Schlempen. Für diese Futtermittel werden Strukturwerte errechnet, die zum Teil deutlich über den empfohlenen Richtlinien für die Gesamtration liegen, obwohl jedem bewusst sein wird, dass hiermit der Strukturbedarf nicht zu decken ist. Um dieser missbräuchlichen Interpretation vorzubeugen, muss in dem System auch der sog. „kritische Raufutteranteil“ berücksichtigt werden. Dieser errechnet sich aus dem SW des Grundfutters und des Konzentrates in Relation zum gesamten Strukturbedarf der Ration.

Da das Konzentrat mit in die Berechnung eingeht, ergibt sich allerdings bei Einsatz von Mischfutter das Problem dessen Bewertung, wenn die Gemengteile nicht quantitativ bekannt sind.

Die Empfehlungen zur Versorgung mit SW sind abhängig von der Höhe der Milchleistung und dem Milchfettgehalt. Während die höheren Ansprüche an Struktur mit steigender Leistung logisch und nachvollziehbar erscheinen, da mit höherer Futteraufnahme auch mehr fermentierbare Substanz aufgenommen aber nicht in gleichem Umfang mehr wiedergekaut wird, ist die Absenkung des Strukturbedarfs mit höherem Milchfettgehalt unplausibel. Auch die Tatsache, dass Altkühen ab der 4. Laktation ein geringerer Strukturbedarf zugeschrieben wird, ist nicht zu interpretieren und daher abzulehnen.

MEYER et al. (2001) haben gezeigt, dass es bei Milchkühen zu Anzeichen von Strukturmangel wie Futtermittelverweigerung kam, obwohl der SW rechnerisch bei weitem noch ausreichend war.

Alle diese Einwände zeigen, dass der SW in seiner ursprünglichen Form nicht befriedigt und den Strukturbedarf generell

unterschätzt. Daher ist vor Anwendung in der Praxis dringend eine Korrektur notwendig. Ist dies nicht möglich, ist das System zu verwerfen.

Physikalisch effektive NDF

Die NDF ist in der internationalen Literatur eine gebräuchliche Kenngröße und dient auch als Basis für die Beurteilung der Futterstruktur. Wie bei der Rohfaser ist der Gehalt an NDF allein dafür nicht ausreichend. Mit der „physikalisch effektiven NDF“ (peNDF) stellte MERTENS (1997, 2000) ein System vor, bei dem der chemisch analysierte Gehalt an NDF mit der Herkunft (Futtermittel) und der physikalischen Eigenschaft der Faser (primär der Partikellänge) des Futtermittels verknüpft werden. Sowohl für die Grundfuttermittel wie auch für Kraftfuttermittelkomponenten wird, vergleichbar mit der SF nach HOFFMANN, ein Effektivitätsfaktor verwendet, der in erster Linie die Partikellänge berücksichtigt und aus Untersuchungen zur Kauaktivität unter Berücksichtigung des Milchfettgehaltes und des Pansen-pH-Wertes abgeleitet wurde. Lang geschnittene Grassilage erhält einen höheren Faktor als kurz geschnittene. Ähnlich werden auch Heu und Maissilage abgestuft. Auch Kraftfutter erhält verschiedene peNDF-Werte, abhängig von der Aufbereitung. Diese Faktoren werden mit den NDF-Gehalten der Futtermittel multipliziert. Der Gehalt an peNDF der Ration sollte nach MERTENS (1997) bei mindestens 20 % in der TM liegen, um bei frühlaktierenden Holsteinkühen einen Milchfettgehalt von 3,4 % aufrecht zu halten.

Ein grundsätzlicher Vorteil dieses Systems ist sein Bezug auf die NDF und die Berücksichtigung der Partikellänge des Futters, die in den zuvor dargestellten Ansätzen nur rudimentär Eingang findet. Andererseits ist die starke Betonung der Partikelgröße auch problematisch (BEAUCHEMIN et al. 2003) und ein Nachteil des peNDF-Konzeptes ist, dass Ausmaß und Geschwindigkeit der ruminalen Fermentierbarkeit der Futtermittel nicht berücksichtigt wird. Es ist daher umstritten, ob der Bewertungsmaßstab peNDF einen Fortschritt bedeutet (DLG 2001, NRC 2001).

Für eine einfache Ermittlung der peNDF schlägt MERTENS (1997) vor, die Sieb-

fraktion $> 1,18\text{mm}$ zu bestimmen und mit dem NDF-Gehalt der Ration zu verrechnen. Diese Siebweite bezieht sich auf die sogenannte „kritische Partikelgröße“ (POPPI et al. 1980), bei der beim Rind Partikel mit hoher Wahrscheinlichkeit im Reticulorumen retiniert werden. Die Messung kann auf einfache Weise mit Hilfe des Penn State Particle Separator (PSPS; KONONOFF et al. 2003) geschehen, im Deutschen umgangssprachlich als „Schüttelbox“ bezeichnet. Mit diesem Instrument ist es leicht und vor Ort möglich, die Partikelgrößenverteilung von TMR und Grobfutter 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. Unter Einhaltung dieser Empfehlungen liefert die zunächst etwas dilettantisch erscheinende Methode erstaunlich gut reproduzierbare Ergebnisse. Dies konnte anhand eigener Tests mit unerfahrenen Personen demonstriert werden.

Eigene Untersuchungen

Die Bewertung der Strukturwirksamkeit einer Ration und die Ableitung des Strukturbedarfs werden in den oben vorgestellten Systemen auf der Basis des Fasergehaltes (XF oder NDF) vorgenommen, der notwendig ist, um einen bestimmten Fettgehalt in der Milch aufrechtzuerhalten bzw. Kauaktivität auslösen zu können. Daraufhin wird davon ausgegangen, dass bei Erfüllung dieser Kriterien physiologische Bedingungen im Pansen bestehen. Mehrere neue Studien betonen aber die Tatsache, dass weder die Kauaktivität noch der Milchfettgehalt genügend empfindliche Parameter für die Pansenbedingungen sind (ALLEN 1997, MERTENS 2000). Nach SCHWARZ (2000) sind bei Rationen für Hochleistungskühe sensiblere Parameter notwendig, um die Kaskade der Ereignisse von der Pansenschichtung über Kau- und Wiederkauprozesse, pH-Wert im Pansen, Mikrowachstum, Passage und Futteraufnahme bis hin zum Milchfettgehalt abzubilden. Eigen-

schaften, wie Partikelgröße, Futtermenge und die Abbaurate der Ration, welche das Ökosystem im Pansen stärker beeinflussen können, werden in diesen Systemen nicht oder nicht ausreichend berücksichtigt.

Anhand einer umfangreichen Literaturauswertung und eigenen Versuchen mit Milchkühen wurde herausgearbeitet, dass der pH-Wert im Pansen das sicherste Merkmal zur Charakterisierung der Strukturversorgung darstellt (ZEBELI et al. 2008). Zur Aufrechterhaltung eines normalen pH-Wertes tragen neben einer ausreichenden Kauaktivität insbesondere auch die Schichtungseigenschaften des Panseninhaltes, die Peristaltik und die Ausgestaltung der Pansenzotten bei. Eine ausreichende Strukturversorgung ist dann gegeben, wenn das Auftreten einer chronischen (subakuten) Pansenacidose (SARA) mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Als Problem erweist sich jedoch, dass der pH-Wert nicht konstant ist, sondern im Laufe des Tages erheblichen Schwankungen unterliegt. Darüber hinaus sind die Angaben für den unteren Schwellenwert, der eine SARA definiert, keinesfalls einheitlich und schwanken zwischen 5,6 (KEUNEN et al. 2002) und 6,0 (KREBIEHL et al. 1995). Auch scheint die tägliche Dauer eines suboptimalen pH-Wertes von größerer Bedeutung bezüglich des Auftretens einer SARA zu sein als der mittlere Tages-pH-Wert.

Zunächst wurde anhand von 80 Studien mit insgesamt 326 Versuchen mit Hilfe einer Risikoanalyse mit dem Monte Carlo Simulationsverfahren ein physiologisch normaler pH-Wert im 24-stündigen Verlauf definiert, um einen Grenzwert zwischen normalen Bedingungen und Bedingungen einer SARA herauszuarbeiten (ZEBELI et al. 2008; *Tabelle 3*). Als nächstes wurde die Diskriminierung des Normalzustandes von Bedingungen der SARA anhand der Dauer, bei der der pH-Wert unter 5,8 liegt, vorgenommen (*Tabelle 3*).

Die Normalbedingungen können eindeutig von den Acidosezuständen abgegrenzt werden. Zur Aufrechterhaltung normaler Bedingungen darf der mittlere pH-Wert nicht unter 6,14 - 6,16 liegen. Zugleich darf die Dauer eines pH-Wertes unter 5,8 5,24 - 5,47 Stunden am Tag nicht

Tabelle 3: Abgrenzung normaler pH-Werte im Pansen von SARA (99 % Vertrauensintervalle)

	Tagesmittelwert		Dauer des pH < 5,8 (h/d)	
	untere Grenze	obere Grenze	untere Grenze	obere Grenze
normale Fermentation	6,16	6,49	1,62	5,24
SARA	5,82	6,14	5,47	15,54

Tabelle 4: Zusammenhang zwischen Rationsfaktoren und dem mittleren pH-Wert im Pansen

Rationsfaktor (x)	Intercept	Steigung	R ²
NDF (% der TM)	5,45	0,019	0,37
NDF aus Grundfutter (% der TM)	5,61	0,02	0,41
NFC (% der TM)	6,35	-0,008	0,12
abbaubare Stärke aus KF (% der TM)	6,37	-0,02	0,34
peNDF/abbaubare Stärke aus KF	5,53	0,449	0,41

überschreiten.

Mittels einer Meta-Analyse erfolgte die Bewertung der Strukturwirksamkeit anhand des ruminalen pH-Wertes von über 230 Gesamtmischrationen (TMR) für Milchkühe aus der neueren Literatur. Dabei sollten Faktoren identifiziert werden, welche die Strukturwirksamkeit der TMR am besten charakterisieren, um dadurch ein praktisches Bewertungssystem zu erarbeiten. Es wurden dafür Futterfaktoren geprüft, die physiologisch wichtig sind und sich relativ einfach erfassen lassen. Dazu gehören der Gehalt an NDF, der NDF-Anteil aus dem Grundfutter, Nicht-Faser-Kohlenhydrate, physikalisch effektive NDF_{>1,18mm} (d.h. NDF-Gehalt der Ration × Masseanteil der Siebfraktion > 1,18mm) und die Menge an *in situ* abbaubarer Stärke (Tabelle 4).

Anhand dieser Analyse hat sich als bester Parameter der Gehalt an peNDF_{>1,18mm} herausgestellt. Auch die *in situ* abbaubare Stärke erwies sich als bedeutender (negativer) Einflußfaktor, ebenso wie die TM-Aufnahme.

Diese Zusammenhänge wurden weiter mit Hilfe des Monte-Carlo Simulationsverfahrens herausgearbeitet und in Hinsicht auf die Etablierung eines praktischen Systems zur Beurteilung der Strukturversorgung bei Hochleistungsmilchkühen angewendet.

Die Beziehung zwischen dem mittleren Tages-pH und dem Gehalt an peNDF_{>1,18mm} ist in *Abbildung 1* dargestellt.

Eine Erhöhung des peNDF_{>1,18mm} Gehaltes resultiert in einem linearen Anstieg des pH Wertes bis 31,2 % peNDF_{>1,18mm}.

Darüber hinaus schließt sich eine Plateauphase bei einem mittleren pH-Wert von 6,27 an. Dieser mit Hilfe der Simulation ausgearbeitete Knickpunkt ist etwas höher als der in *Tabelle 3* dargestellte minimale pH-Wert, der zur Verhinderung von SARA nicht unterschritten werden sollten (6,15).

Mit dem mittleren Tages-pH-Wert von 6,27 korrespondiert ein peNDF_{>1,18mm}-Gehalt von mindestens 31,2 ± 1,6 % in der TM. Dies gilt als allgemeiner Bedarf für eine TM-Aufnahme von 20 kg und einem Gehalt an 14 % abbaubarer Stärke in der TM der Ration. Für Kühe in der Früh-laktation sollte die Obergrenze des Bedarfs (31,2 + 1,6 = 32,8 %) angesetzt werden, da diese Tiere eine schlechtere Entwicklung der Pansenzotten haben, was auch eine etwas längere Anpassung bedingt. Für eine vollständigere Bewertung sollte aber auch die Höhe

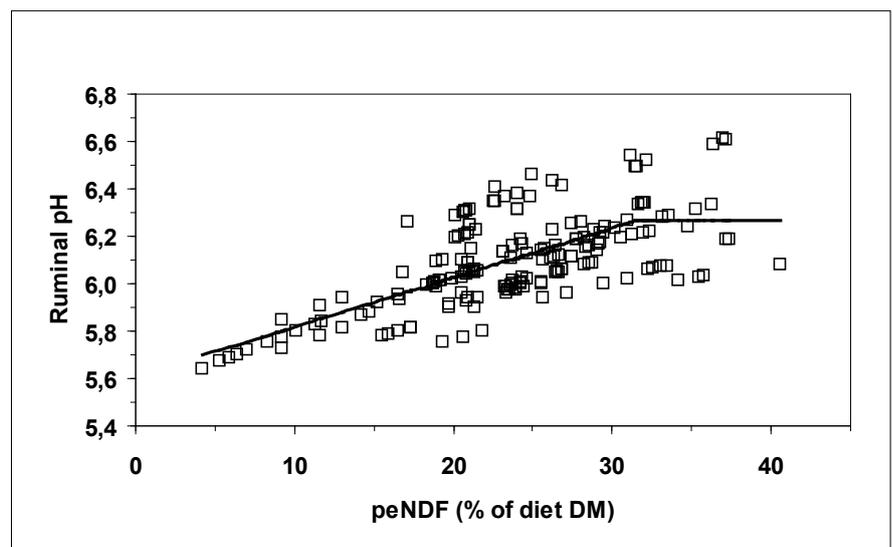
der TM-Aufnahme und der Gehalt an abbaubarer Stärke in der TM der Ration berücksichtigt werden. Um den Einfluss der letzteren Faktoren zu demonstrieren, sind in *Abbildung 2* die kumulativen Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von SARA dargestellt. Dabei beträgt der Gehalt an peNDF_{>1,18mm} 31,2 % in der TM der Ration.

Eine geringere Wahrscheinlichkeit bedeutet ein kleineres Risiko für SARA und umgekehrt. Unterstellt man, dass ein pH-Wert von 5,8 für höchstens 5,24 h/d unterschritten sein darf (*Tabelle 3*), wird deutlich, dass bei 14 % abbaubarer Stärke kein Risiko für SARA besteht, unabhängig von der Höhe der Futteraufnahme. Das Risiko steigt jedoch an, wenn die Ration 22 % abbaubare Stärke enthält, und wird beträchtlich in Kombination mit hoher Futteraufnahme. In diesem Fall reicht also ein Gehalt von 31,2 % peNDF_{>1,18mm} nicht mehr aus. Mit anderen Worten, wenn mehr fermentierbare Substanz aufgenommen wird, entweder durch die abbaubare Stärke oder die Aufnahme *per se*, erhöht sich der notwendige Bedarf an Struktur (peNDF_{>1,18mm}) für die Aufrechterhaltung physiologischer Zustände.

Dieser Zusammenhang kann mit der folgenden Regressionsgleichung quantitativ beschrieben werden:

$$\text{pH} = 6,05 + 0,044 \times \text{peNDF} - 0,0006 \times \text{peNDF}^2 - 0,017 \times \text{abbaub. Stärke} - 0,016 \times \text{TM-Aufnahme}$$

(R² = 0,66; RMSE = 0,11)
 NDF und Stärke in % der TM
 TM-Aufnahme in kg/d

**Abbildung 1: Zusammenhang zwischen mittlerem Tages-pH und pe NDF_{>1,18mm} der Ration**

Bei Variation der Faktoren abbaubare Stärke und Futteraufnahme ergeben sich für die notwendigen Gehalte an peNDF folgende Orientierungswerte (Tabelle 5):

Das optimale Niveau an peNDF_{>1,18mm} liegt zwischen 28 und 36 % in der TM der Ration. Im Vergleich mit Empfehlungen aus der Literatur ist dieses Niveau relativ hoch und stellt gleichsam eine optimale Versorgung mit Struktur sicher, bei der nur mit einem minimalen Risiko für das Auftreten einer SARA gerechnet werden muss. Der Vorschlag von MERTENS (1997), mit etwa 20 % peNDF wesentlich niedrigere Werte anzunehmen, begründet sich auf einem relativ niedrigen Milchfettgehalt von 3,4 % bzw. einen mittleren pH-Wert von 6,0, also einem Niveau, bei dem acidotische Zustände keineswegs ausgeschlossen werden können.

Bei Empfehlung eines relativ hohen NDF-Gehaltes erhebt sich andererseits die Frage, ob dies nicht bereits negative Auswirkungen auf die Futteraufnahme hat. Der Zusammenhang zwischen TM-Aufnahme und dem Gehalt an

peNDF_{>1,18mm} ist in *Abbildung 3* dargestellt.

Es sind drei Phasen unterschieden: bis 21,6 ± 2,9 % peNDF_{>1,18mm} steigt die Futteraufnahme zunächst leicht an, bis 31,9 ± 2,0% peNDF_{>1,18mm} ist ein leichter Abfall zu erkennen, erst darüber hinaus ist mit einem starken Einbruch der TM-Aufnahme zu rechnen. Für die Empfehlung der Versorgung mit peNDF > 1,18 mm heißt das, dass die Vorschläge in *Tabelle 5* nicht unterschritten, aber auch nicht wesentlich überschritten werden sollten. Für die Umsetzung in der Fütterungspraxis bedeutet dies, dass der Grundfutterqualität vermehrt Bedeutung zukommt (ZEBELI et al. 2006). Nur mit Grundfutter bester Qualität ist es möglich, gleichzeitig genügend Struktur und Energie bereitzustellen, um bei begrenztem Kraftfuttereinsatz das Futteraufnahme- und Versorgungsniveau zu halten.

Der Vorteil des Parameters peNDF_{>1,18mm} beruht einmal auf seiner einfachen und reproduzierbaren Bestimmbarkeit mit Hilfe des Penn-State-Particle-Separators

(Schüttelbox) in Verbindung mit dem NDF-Gehalt der Ration, der für die Ansprache einer Ration ohnehin erforderlich ist. Zum anderen durch Einbeziehung auch der kleinen Partikel (> 1,18 bis 8 mm) in die Strukturbewertung. Unsere Untersuchungen haben nämlich gezeigt, dass neben den groben Partikeln (> 8 bzw. 18 mm) gerade der Fraktion der kleinen Partikel eine enorme Bedeutung für die Fermentationsbedingungen und die Pansengesundheit zukommt. Dies hängt weniger mit der Fähigkeit zur Stimulation der Kauaktivität bzw. Speichelproduktion durch diese Fraktion zusammen, die nur schwach ausgeprägt ist. Vielmehr ist es die Stabilisierung der gesamten Milieubedingungen, wie die Förderung der Ausbildung der Faserschicht, der partikelassoziierten Bakterien und Protozoen sowie der Resorptionsverhältnisse am Pansenepithel, das für die Einbeziehung der kleinen Partikel spricht. Die pH-Stabilisierung durch den Speichelpuffer tritt in ihrer Bedeutung bei Hochleistungskühen ohnehin zurück. Nach SHAVER (2002) werden bei einer Aufnahme von 12 kg fermentierbarer Substanz weniger als die Hälfte der Fermentationssäuren über den Speichelpuffer neutralisiert und die Absorptionsbedingungen treten in den Vordergrund. Dies ist wohl auch als Grund dafür anzunehmen, dass das System der „strukturwirksamen Rohfaser“ nach HOFFMANN (1990), das an Kaufmessungen bei trockenstehenden Kühen abgeleitet worden ist, bei Rationen für Hochleistungskühe in seiner Anwendung problematisch ist.

Weitere Überlegungen zur Verbesserung des Bewertungssystems auf der Basis der peNDF_{>1,18mm} sind die Berücksichtigung der Gehalte an Gesamtzucker und löslicher Zellwandbestandteile der Ration, sofern dazu eine genügend große Anzahl von Untersuchungen vorliegen. Auch erscheint eine Anpassung des Modells an Rationen mit separater Kraftfuttermöglichkeit möglich, obwohl es dafür kaum Untersuchungen mit Hochleistungskühen gibt und wir dafür in Zukunft in der Praxis auch keine große Bedeutung mehr sehen.

Alternativ kann der vorliegende Datensatz auch dazu genutzt werden, das System nach DE BRABANDER et al.

Tabelle 5: Notwendige Gehalte an peNDF_{>1,18mm} in Abhängigkeit von TM-Aufnahme und Gehalt an abbaubarer Stärke der Ration (für pH ≥ 6,27)

abbaubare Stärke (% i. TM)	TM-Aufnahme (kg)				
	18	20	22	24	26
10	28,5	29,2	29,9	30,7	31,4
14	30,0	30,8	31,5	32,2	32,9
18	31,6	32,3	33,0	33,8	34,5
22	33,1	33,8	34,6	35,3	36,0

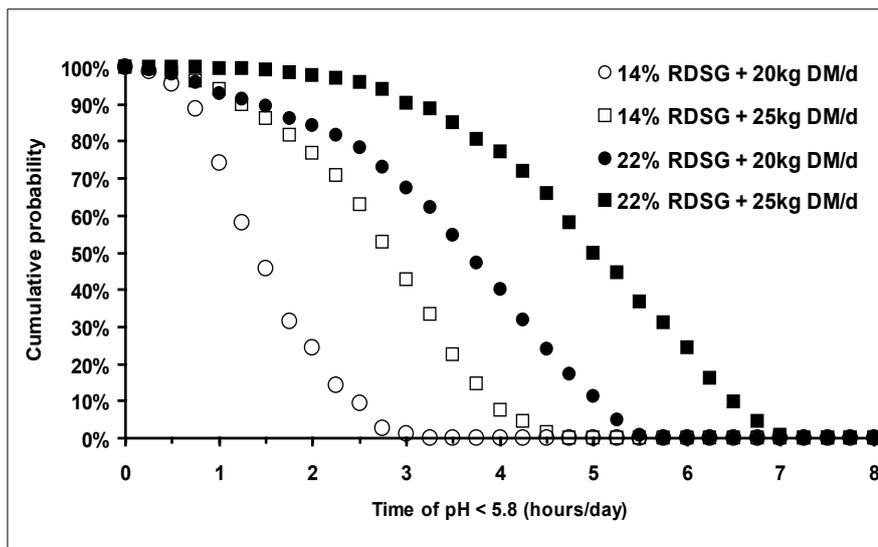


Abbildung 2: Kumulative Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von SARA bei Variation von TM-Aufnahme (20 vs. 25 kg) und Gehalt an abbaubarer Stärke (14 vs. 22 %) der Ration

(1999) zu validieren und ggf. anhand des festgelegten pH-Schwellenwertes zu korrigieren. Dies wird von uns momentan durchgeführt. Nähere Informationen können in der Präsentation im Rahmen der Fachtagung vorgestellt werden. In einem ersten Überblick kann aber bereits gesagt werden, dass das System „Strukturwert“ im Vergleich zu dem Kriterium $\text{peNDF}_{>1,18\text{mm}}$ wesentlich unschärfer reagiert und somit keinerlei Vorteil hat. Darüber hinaus wird auch deutlich, dass der Bedarf an SW bei Kalibration am kritischen pH-Wert deutlich nach oben korrigiert werden müsste.

Eine Validierung des Systems nach HOFFMANN (1990) anhand der vorliegenden Datenbasis ist dagegen nicht möglich, da es auf der Rohfaser basiert, zu der nur wenige Angaben vorliegen. Darüber hinaus besteht wohl die einhellige Meinung darüber, in Zukunft die NDF als Maßstab für die Faser zu verwenden.

Schlussfolgerungen

Die Versorgung des Wiederkäuers mit ausreichenden Mengen an strukturiertem Futter ist bei Hochleistungskühen das erstrangige Kriterium in der Rationsplanung. So sollte weder ein Strukturmangel vorhanden sein, der die Gesundheit des Pansens und des Tieres gefährdet, noch ein Überschuss, der sich negativ auf Futteraufnahme und Leistung auswirkt. Gemessen an der Bedeutung der Struk-

turfaser in der Wiederkäuerfütterung ist die Tauglichkeit der in der Praxis gebräuchlichen Bewertungsmaßstäbe allerdings enttäuschend. Weder die „strukturwirksame Rohfaser“ noch der „Strukturwert“ sind ausreichend genaue Maßstäbe. Das System auf der Basis der „physikalisch effektiven NDF“ stellt einen Vorschlag dar, der an umfangreichen Daten aus der internationalen Literatur abgeleitet wurde. Es ist in der Praxis leicht zu handhaben, schnell durchzuführen und erlaubt eine sichere Beurteilung. Die Bedarfsableitung über den pH-Wert des Pansens mittels Risikoanalyse ergibt einen mittleren Bedarf an $\text{peNDF}_{>1,18\text{mm}}$ von $31,2 \pm 1,6\%$ in der TM der Ration. Dieser Zielwert ist noch abhängig vom Gehalt an abbaubarer Stärke und der Höhe der TM-Aufnahme. Bei Kühen am Anfang der Laktation sollte sich darüber hinaus aufgrund der geringeren Anpassung der Pansenzotten der Bedarfswert an der oberen Grenze orientieren. Eine umfangreiche Überprüfung des Systems in der Praxis muss noch erfolgen, wozu die vorliegenden Ausführungen ermutigen sollen.

Literatur

- ALLEN, M.S., 1997: Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80, 1447-1462.
- BEAUCHEMIN, K.A., W.Z. YOUNG and L.M. RODE, 2003: Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation and milk production. *J. Dairy Sci.* 86, 630-643.

- DE BRABANDER, D.L., J.L. DE BOEVER, J.M. VANACKER, C.V. BOUCQUE and S.M. BOTTERMANN, 1999: Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In: *Recent advances in Animal Nutrition* (Eds. P.C. Garnsworthy and J. Wiseman), Nottingham University Press, 111-145.
- DE BRABANDER, D.L., J.M. VANACKER, J.L. DE BOEVER and N.E. GEERTS, 2002: Evaluation and effects of physical structure in dairy cattle nutrition. *Proc. 22th World Buiatrics Congress, Hannover*, 182-197.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 2001: Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh. *DLG-Informationen* 2/2001.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Versorgung mit „strukturiertem“ Grundfutter. In: *Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkuh und Aufzuchttrinder*. DLG-Verlag, 57-69.
- HOFFMANN, M., 1990: *Tierfütterung*. 2. Auflage, Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- KEUNEN, J.E., J.C. PLAIZIER, L. KYRIAZAKIS, T.F. DUFFIELD, T.M. WIDOWSKI, M.I. LINDINGER and B.W. McBRIDE, 2002: Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 3304-3313.
- KONONOFF, P.J., A.J. HEINRICH and D.R. BUCKMASTER, 2003: Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the effects of moisture content on its measurements. *J. Dairy Sci.* 86, 1858-1863.
- KREBIEHL, C.R., R.A. STOCK, D.H. SHAIN, C.J. RICHARDS, G.A. HAM, R.A. McCOY, T.J. KLOPFENSTEIN, R.A. BRITTON and R.P. HUFFMAN, 1995: Effect of level and type of fat on subacute acidosis in cattle fed dry-rolled corn finishing diets. *J. Anim. Sci.* 73, 2438-2446.
- MERTENS, D.R., 1997: Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1463-1481.
- MERTENS, D.R., 2000: Physically effective NDF and its use in dairy rations explored. *Feedstuffs*, April 10, 2000.
- MEYER, U., D. GÄDEKEN, M. SPOLDERS und G. FLACHOWSKY, 2001: Strukturbewertungssysteme in der Milchviehfütterung. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, Verband der Landwirtschaftskammern (VLK), Bonn, 31-36.
- NRC (National Research Council), 2001: *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th Rev. Ed., National Academy Press (Washington DC).
- PIATKOWSKI, B., H. GÜRTLER und J. VOIGT, 1990: *Wiederkäuer-Ernährung*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- POPPI, D.P., B.W. NORTON, D.J. MINSON and R.E. HENDRICKSEN, 1980: The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *J. Agric. Sci.* 94, 275-280.
- SCHWARZ, F.J., 2000: Fütterung hochleistender Milchkuh (Energie- und Proteinversorgung, Wiederkäuergerechtigkeit). 27. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 6.-8. Juni 2000, BAL

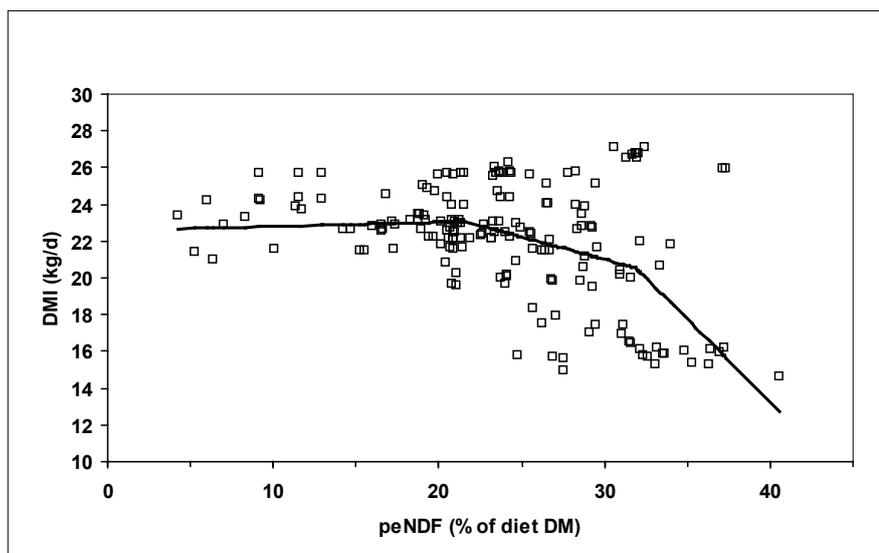


Abbildung 3: Modell zur Beschreibung des Zusammenhangs zwischen TM-Aufnahme und $\text{peNDF}_{>1,18\text{mm}}$

- Gumpenstein, 19-25.
- SHAYER, R.D., 2002: Rumen acidosis in dairy cattle. Bunk management considerations. Proc. 12th Int. Symp. on Lameness in Ruminants, Orlando (FL) USA, 75-81.
- ULBRICH, M., M. HOFFMANN und W. DROCHNER, 2004: Fütterung und Tiergesundheit, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ZEBELI, Q., M. TAJAJ, H. STEINGASS, B. METZLER and 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. TAJAJ, H. STEINGASS, B.N. AMETAJ and 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., (im Druck).

Möglichkeiten zur Messung des pH-Wertes im Pansen

J. GASTEINER*, M. FALLAST**, S. ROSENKRANZ**, J. HÄUSLER*, K. SCHNEIDER*, M. SCHWAB* und T. GUGGENBERGER*

Einleitung

Ein Abfall des Pansen-pH-Wertes bei Rindern unter die physiologische Norm, in der häufigsten Ausprägung als subakute Pansenazidose (Subacute Rumen Acidosis, SARA) auftretend, stellt ein weit verbreitetes und zumeist auch bestandweise gehäuft auftretendes Problem in der Rinderproduktion dar. Das Risiko für SARA erhöht sich naturgemäß in Produktionssystemen, in welchen ein erhöhter Einsatz von leicht verdaulichen Kohlenhydraten bei zumeist gleichzeitiger Verdrängung von Rohfaserwirksamen Strukturkohlenhydraten zur Erzielung höherer Wachstumsraten bzw. Zunahmen oder höherer Milchleistungen vorzufinden ist. Die negativen tiergesundheitlichen Auswirkungen von SARA sind vielfältig und stellen einen zentralen, die Produktion mindernden Faktor der Rinderhaltung dar.

Aus verschiedenen Gründen ist SARA ein nicht immer einwandfrei nachzuweisender krankhafter und krankmachender Zustand. Ein Mangel an einfachen und spezifischen Nachweismethoden bzw. die geringe Akzeptanz der Pansensaftentnahme bei Rindern in der Praxis, aber auch aufgrund der Anfälligkeit bestehender Nachweismethoden gegenüber Diagnostikfehlern mancher Methoden führte dazu, dass der Nachweis bislang vorwiegend indirekt und retrospektiv (z.B. Fettgehalt Milch, Fett-Eiweißquotient) und basierend auf sekundären klinischen Symptomen (z.B. dünner, breiiger Kot mit erhöhtem Anteil an unverdauten Bestandteilen) basierte. In der weiteren Folge wird das Vorliegen einer SARA in einer Herde zumeist erst nach Korrektur des Fütterungsregimes im Nachhinein bestätigt, wenn sich indirekte Parameter normalisiert oder sekundäre klinische Symptome verbessert haben.

Erst die Kombination von klinischer Beobachtung, Futtermittelbeurteilung, Rationsbewertung bzw. -berechnung sowie die Analyse des Pansensaftes stellen die Grundlagen zur frühzeitigen Erkennung, noch besser zur Vorbeugung des Herdenproblems SARA dar.

Im folgenden Beitrag sollen die Möglichkeiten zur Gewinnung von Pansensaft sowie die Messung des pH-Wertes der Pansenflüssigkeit als zentraler Parameter näher beschrieben und diskutiert werden. Eigene Untersuchungen und Ergebnisse zu einer neuartigen Methode zur Messung des Pansen-pH-Wertes werden vorgestellt.

Entstehung von subklinischer und klinischer Pansenazidose

Pansenazidose wird vorrangig durch ein Überangebot an rasch fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke, Zucker) ausgelöst. Ein zumeist gleichzeitig bestehender Mangel an strukturwirksamen Kohlenhydraten (allgemein als Rohfaser bezeichnet) führt zu vermindertem Wiederkäuen mit verminderter Speichelproduktion und folglich geringerer Pufferkapazität im Pansen.

In der Folge kommt es im Pansen zu einer vermehrten und rascheren Produktion von organischen Säuren, welche aufgrund der verminderten Speichelproduktion nicht abgepuffert werden können. Die Azidose ist deshalb als pathologische Konsequenz (Erkrankung) der Störung des chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Gleichgewichtes des Panseninhaltes anzusehen. In Abhängigkeit von Abwesenheit bzw. Bestehen klinischer Symptome kann zwischen subklinischer und klinischer Azidose unterschieden werden.

Nach Verfütterung einer besonders stärkehaltigen Ration werden von bestimmten Bakterienstämmen im Pansen große Mengen an Glukose freigesetzt. Die physiologische Konzentration von Glukose im Pansensaft beträgt etwa 160 mg/dl. Durch die große Amylase-Aktivität dieser Bakterien kann der Glukosegehalt im Pansensaft 1.400 mg/dl überschreiten. Dieses Überangebot an Glukose führt zu einer rapiden Vermehrung von üblicherweise nicht kompetitiven Bakterien wie *Sc. bovis*, welche in erster Linie Laktat produzieren.

Andere opportunistische Bakterien, insbesondere Koliforme und Aminosäure-Decarboxylierende Mikroben vermehren sich ebenfalls stark und produzieren Endotoxine und Amide (Histamin), welche bei deren Lysis wieder frei werden.

Durch den erhöhten Glukosegehalt im Pansen wird auch die Osmolarität des Pansensaftes erhöht, wodurch sich die Absorption von freien Fettsäuren aus dem Pansen vermindert. Den Ingesta wird in diesem Zusammenhang auch nur wenig Flüssigkeit entzogen, es kommt zu Durchfallerscheinungen (OWENS et al. 1998).

Als weitere Ursache für Azidose sind eine unregelmäßige Futteraufnahme (variierende Mengen von Grund- und Kraftfutter, *Abbildung 1*) sowie die Fütterungsfrequenz (Kraftfutter nur 1 mal oder 2 mal täglich, siehe auch *Abbildung 2*), zumeist bei Kühen in Anbindehaltung bei händischer Zuteilung, anzusehen.

Die Pansenbakterien können aufgrund ihrer Stoffwechselleistung auch in „Laktat-Produzenten“ und „Laktat-Zehrer“ unterteilt werden. Unter physiologischen Verhältnissen besteht zwischen diesen beiden Gruppen ein Gleichgewicht. Da jedoch nur die Laktat-Zehrer sehr sensi-

Autoren: * Dr. Johann GASTEINER (Dipl. ECBHM), Leiter des Institutes für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, Mag. Med.vet. Katrin SCHNEIDER, Mag. Med. vet. Michaela SCHWAB, Mag. Thomas GUGGENBERGER, Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, Johann HÄUSLER, Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING
email: johann.gasteiner@raumberg-gumpenstein.at

** Mario FALLAST, Dipl.-Ing. Stefan ROSENKRANZ, Science Park Graz, Plüddemanngasse 39, A-8010 GRAZ

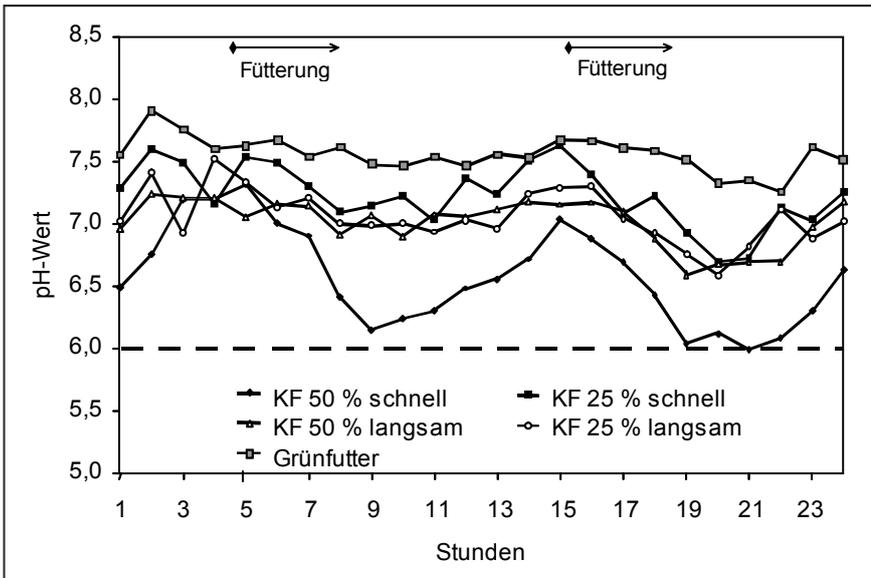


Abbildung 1: Einfluss der Rationsgestaltung auf den Pansen-pH

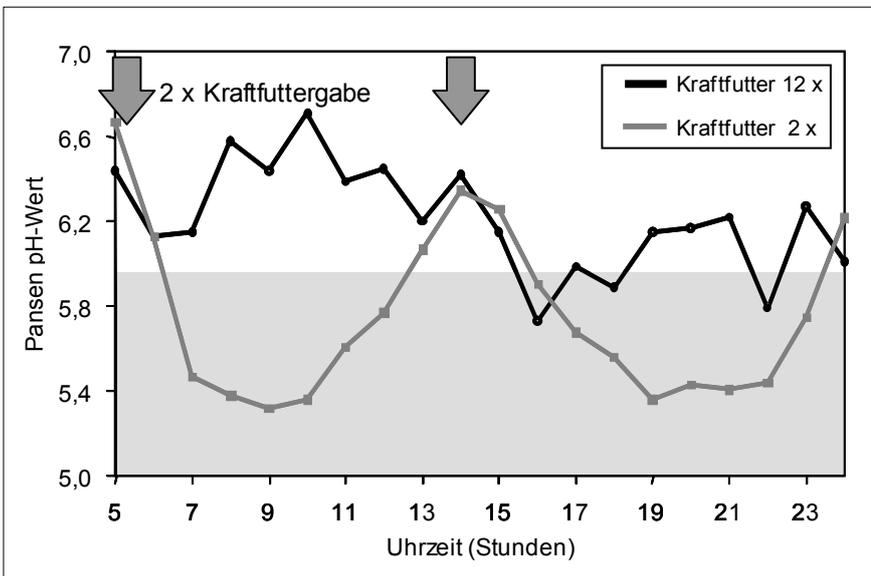


Abbildung 2: Einfluss der Häufigkeit von Krafftuttergaben auf den Pansen-pH (FRENCH und KENNELLY 1990)

bel gegenüber pH-Wertveränderungen sind und unter sauren Bedingungen absterben, kommt es zu einer weiteren Vermehrung der Laktat-Produzenten und somit zu einer Akkumulation von Laktat (OWENS et al. 1998).

Krankheitserscheinungen und Folgen einer Pansenazidose

Eine direkte Folge des Absinkens des Pansen-pH-Wertes ist die schmerzhafte Entzündung der Vormagenschleimhaut (Ruminitis) sowie eine Störung der Entwicklung der Pansenzotten. Das erkrankte Rind weist eine verminderte

oder gar sistierende Fresslust auf und der Kot wird dünnbreiig bis wässrig. Die Zusammenhänge zwischen Ruminitis und dem vermehrten Auftreten von Leberabszessen ist als gesichert anzusehen (DIRKSEN et al. 1985).

Die Anflutung des Blutes mit sauren Stoffwechselprodukten kann zu einer metabolischen Blutazidose mit schweren klinischen Krankheitserscheinungen führen. Infolge der Freisetzung von Endotoxinen und Histamin können akute und chronische Krankheitserscheinungen der Klauenreihe ausgelöst werden. In jüngerer Zeit wird die Klauenreihe als die Hauptursache für die meisten Erkrankungen der Klauen angesehen

(BOOSMAN 1990, GANTHE et al. 1998, LISCHER und OSSENT 1996, NORDLUND et al. 1995, OSSENT et al. 1997). Aufgrund der verminderten/gestörten Futteraufnahme kommt es zu einer vermehrten Mobilisierung von körpereigenen Fettreserven und es kann das Krankheitsbild der Ketose entstehen.

Negative Zusammenhänge zwischen Pansenazidose, die vorwiegend in ihrer subklinischen Erscheinungsform größte tiergesundheitliche Probleme nach sich zieht, lassen sich auch zur Fruchtbarkeitsleistung der betreffenden Tiere herstellen (JOUANY 2006). Eine gestörte Futteraufnahme, die verminderte Verdauung bzw. Resorption von Nährstoffen und die daraus resultierende negative Energiebilanz sowie die bereits beschriebenen möglichen Folgekrankheiten einer subklinischen Pansenazidose führen zu signifikant schlechteren Fruchtbarkeitsergebnissen bei diesen Kühen.

Als weitere Anzeichen für eine Pansenazidose werden eine schlechte Körperkondition, Durchfall, Thrombosen der Beckenvenen, Epistaxis und Hämoptysis (Nasenbluten und Bluthusten), Erkrankungen des Labmagens, aber auch eine Immunsuppression und damit verbundene Infektionen wie die des Euters oder auch des Geschlechtsapparates angegeben (NORDLUND 2003). Diese Zusammenhänge sind auch unter praktischen Verhältnissen immer wieder zu finden, lediglich der Beweis einer ursächlichen Beteiligung der Pansenazidose kann nur in den seltensten Fällen, also bei Vorliegen von entsprechenden Untersuchungsergebnissen (Pansensaftuntersuchungen), erbracht werden. Verminderte Fettgehalte in der Milch bzw. ein zu niedriger Fett-Eiweißquotient lassen auf eine Pansenübersäuerung schließen.

Häufigkeit und Auftreten von Pansenazidose

ENEMARK und JORGENSEN (2001) geben die Häufigkeit der Pansenazidose bei Milchkühen in Dänemark mit 22 % an. Nach einer Ketose-Häufigkeit von 26 % war somit die Pansenazidose die zweithäufigste Erkrankung unter den Milchrindern. Eine Unterteilung in klinische und subklinische Verlaufsformen wurde dabei nicht vorgenommen. OETZEL (2003) gibt die Häufigkeit

der subklinischen Pansenazidose bei frischlaktierenden Kühen mit 15 % an.

Milchfettgehalt und weitere Hinweise auf Pansenazidose

Der Milchfettgehalt wird von einigen Faktoren wesentlich beeinflusst, insbesondere vom Laktationsstadium (Milchleistung), der Rasse und von der Zusammensetzung der Ration (GRUMMER et al. 1991, SPOHR et al. 1992). Es besteht eine positive lineare Korrelation zwischen Azetat + Butyrat : Propionat (SUTTON et al. 1987). Bei der experimentellen Auslösung einer Pansenazidose bei Milchkühen fiel auch der Fettgehalt in der Milch drastisch ab (NIPCON und HEILJASZ 1987), was auf die erhöhten Propionat- und abgesenkten Butyratgehalte im Pansen zurückgeführt wird. Aber auch bei Kühen mit „normalem“ Milchfettgehalt kann ein ausgeprägtes Pansenazidoseproblem bestehen. Insbesondere bei neumelkenden Kühen findet sich zugleich auch gehäuft eine Ketose und dabei steigt der Milchfettgehalt an, sodass bei gleichzeitigem Vorliegen von Ketose und einer Pansenübersäuerung durchaus „normale“ Werte für den Fettgehalt der Milch und den Fett-Eiweißquotienten (1,1 bis 1,4) vorgefunden werden. Dies führt dann zu einer falschen Interpretation der Milchhaltsstoffe aufgrund einer kompensierten Keto-Azidose. Deswegen sind zusätzlich unbedingt auch die Eiweiß- und Harnstoffwerte der Milch von Kühen in vergleichbarem Laktationsstadium zu berücksichtigen (SEEMANN und SPOHR 2007).

Als weitere Hinweise für das Bestehen von Pansenazidose können verminderte und abgeschwächte bis fehlende Pansengeräusche im Rahmen der Auskultation, Durchfall, sowie die Ergebnisse von Kotwaschungen (erhöhter Anteil unverdauter Futterpartikel) gedeutet werden.

Zwischen dem pH-Wert im Pansen und der NSBA im Harn konnte nur eine unbefriedigende Korrelation festgestellt werden, die Sensitivität lag zwischen 9 % und 52 % und auch die Spezifität betrug lediglich 59 %. Auch der Säuren-Basen-Quotient im Harn kann nur bedingt zur Abschätzung des Pansen-pH-Wertes herangezogen werden (Sensitivität

24 % bis 52 %). Von den Blutparametern haben weder ein erhöhter Laktatgehalt, noch erhöhte Werte für GLDH und auch der Ketonkörpergehalt nur eine eingeschränkte Aussagekraft (SEEMANN und SPOHR 2007).

Durch entsprechende Futtermittelanalysen und Rationsberechnungen gelingt es zu einem guten Teil, Hinweise auf eine drohende „pansenaggressive“ Ration zu erhalten bzw. dieser vorzubeugen. Dabei sollte insbesondere auf die Rohfaserfraktionen sowie auf den Zucker-, Stärke-, Fett- und den Rohproteingehalt Rücksicht genommen werden (NORDLUND 2003) bzw. das Verhältnis Grundfutter:Kraftfutter beachtet werden. Pansenaggressive Kraftfutterkomponenten sollte man vermeiden.

Mit diesen Erhebungen und Berechnungen kann jedoch eine Pansenacidose nicht eindeutig nachgewiesen werden, da die Kuh nicht unbedingt das frisst, was gerade berechnet wurde („tatsächlich aufgenommene Ration“) und weil auch die Verdauungs- und Resorptionsvorgänge, insbesondere in den Vormägen, von vielen Variablen abhängig sind. Zusätzlich zum Nährstoffgehalt in der Ration hängt der Pansen-pH u.a. von der Gesamtfuttermittelaufnahme, der Partikelgröße und dem Feuchtigkeitsgehalt des Futters, den Verzehrsgewohnheiten der Einzelkuh und der Wiederkautätigkeit ab.

Möglichkeiten zur Gewinnung von Pansen saft

Die Untersuchung des Pansen saftes, insbesondere des pH-Wertes stellt die definitive Untersuchungsmethode zur Erkennung einer Pansenazidose dar (OETZEL 2003). Der Pansen-pH-Wert unterliegt aber verschiedenen tageszeitlichen Schwankungen, weshalb das Ergebnis sehr stark vom Zeitpunkt der Probenahme im Bezug zur letzten Futtermittelaufnahme abhängig ist. Auch die Methode der Probenahme beeinflusst das Ergebnis signifikant (GEISHAUSER 1996, SEEMANN und SPOHR 2007).

Unter praktischen Bedingungen gibt es grundsätzlich 2 Möglichkeiten zur Gewinnung von Pansenflüssigkeit:

1. Gewinnung von Pansenflüssigkeit via Schlundsonde
2. Gewinnung von Pansenflüssigkeit via Rumenozentese

Ad Schlundsonde:

Bei dieser Methode, die auch unter praktischen Bedingungen relativ rasch und einfach durchgeführt werden kann, wird dem zu untersuchenden Rind eine Schlundsonde gesetzt und Pansen saft wird aktiv über eine Pumpe gewonnen oder Pansen saft fließt nach Absenken des Kopfes aus der Sonde (DIRKSEN 1975). Die verschiedenen Bauarten von Sonden und die Möglichkeiten des SONDENSCHUTZES haben als Gemeinsamkeit, dass es durch den Akt des Setzens der Sonde zu einer Anregung der Speichelproduktion und damit zu vermehrtem Speichelfluss kommt. Da die Probe üblicherweise aus dem Haubenbereich stammt, in welchem ohnehin bereits etwas höhere pH-Verhältnisse herrschen als im übrigen Vormagensystem, sind derart gewonnene Pansen saftproben in den meisten Fällen vermehrt speichelhaltig. Durch den pH-Wert des Speichels von etwa 8,5 bzw. auch durch dessen Pufferkapazität wird das Ergebnis dieser Proben verfälscht, man erhält falsche, zu hohe Werte. So ermittelten STRABEL et al. (2007), dass per Schlundsonde entnommene Proben durchschnittlich 0,5 pH-Einheiten (0,2 bis 1,9 pH-Einheiten) höhere Werte zeigten als solche, die per Ruminozentese entnommen wurden. Ein Unterschied von 0,5 pH-Einheiten ist jedoch für die Diagnose „Pansenazidose ja oder nein“ von maßgeblicher Bedeutung und führt unweigerlich zu falschen Ergebnissen („nicht Erkennen von SARA“). Das Verwerfen der ersten 100 - 200 ml der Probe wird deshalb empfohlen, damit soll sichergestellt werden, dass eine weniger speichelhaltige Charge der Probe gemessen wird. Für mehrmalige Untersuchungen an einem Tier innerhalb weniger Stunden oder für Reihenuntersuchungen stellen sich Probenahmen per Schlundsonde als eher problematisch dar.

Ad Rumenozentese:

Bei der Rumenozentese wird mittels Punktion des ventralen Pansen saftes mit einer Kanüle (vorzugsweise 1,6 × 100 mm) Pansen saft durch Erzeugung von Unterdruck mit einer Spritze gewonnen. Die Punktionsstelle liegt 1 handbreit vor dem linken Kniegelenk (SEEMANN und SPOHR 2007) auf Höhe des Patellaoberrandes (STRABEL

et al. 2007) und wird lege artis nach Rasur unter aseptischen Kautelen und unter Sedierung und Schmerzausschaltung durchgeführt. Die dabei gewonnene Menge Pansensaft beträgt einige ml und die Probe ist nicht mit Speichel kontaminiert. NORDLUND (2003) beschreibt die Methode der Rumenozentese ohne Anwendung einer Sedierung und ohne Schmerzausschaltung unter praktischen Bedingungen als durchführbar, was unter österreichischen Bedingungen rechtlich nicht möglich wäre (TSchG: schmerzhafter Eingriff).

Diverse Publikationen – auch jüngeren Datums (insbesondere aus dem anglo-amerikanischen Raum) – sind immer wieder bemüht, die Rumenozentese als eine einfache, praxisnahe und ungefährliche Methode zur Gewinnung von Pansensaft auszuweisen zu lassen (DUFFIELD et al. 2004, KLEEN et al. 2004, NORDLUND 1995). Tatsache ist, dass die durch Rumenozentese gewonnenen Proben im Vergleich zu per Schlundsonde gewonnenen Proben realistischere Pansen-pH-Werte liefern (DUFFIELD et al. 2004, GEISHAUSER und GITZEL 2005), die Methode ist also deutlich sensitiver als die Gewinnung von Pansensaft per Schlundsonde. Dies wurde auch durch den Vergleich mit per Pansenfistel gezogenen Proben nachgewiesen.

Mögliche Blutbeimengungen zum Pansensaft können jedoch die gewonnene Probe unverwertbar und nutzlos machen. Fehler und Probleme während der Probenahme wie etwa verstopfte Kanülen und deshalb notwendiges Spülen oder Einpressen von Luft (und damit CO₂) können auch bei dieser Methode zu verfälschten Untersuchungsergebnissen führen.

Die Methode ist problematisch und nicht ungefährlich für das zu untersuchende Tier und auch für den Probenzieher. Hämatome oder sogar mögliche Infektionen, Abszesse und Verwachsungen im Bereich des Stichkanals gefährden die Tiergesundheit. Aufgrund möglicher massiver und unberechenbarer Abwehrbewegungen (Schmerzen) der Kuh während des Punktionsvorganges ist auch die Gesundheit des Probenziehers gefährdet (STRABEL et al. 2007).

Welche Methode zur Gewinnung von Pansensaft herangezogen wird, liegt

letztlich in der Entscheidung des Tierarztes, der auch die Verantwortung für sein Handeln zu übernehmen hat. Die möglichen Probleme, Nachteile und Risiken der beiden Methoden sind bekannt. Da in den eher klein strukturierten Betrieben Österreichs die Unversehrtheit des Einzeltieres eine weitaus größere Bedeutung hat als in angloamerikanischen Großbetrieben, wird auch der Verlust eines Tieres nach missglückter Rumenozentese bei uns anders bewertet werden als in einem US-amerikanischen Großbetrieb. Die gewonnene Information, nämlich die Kenntnis über die Zusammensetzung des Pansensaftes, steht deshalb nicht unbedingt in einem Verhältnis zum Risiko, welches durch die Probenahme per Rumenozentese besteht.

Zeitpunkt der Probenahme

Wie aus *Abbildung 3* zu erkennen, sind sowohl Fressen als auch Wiederkauen rhythmische Aktivitäten, wobei nach dem Fressen immer zunächst eine „Ruhephase“ von 1 - 3 Stunden eintritt. Erst nach dieser Ruhephase beginnt das Wiederkauen. Nach dem Fressen setzen die Umsetzungsvorgänge im Pansen unmittelbar ein und durch die Produktion von Säuren sinkt der pH-Wert und zwar auch deshalb, weil der pH-puffernde Speichel erst mit dem Vorgang des Wiederkauens in großen Mengen produziert wird und dann erst im Pansen wirksam werden kann. Ein Mangel an strukturwirksamer Rohfaser führt zu einer verminderten

Wiederkauaktivität und verstärkt die Absäuerung im Pansen.

Da der pH-Wert im Pansen keine konstante Größe darstellt sondern von Rationszusammensetzung, aufgenommenener Futtermenge, Wiederkautätigkeit usw. abhängig ist, hat der Zeitpunkt der Probenahme in Bezug zur letzten Fütterung größte Bedeutung auf das Untersuchungsergebnis. Die Empfehlungen zum optimalen Zeitpunkt der Probenahme liegen bei 3 - 5 Stunden nach der letzten Fütterung. Dies ist unter heutig gängigen Fütterungsbedingungen (*ad libitum*-Fütterung, Mischrationen, Kraftfutterstation mit kurzen Fütterungsintervallen) nur schwer einzuhalten und die gewonnenen Ergebnisse sind, unabhängig von der Methode der Probenahme, schwer zu beurteilen.

Methoden zur pH-Feststellung

In der Praxis wird zur Feststellung des pH-Wertes üblicherweise Indikatorpapier verwendet. Eine relativ große Messungenauigkeit sowie die Anfälligkeit für Messfehler liefern aber eher ungenaue Ergebnisse. Die Methode der Wahl wäre hier sicherlich ein pH-Meter, wobei Kosten und Praktikabilität (Eichung,...) eine wichtige Rolle spielen.

Interpretationen von weiteren Untersuchungsergebnissen des Pansensaftes sind in *Tabelle 1* angeführt.

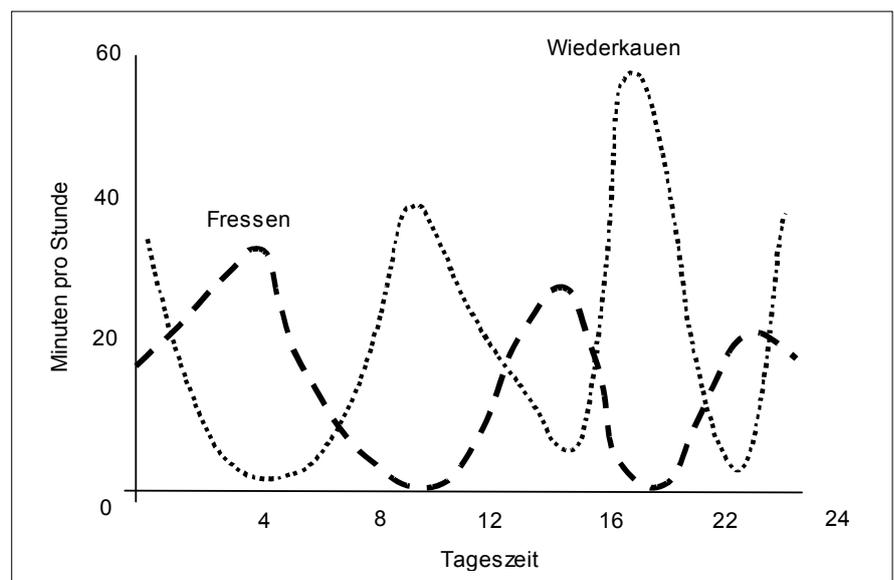


Abbildung 3: Tageszeitliche Verteilung der Aktivitäten Fressen und Wiederkauen (Mc DOWELL 1972)

Tabelle 1: Zusammensetzung des Pansensaftes (BELKNAP u. NAVARRE 2000)

Parameter	Ergebnis	Interpretation
Farbe	grün gelbbraun grünbraun milchig-braun	phys.: Grünfutter phys.: Silage phys.: GF + KF path.: KF-Überschuss
Geruch	aromatisch sauer	phys. path.: KF-Überschuss
Protozoen	alle Größen und Spezies keine großen Entodiniomorphen keine Entodiniomorphen keine Protozoen	phys. ggr. Indigestion mittl. Indigestion Pansenazidose
Methylenblau-Entfärbungszeit	< 150 sek. > 150 sek.	phys. Panseninaktivität (Pansenazidose)
Sedimentation/Flotation	4 - 8 min. beschleunigt verlangsamt	phys. bei Inappetenz schaumige Gärung
Gram-Färbung	Gram - > Gram + Gram + > Gram -	phys. path.: Pansenazidose
Chlorid-Gehalt	< 30 mmol/l > 30 mmol/l	phys. abomasaler Reflux
pH-Wert	6,2 - 7,2 5,5 - 6,2; zeitweilig auch < 5,5 permanent < 5,5 > 7,5	phys. path.: latente Azidose path.: akute Azidose path.: N-Überschuss

phys.: gesund; path.: krankhaft verändert

Eigene Untersuchungen

Zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes im Pansen (exakte Lage im Retikulum) wurde in Zusammenarbeit mit einem Gründungsprojekt des Science Park Graz eine Sonde entwickelt und an pansenfistulierten Rindern des LFZ Raumberg-Gumpenstein getestet. Eine weitere Spezifikation der pH-Sonde ist, dass die gemessenen Werte (pH-Wert und zugleich auch Temperatur) in der Sonde abgespeichert und von außerhalb des Pansens ausgelesen werden können. Dieses System zur Messung des Pansen-pH-Wertes überträgt die Messergebnisse drahtlos. Die Empfangseinheit ist direkt mit einem Laptop verbunden, wo die Ergebnisse sogleich abgelesen, graphisch dargestellt und interpretiert werden können. Die derzeitige Spezifikation der Pansen-pH-Sonde beinhaltet vom Anwender wählbare Messintervalle (von 1 Sekunde bis zu Stundenintervallen) und kann aufgrund seiner Bauart auch einem erwachsenen, nicht pansenfistulierten Rind per os eingegeben werden. Da die Energieversorgung der Sonde noch die limitierende Größe hinsichtlich der Messdauer darstellt, wurde die Sonde bislang nur an pansenfistulierten Rindern (n = 5) erprobt.

Die intraruminalen Messungen der vorliegenden Studie wurden halbstündlich durchgeführt, ohne Batteriewechsel ist eine Messdauer von bis zu 20 Tagen möglich.

Nach der Kalibration der Sonden mittels Eichlösungen wurden der Pansen-pH-Wert und die Temperatur im Pansen unter folgenden Fütterungsbedingungen gemessen:

- 100 % Heufütterung *ad libitum*

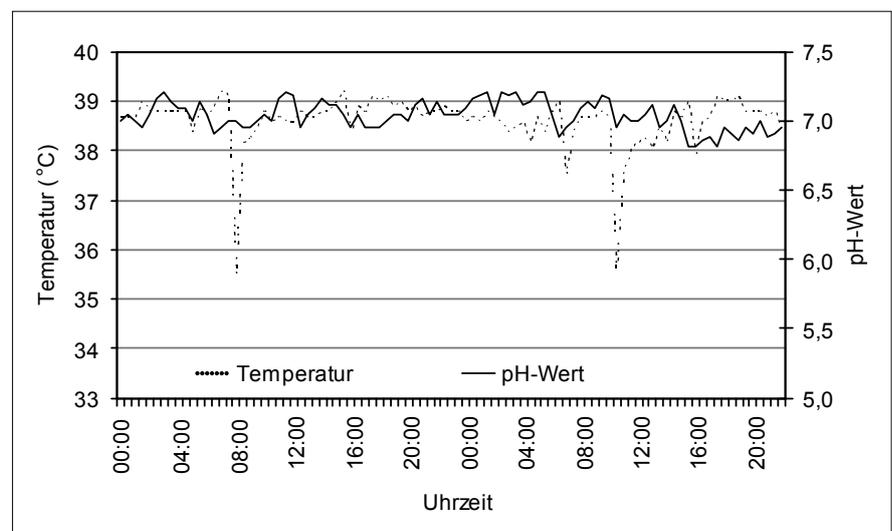


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei reiner Heufütterung

- Täglich Weidegang (ab 6:00 Uhr) und Heufütterung abends *ad libitum*
- 50:50 Heufütterung:Kraftfutter (6:00 Uhr und 13:00 Uhr), bei dieser Untersuchung wurden zeitgleich 2 Pansensensoren in einem Tier getestet. Zugleich wurden in 2-stündigen Intervallen Pansensaftproben über die Pansenfistel gezogen, mit einem pH-Meter gemessen und mit dem Ergebnis der beiden Pansensonden verglichen.

Die statistische Auswertung wurde per GLM (Statgraphic Plus 5.1) und dem Bonferroni-Holm-Test durchgeführt.

ad: 100 % Heufütterung *ad libitum*

Die mittlere Temperatur im Pansen (mean 38,40 ± 0,70 °C) wurde bei reiner Heufütterung signifikant (*Abbildung 4*), durch die Wasseraufnahme beeinflusst (dies trifft auch auf Versuch 2 und 3 zu), aber die Temperatur zeigt keine Beziehung zum Fütterungszeitpunkt. Das unperiodisch auftretende signifikante Absinken der Temperatur hängt also mit der Wasseraufnahme zusammen und kann dadurch erklärt werden.

Der mittlere pH lag bei 6,49 ± 0,39 und der tiefste gemessene Wert lag bei pH 6,14.

ad: Täglich Weidegang (ab 6:00 Uhr) und Heufütterung abends *ad libitum*

Die mittlere Temperatur im Pansen betrug 38,12 ± 0,80 °C der mittlere pH-Wert betrug 6,36 ± 0,22. Der tiefste

gemessene Wert war pH 5,34 während der Weidephase und pH 6,16 während der Raufutterphase (Abbildung 5). Die Futteraufnahme auf der Weide hatte einen signifikanten Einfluss auf den pH-Wert im Pansen.

**ad: 50:50
Heufütterung:Krafftutter**

Die mittlere Temperatur im Pansen betrug $38,55 \pm 0,83$ °C und der mittlere pH-Wert lag bei $6,37 \pm 0,24$. Der tiefste Wert war pH 5,29 (Abbildung 6). Das Absinken des Pansen-pH-Wertes korrelierte signifikant mit der Verabreichung von Krafftutter.

Beim Vergleich der Ergebnisse der Simultanmessungen mit 2 Messeinheiten lag der absolute statistische Fehler für die Temperatur bei $0,6 \pm 0,65$ °C und $0,15 \pm 0,19$ für den Pansen-pH-Wert. Die Unterschiede der Messergebnisse der beiden Sonden können durch den dynamischen Pansenstoffwechsel sowie durch die inhomogene Mischung der Ingesta im Pansen erklärt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass das vorgestellte System zur Messung des pH-Wertes und der Temperatur im Pansen eine innovative und verlässliche Grundlage zur Klärung wissenschaftlicher Fragestellungen zur Pansenphysiologie und Pansenpathologie darstellt. So kann nun etwa auch der zeitliche Verlauf des Pansen-pH-Wertes unter verschiedenen Rationsbedingungen dokumentiert werden, dadurch können Zeitphasen mit azidotischer Belastung leichter erkannt bzw. definiert werden.

Da die vorgestellten Messsonden auch per os eingegeben werden können, dürfte es nur eine Frage der Zeit und der Kosten sein, bis ein adaptiertes und verbessertes System auch unter praktischen Bedingungen, vorzugsweise in Großbetrieben,

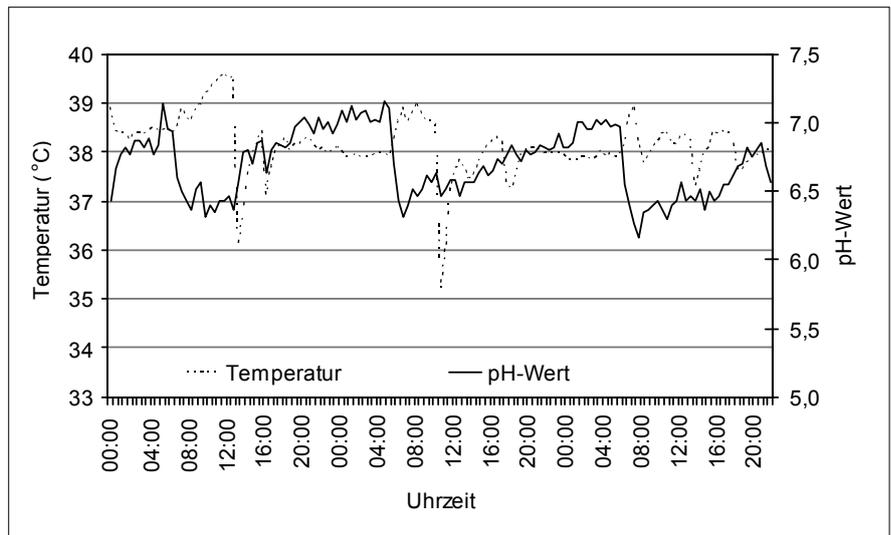


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei Weidegang und Heufütterung

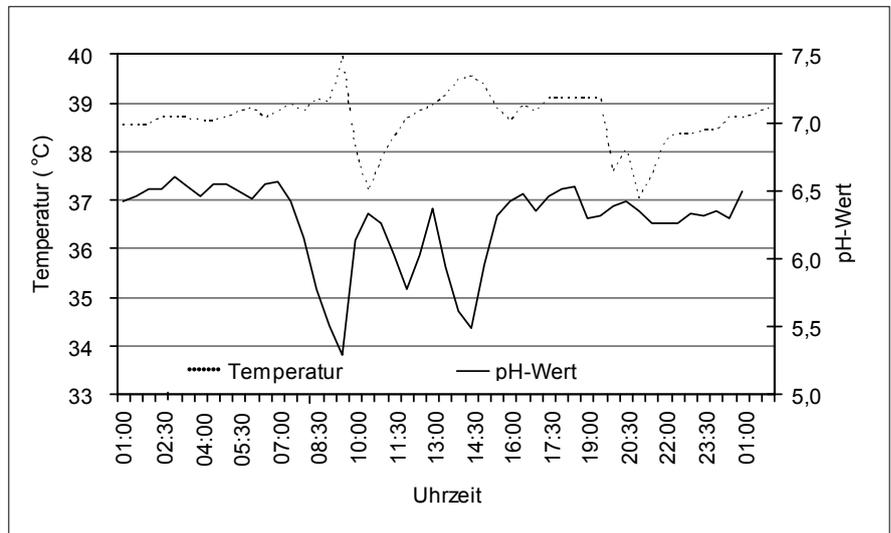


Abbildung 6: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei 50:50 Heufütterung:Krafftutter

zur Überwachung der Ration („Indikatortiere“) und auch der Tiergesundheit zum Einsatz kommt.

Literatur

Literaturstellen können beim Autor angefordert werden.

Hinweis

Für Untersuchungen an pansenfistulierten Rindern liegt eine gültige Tierversuchsgenehmigung lt. TVG vom zuständigen Amt der Steiermärkischen Landesregierung vor.

Ergebnisse Silageprojekt 2003/2005/2007

R. RESCH

Einleitung

Die Silagequalität ist für die Grundfutterleistung von Wiederkäuern und für die Produktqualität von Milch und Fleisch von entscheidender Bedeutung. Im Zuge der Betriebs- und Arbeitskreisberatung werden in Österreich regelmäßig Grundfutteruntersuchungen durchgeführt. Die IST-Situation der Gärfutterqualität ist verbesserungsbedürftig, weil sehr viele Grassilagen nicht im fachlichen Empfehlungsbereich konserviert werden und oftmals qualitative Mängel auftreten. Auf Initiative der Fütterungsreferenten der österreichischen Landeslandwirtschaftskammern wurde im Jahr 2007, gemeinsam mit Dipl.-Ing. Günther Wiedner (Leiter des Futtermittellabors Rosenau – LK Niederösterreich) und dem LFZ Raumberg-Gumpenstein, das dritte bundesländerübergreifende Silageprojekt mit einheitlichen und umfangreichen Probenahmen und Befragungen zum Silagemanagement auf Milchviehbetrieben durchgeführt.

Ziel dieser Arbeit war und ist die Schaffung einer aktuellen und statistisch auswertbaren Datengrundlage, damit Zusammenhänge zwischen Managementfaktoren und Parametern der Silagequalität besser erklärt werden können. Die gewonnenen Ergebnisse können bei sorgfältiger Interpretation in der Beratung eine wichtige Hilfestellung leisten. Nachstehend wird die statistische Auswertung aus den drei Erhebungsjahren dargestellt. Aus Platzgründen wird auf die Darstellung der Ergebnisse von Mengen- und Spurenelementen, Gerüstsubstanzen und Zuckergehalten nicht eingegangen.

Material und Methoden

Datenbasis

Der komplette Datensatz aus dem Silageprojekt der Erhebungsjahre 2003, 2005 und 2007 stellt in Österreich mit 2.413 Grassilagen (2003 – 806 Proben,

2005 – 773 Proben, 2007 – 880 Proben) den größten Pool an Silageprobandaten aus Praxisbetrieben dar. Die Silagen stammen aus den Bundesländern Niederösterreich, Steiermark, Kärnten und Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg.

Die Erhebungen und Probenziehungen auf den landwirtschaftlichen Betrieben wurden von Mitarbeitern der Landeslandwirtschaftskammern, vorwiegend im Zuge der Milchvieh-Arbeitskreisberatung, durchgeführt. Die chemische Futtermittelanalytik erfolgte im Futtermittellabor Rosenau (Landwirtschaftskammer Niederösterreich) mittels Standardmethoden. Alle 2.413 Proben wurden auf den Roh Nährstoffgehalt, entsprechend der Weender-Nährstoffanalytik, nasschemisch untersucht. Die Energiebewertung erfolgte auf Basis des Roh Nährstoffgehalts mit Hilfe von Regressionen (GRUBER et al. 1997), welche aus der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (DLG 1997) abgeleitet wurden. Aus Kostengründen wurden die Gehalte an Mengenelementen ($N = 2.267$), Spurenelementen ($N = 350$), Gerüstsubstanzen ($N = 87$) und Zucker ($N = 395$) nicht bei allen Proben bestimmt. Gleiches gilt auch für die Parameter der Gärqualität ($N = 1.757$). Der pH-Wert der Silagen wurde bei 1.995 Proben analysiert. Die Verdichtung wurde von 1.964 Silagen bei der Probenziehung mit der Bohrkernmethode bestimmt. Dazu wird aus dem Silostock bzw. dem Rundballen mit Hilfe eines Edelstahlbohrers mit definiertem Innendurchmesser ein repräsentativer Bohrkern gestochen. Anschließend wird die Einstechtiefe gemessen und das entnommene Probenmaterial grammgenau gewogen. Die Kubatur des gestochenen Bohrkerns wird über die Zylinderformel berechnet. Die Bestimmung der Lagerungsdichte an Frischmasse und Trockenmasse (kg/m^3) erfolgt mit der Umrechnung der Bohrkernkubatur auf einen Kubikmeter. Die Erhebung

der Managementfaktoren erfolgte von insgesamt 2.083 Silagen mit Hilfe eines Fragebogens (siehe Anhang).

Wurden die Datensätze entsprechend der Wirtschaftsweise zugeordnet (insgesamt 2.063), so kamen 313 Datensätze von Biobetrieben, 662 von „Verzichtsbetrieben“ (Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel), 658 von „Reduktionsbetrieben“ und 430 von konventionellen Betrieben (ohne Förderung). Die Zuordnung der Proben zu den Aufwüchsen (insgesamt 2.248) erfolgte auf Grund der Erhebungsbögen, wobei der 4., 5. und der 6. Aufwuchs zu einer Kategorie zusammengefasst wurden. Mischsilagen (zumindest 2 Grünlandaufwüchse in einem Silo) wurden ebenfalls in einer Kategorie zusammengefasst. Auf den 1. Aufwuchs fielen 1.615 Datensätze, 290 auf den 2., auf den 3. Aufwuchs 82, auf den 4. bis 6. Aufwuchs 22 und auf Mischsilagen 239 Datensätze. Die Zuordnung der Proben entsprechend der Futterzusammensetzung (insgesamt 2.072) ergab 1.499 Grünlandsilagen, 393 Feldfuttersilagen und 180 Silagen der Kategorie Grünland/Feldfutter. In der Kategorie Siliersystem (insgesamt 2.056) ergab die Zuordnung der Proben 1.282 Fahrtilosilagen, 49 Silagen aus Silohaufen, 108 Proben aus Hochsilos und 617 Rundballensilagen (Fixkammerpresse ($N = 275$), Variable Presse ($N = 336$)). Die relative Verteilung der Siliersysteme in den unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen ist in der *Tabelle 1* dargestellt.

Die chemischen Analysendaten und die Daten der Erhebungsbögen wurden vor der statistischen Auswertung einer Validierung unterzogen, damit wurden Datenfehler auf ein Minimum reduziert. Bei den Erhebungsbögen mussten die Befragten den Angaben der Betriebsleiter vertrauen.

Datenauswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Softwarepaket

Autor: Ing. Reinhard RESCH, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at



Tabelle 1: Durchschnittlicher Anteil verschiedener Siliersysteme in Abhängigkeit der Wirtschaftsweise – Silageprojekt 2003/05/07

Wirtschaftsweise	Fahrsilo [%]	Silohaufen [%]	Hochsilo [%]	Rundballen [%]
Biobetrieb	51	3	9	37
Verzicht	54	3	6	37
Reduktion	71	2	3	24
Konventionell	71	1	4	24

Statgraphics-Plus (Version 5.1), in Form von multifaktoriellen Regressionsanalysen (Prozedur GLM = General Linear Model) und mit dem Programm SPSS (Version 12.0) für die deskriptive Statistik. Wenn im statistischen Auswertungsmodell Parameter geprüft wurden, von welchen nicht bei allen Proben Untersuchungsbefunde vorlagen, verringerte sich dementsprechend die Anzahl der ausgewerteten Datensätze.

Der Vorteil der Auswertungsmethodik mittels GLM-Modellierung liegt darin, dass zur Erklärung der Streuung einer abhängigen Variable (z.B. Buttersäuregehalt) fixe Faktoren wie Erntejahr, Futterzusammensetzung, Siliersystem uvm., sowie quantitative Faktoren (Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt, etc.) herangezogen werden können. Diese Vorgangsweise erlaubt eine Trennung der einzelnen Einflussfaktoren und eine genaue Bewertung, wie groß der Einfluss eines jeden Faktors auf die abhängige Variable ist. Mit dem GLM-Modell werden die quantitativen Faktoren konstant gehalten, d.h. es wird zum Beispiel für den Trockenmassegehalt für alle ausgewerteten Proben ein mittlerer Wert von 385 g/kg FM eingesetzt. Diese Konstant-Haltung schaltet eine unregelmäßige Verteilung der Einflussfaktoren aus und schärft damit die statistische Bewertung der Einflussgrößen. Würden die Berechnungen ohne diese statistische Methode durchgeführt, so wäre keine Konstanthaltung von quantitativen Faktoren möglich und die Aussagekraft der statistischen Analyse wäre wesentlich unschärfer.

Für die Interpretation sind die Ergebnisse der Varianzanalyse entscheidend. Bei einem P-Wert < 0,01 geht man von einem hoch signifikanten bzw. gesicherten Einfluss auf den Parameter aus. Bei einem P-Wert < 0,05 ist der Einfluss signifikant, zwischen 0,05 und 0,10 spricht man von einem tendenziellen Einfluss. In der Darstellung der statistischen Ergebnisse

für einen quantitativen Faktor ist der Mittelwert und der Regressions- bzw. Korrelationskoeffizient wichtig. Der Regressionskoeffizient gibt an, wie sich die abhängige Variable (z.B. Milchsäure) verändert, wenn die Regressionsvariable (z.B. Trockenmasse) um eine Einheit ansteigt.

Beispiel – Lagerungsdichte in kg TM/m³

Regressionskoeffizient für Trockenmassegehalt = +0,202

Interpretation: Pro 1 g Zunahme im TM-Gehalt nimmt die Lagerungsdichte (Mittelwert 188 kg TM/m³) um 0,2 kg TM/m³ zu.

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass Dr. Andreas Steinwider (LFZ Raumberg-Gumpenstein) die statistischen Auswertungen des ersten Silageprojektes und die Veröffentlichung der Ergebnisse durchführte (STEINWIDDER 2003). Im Jahr 2005 erfolgte die Datenauswertung und Berichtslegung der Projektsjahre 2003 und 2005 durch Ing. Resch in Kooperation mit Dr. Steinwider (RESCH und STEINWIDDER 2005).

Ergebnisse und Diskussion

Den österreichischen Wiederkäuern wird rund 56 % der Grundfütterration in Form von Grassilage vorgelegt (RESCH 2006). Aufgrund der hohen Kraftfutterpreise und dem Leistungsanstieg der Nutztiere sind Grassilagen mit hohen Energiedichten und besten Gärfutterqualitäten besonders wichtig. Die Bauern benötigen deswegen aktuelle Informationen, damit sie mit optimiertem Management die geforderten Silagequalitäten produzieren können.

Aufgrund der umfangreichen Datenerhebungen der letzten Jahre (2003, 2005 und 2007) kann die IST-Situation für die Grassilagequalität in Österreich abgebildet werden. Die große Stichprobe von insgesamt 2.413 Silageproben reprä-

sentiert zum Großteil engagierte Betriebe aus den Arbeitskreisen für Milchproduktion der einzelnen Bundesländer. Im Projekt wurden die Betriebe nicht randomisiert ausgewählt, deswegen kann der Anspruch auf volle Übertragbarkeit der Stichprobendaten für ganz Österreich nicht erhoben werden.

Die Erarbeitung von Beratungsempfehlungen zur Verbesserung der Silagequalität basiert auf statistischen Auswertungen des gesamten Datensatzes. Für einzelne qualitative Parameter aus den Bereichen Nährstoffe, Energiedichte, Lagerungsdichte und Gärqualität wurden daher Fragen formuliert (Arbeitshypothesen), wie z.B.: „Beeinflusste bei den variablen Pressen das Erntejahr, der Aufwuchs, der Ballendurchmesser und die Stundenleistung die Silagedichte (unter Konstanz von Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt)?“. Vorweg muss an dieser Stelle gesagt werden, dass es bei der Auswertung und der anschließenden Interpretation der nachstehenden Ergebnisse Grenzen gibt. Die Genauigkeit der Probenziehung und Datenerhebung spielt dabei eine wesentliche Rolle. Viele Betriebs- und Standorteffekte wurden nicht erfasst (z.B. Standortsverhältnisse, botanische Zusammensetzung, Düngung, Walzdauer, Ballenlager, etc.), deswegen ist die Erklärung der Datenstreuung verringert. Merkmale sind nicht unabhängig von anderen Merkmalen (Beispiel: Ein Landwirt, der bewusst Futter kurz schneidet hat, vielleicht auch ein besseres Silage-Management). Ergebnisse treffen nur auf das ausgewertete Datenmaterial zu (Jahr 2003 – Trockenheit, Stichprobe muss nicht repräsentativ sein, ...). Die berechneten Einflüsse gelten nur im „Kernbereich“ des Datenmaterials – extrapolieren ist nicht möglich. „Überinterpretationen“ sind zu vermeiden (z.B. Ballensilagen sind generell schlecht, alle Biobetriebe haben zu wenig XP im Futter, ...). Die Interpretation erfordert die Kenntnis der Erhebung bzw. Befragung, ansonsten kann es zu Fehlschlüssen kommen.

Rohfasergehalt – Erntezeitpunkt

Die Wertigkeit der Grassilage wird stark vom Erntezeitpunkt bestimmt, weil mit zunehmender Reife der Pflanzen der

Anteil an schwer- bzw. unverdaulichen Gerüstsubstanzen zunimmt. In den Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (RESCH et al. 2006) wird diese enge Beziehung der Futterqualität zum Rohfasergehalt für den 1. Aufwuchs und die Folgeaufwüchse tabellarisch dargestellt. In der Wahl des Erntezeitpunktes soll der Orientierungswert von 27 % Rohfaser (BUCHGRABER und RESCH 1993) nicht überschritten werden, weil der Gehalt an wasserlöslichem Zucker ab diesem Fasergehalt für eine gute Milchsäuregärung zu niedrig wird. Im Silageprojekt konnte festgestellt werden, dass beim 1. Aufwuchs rund 41 % der Silagen zu spät geerntet wurden (Abbildung 1).

Bei den Folgeaufwüchsen waren 11 % der Silagen über dem Orientierungswert von 27 % Rohfaser (in der TM). Der niedrigste Rohfasergehalt betrug 187 g/kg TM, die späteste Ernte erfolgte bei einem Gehalt von 372 g Rohfaser/kg TM. Die multifaktorielle Datenauswertung ergab, dass der Rohaschegehalt und das Erntejahr einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert < 0,01) auf den Rohfasergehalt ausübten (Tabelle 2). Das GLM-Modell konnte rund 40 % der Streuung der Rohfasergehalte erklären. Mit Zunahme der Rohasche sinkt der Rohfasergehalt, es kommt zu einem Verdünnungseffekt, welcher sich bekannterweise negativ auf die Futterqualität auswirkt. Das trockene Erntejahr 2003 wies einen signifikant höheren Rohfasergehalt (Ø 270 g/kg TM) auf als die Normaljahre 2005 (Ø 260 g/kg TM) und 2007 (Ø 260 g/kg TM). Beim Erntezeitpunkt ist ein Potenzial zur Qualitätsverbesserung gegeben, wenn man bedenkt, dass beim Silageprojekt – Steirisches Ennstal (1988 - 1990) mittlere Rohfasergehalte von 268 g/kg TM gemessen wurden und 17 Jahre danach die Gehalte nur 4 g darunter, auf 264 g/kg TM liegen. Nicht zu vergessen ist, dass im Silageprojekt 1988 - 1990 viele kleine Betriebe teilnahmen und 2003/05/07 nur die engagierten Arbeitskreisbetriebe mitwirkten!

Der Rohproteingehalt korreliert sehr stark negativ mit dem Rohfasergehalt, d.h. mit zunehmendem Alter reduziert sich der Rohproteingehalt deutlich. Die statistische Auswertung bestätigte die Einflussfaktoren Rohfaser, Rohasche und Erntejahr als hauptverantwortliche

Effekte zur Bestimmung der Höhe des Proteingehaltes von Grassilagen (Tabelle 2).

Trockenmassegehalt – Anwelkgrad

Das Anwelken des Grünfutters auf einen Trockenmassegehalt zwischen 30 und 40 % bringt aus gärungstechnischer Hinsicht große Vorteile, weil die Zuckerkonzentration erhöht wird und die Lebensbedingungen für die Milchsäurebakterien verbessert werden. Der TM-Bereich 30 - 40 % ist im deutschsprachigen Raum der übliche Orientierungsbereich (BUCHGRABER et al. 2003, DLG 2006, WILHELM und WURM 1999). Unter 28 % Trockenmasse kommt es zu einer Sickersaftbildung und erhöhten Trockenmasseverlusten bei der Vergärung, über 40 % TM sind die Bedingungen für eine gute Milchsäuregärung bereits suboptimal und es kann leichter zu Verpilzungen durch Hefen und Schimmelspecies kommen. In der statistischen Analyse der Einflussfaktoren (Tabelle 2) konnte der Trockenmassegehalt nur mit ~ 12 % erklärt werden. Einen gesicherten Einfluss hatte die Witterung (412 g bei Sonnenschein gegenüber 370 g/kg FM nach einem Regenguss > 5mm), die Dauer der Feldphase (nach 6 h = 366 g, über 36 h = 417 g/kg FM) und das Erntegerät (Feldhäcksler, Ladewagen = 374 - 382 g, Fixkammerpresse = 408 g, Variable

Presse = 416 g/kg FM). Der 1. Aufwuchs (Ø 379 g/kg FM) wurde geringer angewelkt als der 2. bzw. 3. Aufwuchs (~ 405 g/kg FM). Der letzte Aufwuchs (4. bis 6. Schnitt) brachte es in der Trockenmasse auf durchschnittliche 357 g/kg FM. Die optimalen Wetterbedingungen des Jahres 2003 wirkten sich in höheren TM-Gehalten aus, es konnte zwischen den Beobachtungsjahren ein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

In der deskriptiven Auswertung lag der Mittelwert der Trockenmasse auf ~ 384 g/kg FM bei einer Standardabweichung (s) von ± 73 g/kg FM, d.h. dass 2/3 der Silagen im Bereich zwischen 31 % und 46 % Trockenmasse vorlagen. Rund 35 % der Silageproben lagen über dem Orientierungswert von 40 % TM, 10 % der Silagen hatten TM-Gehalte unter 30 %. Auffallend war, dass Ballensilagen mit durchschnittlich 41 % TM stärker angewelkt wurden als Silagen aus Flachsilos mit 37 % TM. Dieser Umstand erklärt auch, dass in den Biobetrieben etwas stärker angewelkt wurde als auf konventionellen Betrieben (ohne Förderung), weil in Biobetrieben das Ballensystem vermehrt eingesetzt wird.

Rohaschegehalt – Futterverschmutzung

Erde kann mit Clostridien (Buttersäurebildner) kontaminiert sein, welche ein potenzielles Risiko für Fehlgärungen in

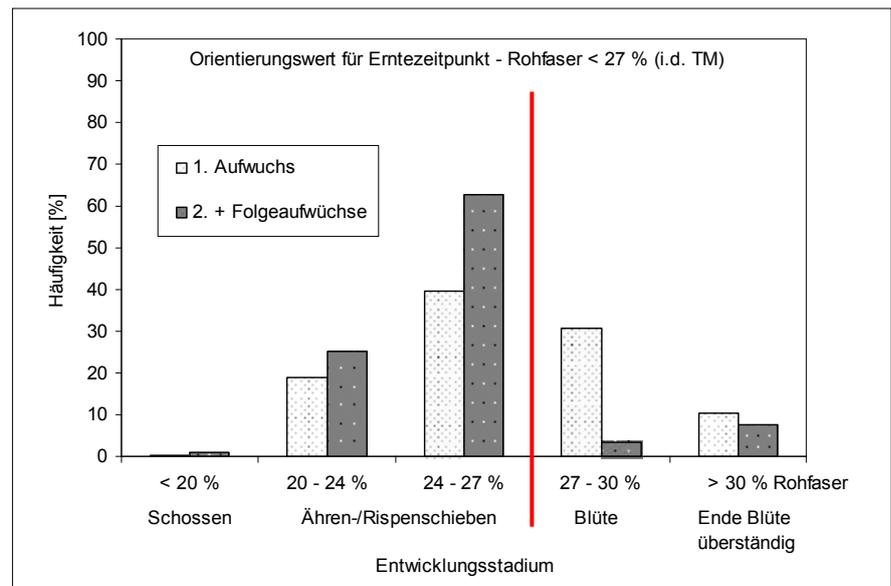


Abbildung 1: Häufigkeit des rechtzeitig bzw. zu späten Erntezeitpunktes in %, gemessen am Rohfasergehalt in Abhängigkeit des Aufwuchses – Silageprojekt 2003/05/07

Silagen darstellen. Mit einer sauberen Futterernte können zwei Aspekte die Grundfutterqualität verbessern, nämlich die Senkung des Fehlgärungsrisikos und die Erhöhung der wertvollen Nährstoffe bzw. der Energiekonzentration. Der Orientierungswert für eine saubere Futterernte ist ein Rohaschegehalt kleiner 10 % in der Trockenmasse (BUCHGRABER et al. 2003, DLG 2006, RESCH 2007). Der Rohaschegehalt wird von den Faktoren Rohfasergehalt, Erntejahr, Trockenmassegehalt sowie Schnitthöhe und Aufwuchs signifikant beeinflusst (Tabelle 2). Je später das Futter geerntet wird bzw. je höher der Anwelkgrad ist, umso niedriger wird der Rohaschegehalt. Futter im beginnenden Ähren-/Rispenstadium, bei einem Anwelkgrad von 30 - 35 % TM, neigt zu höheren Rohaschegehalten. Im gesamten Datensatz haben ~ 50 % der Proben

einen Rohaschegehalt über 10 %, bei Proben mit niedrigen Rohfasergehalten liegt der Anteil an Silagen mit mehr als 10 % Rohasche auf 59 %. Dieser Zustand ist verbesserungsbedürftig und erfordert entsprechenden Handlungsbedarf seitens der Beratung.

Es zeigte sich ein hoch signifikanter Einfluss der Schnitthöhe auf den Rohaschegehalt. Zu tief gemähtes Futter (unter 5 cm) hatte im Mittel einen um 19 - 23 g höheren Aschegehalt (122 g/kg TM) als Futter, das 5 bis 7 cm (103 g XA/kg TM) bzw. über 7 cm geschnitten wurde (99,8 g XA/kg TM). Das Erntejahr 2007 (97,9 g XA/kg TM) hatte signifikant niedrigere Rohaschegehalte als das Trockenjahr 2003 (106,2 g XA/kg TM) und das Jahr 2005 (105,9 g XA/kg TM). Nach den Angaben der Bauern im Fragebogen wurden nur 2 % der Futterbestände zu tief gemäht (kleiner 5 cm),

~ 75 % mähten bei 5 - 7 cm und 23 % über 7 cm Schnitthöhe.

In der Zusammenschau von Erntezeitpunkt und Anwelkgrad (Abbildung 2) ergibt sich in der grafischen Darstellung eine Schnittmenge für jene Grassilagen, die genau im Empfehlungsbereich für Rohfaser (220 - 270 g/kg TM) und Trockenmasse (300 - 400 g/kg FM) liegen. Von den gesamten 2.413 Silagen befinden sich 801 Proben (1/3 der Proben) in diesem Empfehlungsfenster (Abbildung 2). Wird der Faktor Futterverschmutzung einbezogen (Rohasche < 10 %), so reduziert sich der Anteil der Proben im Empfehlungsbereich auf 14 %. Die Empfehlungen für Erntezeitpunkt, Anwelkgrad und Sauberkeit des Futters sind auf eine optimale Futterqualität und beste gärungstechnische Voraussetzungen ausgelegt, in der Praxis konnte nur jede achte Silage

Tabelle 2: Nährstoffgehalte von Grassilagen und die statistische Bewertung unterschiedlicher Einflussfaktoren mittels multifaktorieller Varianzanalyse (GLM-Modell) – Silageprojekt 2003/05/07

Parameter Einheit	Trockenmasse [g/kg FM]	Rohprotein [g/kg TM]	Rohfaser [g/kg TM]	Rohasche [g/kg TM]	NEL [MJ/kg TM]
Mittelwert	383,5	149,1	262,9	103,0	5,96
Standardabweichung	72,6	19,8	26,1	22,2	0,34
Erklärung der Varianz (R ² , %)	11,6	38,1	39,7	20,4	86,3
Fixe Einflussfaktoren	P-Wert (Signifikanz, wenn kleiner 0,05)				
Wirtschaftsweise	0,102	0,000	0,000	0,000	0,175
Jahr	0,005	0,000	0,000	0,000	0,044
Aufwuchs	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Futterzusammensetzung	0,175	0,000	0,000	0,000	0,228
Mähgerät	0,006	0,000	0,000	0,000	
Schnitthöhe			0,434	0,000	0,105
Zetten	0,022	0,052	0,084	0,013	
Feldphase	0,000				
Witterung (Regen über 5 mm)	0,000	0,204	0,047	0,198	0,791
Siliersystem		0,104	0,024	0,045	0,944
Erntegerät	0,000			0,003	
Schnittlänge	0,428		0,281	0,494	0,209
Verdichtung					0,038
Silierhilfsmittel					0,477
Vacuum					0,612
Quantitative Einflussfaktoren					
Trockenmasse (P-Wert)		0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert [g/kg FM]		386,3	386,1	386,4	386,3
Regressionskoeffizient [g/kg bzw. MJ]		-0,025	-0,025	-0,028	-0,0002
Rohprotein (P-Wert)			0,000		0,000
Mittelwert [g/kg TM]			149,3		149,4
Regressionskoeffizient [g/kg bzw. MJ]			-0,702		0,0010
Rohfaser (P-Wert)	0,970	0,000		0,000	0,000
Mittelwert [g/kg TM]	264,1	264,3		264,200	264,9
Regressionskoeffizient [g/kg bzw. MJ]	-0,002	-0,397		-0,258	-0,0102
Rohasche (P-Wert)		0,000	0,000		0,000
Mittelwert [g/kg TM]		102,9	103,1		103,6
Regressionskoeffizient [g/kg bzw. MJ]		-0,161	-0,380		-0,0093

Faktor mit dem größten Einfluss
 Faktor mit dem zweitgrößten Einfluss
 Faktor mit dem drittgrößten Einfluss

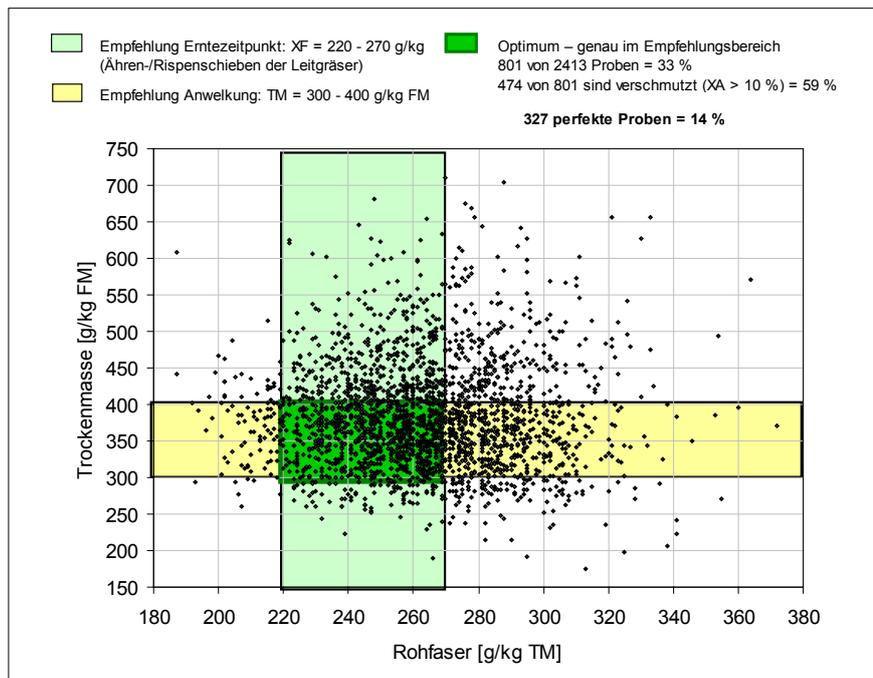


Abbildung 2: Verteilung von Grassilagen aus Praxisbetrieben in Abhängigkeit von Schnittzeitpunkt und Anwelgrad – Silageprojekt 2003/05/07

diesen Orientierungswerten entsprechen.

Die 327 „perfekten“ Silageproben weisen bei einem mittleren TM-Gehalt von 357 g/kg FM, Rohfasergehalt von 248 g/kg TM und Rohaschegehalt von 90 g/kg TM eine mittlere Energiedichte von 6,28 MJ NEL/kg TM auf, das ist um 0,32 MJ höher als der allgemeine Gesamtmittelwert. In puncto Gärqualität sind die Mittelwerte von pH-Wert (4,4), Milchsäuregehalt (48 g/kg TM) und Ammoniak in % des Gesamt-N (7,4) im Trend günstiger als der Durchschnitt der gesamten Silageproben. In den Parametern Buttersäuregehalt (Ø 11,7 g/kg TM), Essigsäuregehalt (Ø 9,8 g/kg TM) und DLG-Punktebewertung (Ø 77 Punkte) konnte keine Verbesserung festgestellt werden, wenn die Orientierungswerte eingehalten wurden (vergleiche mit *Tabelle 3*). Die mittlere Lagerungsdichte der 327 Silageproben lag mit 187 kg TM/m³ um 4 kg höher als der allgemeine Mittelwert, obwohl der TM-Gehalt dieser 327 Silagen um 29 g/kg TM geringer ist.

Energiedichte

Für die Darstellung der Grundfutterqualität ist die Energiedichte ein zentraler Parameter und guter Indikator. Der Gehalt an Nettoenergie-Laktation (NEL)

hängt bekannterweise sehr eng mit dem Entwicklungsstadium des Futterbestandes und mit dem Gehalt an Rohasche zusammen. Diese Beziehungen konnten im multifaktoriellen linearen Modell mit einem hoch signifikanten Einfluss bestätigt werden (*Tabelle 2*). Aufgrund der Tatsache, dass die Nettoenergie über Regressionsgleichungen auf der Basis Rohfaser berechnet wurde, ist es klar, dass die Erklärung der Varianz ($R^2 = 86,3\%$) entsprechend hoch ausfiel. In den Merkmalen konnte der Aufwuchs als gesicherter Einfluss ebenfalls bestätigt werden (*Tabelle 2*). Es ist allgemein bekannt, dass die Energiedichten im 1. Aufwuchs deutlich höher sind als jene von den Folgeaufwüchsen. Im Silageprojekt lag die Nettoenergie des 1. Aufwuchses auf durchschnittlich 6,04 MJ/kg TM, in den Folgeaufwüchsen zwischen 5,69 und 5,80 MJ/kg TM. Einige Merkmale in der statistischen Analyse ergeben signifikante P-Werte ($< 0,05$), sollten aber nicht überinterpretiert werden, das würde nämlich leicht zu falschen Schlussfolgerungen für die Praxis führen.

Beispiel für eine Überinterpretation: Der Trockenmassegehalt hat im GLM-Modell einen hoch signifikanten Einfluss auf die NEL-Dichte (P-Wert $< 0,001$) ergeben (*Tabelle 2*). Laut Regressionskoeffizient von -0,002 bedeutet das bei Zunahme von 10 % Trockenmasse eine

Abnahme der NEL um 0,02 MJ/kg TM.

In der deskriptiven Statistik zeigte sich in den unterschiedlichen Erntejahren ein leichter Trend in Richtung Steigerung der Nettoenergie, beginnend mit 5,90 MJ (2003), 5,96 MJ (2005) bis auf 6,02 MJ NEL/kg TM im Jahr 2007. Im GLM-Modell wurde jedoch unter Konstanz der quantitativen Faktoren Trockenmasse, Rohfaser und Rohasche kein signifikanter Jahreseinfluss gefunden. Die geringste Energiedichte im Silageprojekt war 4,25 MJ, das entspricht dem Futterwert einer einschnittigen Wiese zum Zeitpunkt der Gräserblüte. Die höchsten Nettoenergiewerte betragen 7,1 MJ NEL/kg TM. Diese hohen Werte sind durch die rechnerische Ableitung des Energiewertes über Regressionsgleichungen möglicherweise extrapoliert, weil so ein hoher Futterwert bisher nur bei sehr jungem Weidefutter einer Kurzrasenweide festgestellt werden konnte. Dennoch zeigt sich, dass optimal konservierte Grassilagen sehr hohe Energiedichten erreichen können, welche bereits mit Kraftfuttermitteln vergleichbar sind.

Gärqualität

pH-Wert

Die mikrobielle Stabilität des Gärfutters wird durch die Milchsäuregärung dann erreicht, wenn sich der pH-Wert auf einem stabilen Niveau einpendelt. Dieser kritische pH-Wert ist vom Trockenmassegehalt des Futters abhängig und soll bei Nasssilagen ($< 28\%$ TM) unter 4,5 liegen, bei Anwelksilagen (30 - 40 % TM) geringer als 4,7 sein und bei Gärheu ($> 40\%$) pH 5,1 unterschreiten.

In der statistischen Auswertung des Silageprojektdatensatzes ergibt sich ein eigenartiges Phänomen, nämlich nur einen minimalen Zusammenhang zwischen pH-Wert und Trockenmassegehalt. Der Einfluss der TM ist zwar hoch signifikant, trotzdem steigt der pH-Wert bei Zunahme von 10 % TM um verschwindende 0,07 Einheiten (*Tabelle 3*). In der Betrachtung der Einzeljahre zeigten die linearen Regressionsbeziehungen ebenfalls schlecht abgesicherte Zusammenhänge (R^2 von 0,09 bis 1,8 %). Im Gegensatz dazu konnten im Silageprojekt – Steirisches Ennstal (1988 - 1990) immerhin 28 % der pH-Streuung über das Merkmal Trockenmassegehalt

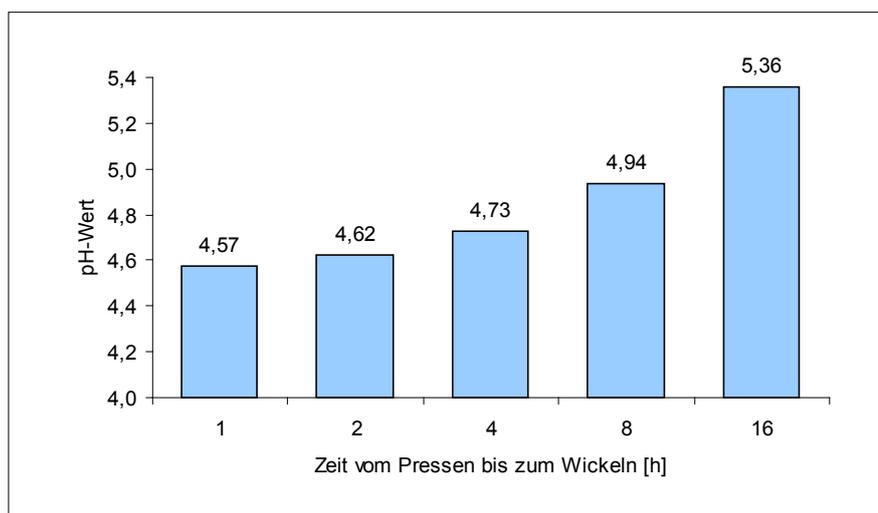


Abbildung 3: Einfluss der Zeitspanne zwischen dem Pressen und Wickeln auf den pH-Wert von Ballensilagen

erklärt werden, die Zunahme von 10 % TM bewirkte dort eine pH-Zunahme von 0,3 Einheiten (BUCHGRABER und RESCH 1993). Die Steigung von 0,3 Einheiten je 10 % TM-Zunahme wird auch in den umfangreichen Untersuchungen von WEISSBACH et al. (1977) beschrieben.

Im Silageprojekt 2003/05/07 hatten die Faktoren Rohfaser- bzw. Rohaschegehalt und die Verpackung der Probe (mit bzw. ohne Vacuum) den größten Einfluss auf den pH-Wert. Im Fall der Rohfaserzunahme um 10 % stieg der pH-Wert um 0,3 Einheiten und bei Zunahme der Rohasche um 10 % erhöhte sich der pH-Wert ebenfalls um 0,3 pH-Einheiten. Die Vacuumverpackung wirkte sich unter Konstanz der Faktoren Rohprotein, Rohfaser und Rohasche derart aus, dass vacuumierte Proben (pH 4,5) um 0,2 pH-Einheiten höher lagen als nicht vacuumierte Silagen (pH 4,3). Mit dem GLM-Modell konnten ~ 26 % der Varianz des pH-Wertes der Silageproben erklärt werden.

In der deskriptiven Statistik konnte ein Trend im Jahreseinfluss festgestellt werden. Im Jahr 2003 lag der pH-Wert im Mittelwert auf 4,6, dieser sank 2005 auf 4,5 und im Jahr 2007 auf 4,4 pH-Einheiten ab. Dieser Trend bestätigte sich auch im GLM-Modell aufgrund eines P-Wertes kleiner 0,000 (Tabelle 3). Ballensilagen (pH 4,3) hatten bei gleichem Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt einen um 0,2 pH-Einheiten geringeren pH-Wert als Silagen aus Flachsilos (pH 4,5). Bei der genaueren

Untersuchung der Einflussfaktoren auf Ballensilagen wurden auch die Merkmale Dauer vom Pressen bis zum Wickeln und die Pressleistung (m^3/h) analysiert. Es zeigte sich ein hoch signifikanter Anstieg des pH-Wertes, wenn mehr als 4 Stunden zwischen dem Pressvorgang und dem luftdichten Abschluss verstreichen (Abbildung 3). Liegen Ballen länger als 10 Stunden ungewickelt auf dem Feld, so kommt es mit großer Wahrscheinlichkeit zu massiven Qualitätsverlusten und zu ungünstigen Gärverläufen. Der Einsatz von Bakterien-Impfkulturen (hauptsächlich Milchsäurebakterien) bewirkte eine pH-Senkung von 0,1 pH-Einheiten gegenüber Silagen ohne Siliermittel (pH 4,5).

Gärsäuren

Die optimale Milchsäuregärung ist für die verlustarme Konservierung von Grünlandfutter entscheidend. Der Gehalt an Milchsäure sollte in der stabilen Nasssilage (< 28 % TM) 60 g/kg TM, in Anwelksilagen (30 - 40 % TM) rund 40 g/kg TM und im Gärheu 20 g/kg TM betragen. Essigsäure ist bis zu einem Gehalt von maximal 35 g/kg TM in Feuchtsilagen und bis zu 20 g/kg TM in Anwelksilagen tolerierbar, weil die Essigsäure die Vermehrung von unerwünschten Hefepilzen hemmt. Zu hohe Essigsäuregehalte verursachen durch den scharfen Geruch eine verringerte Futteraufnahme der Silage. Bei Essigsäure ist ein Mindestgehalt von 5 - 10 g/kg TM günstig, weil diese Silagen vor den gefürchteten Nacherwärmungen besser geschützt sind. Buttersäure ist ein

Indikator für einen ungünstigen, verlustreichen Gärverlauf. Toleriert werden bei Buttersäure Gehaltswerte bis 3 g/kg TM. Im Praxishandbuch Futterkonservierung (DLG 2006) werden Orientierungswerte für Buttersäure mit kleiner 3 g/kg TM und für Essigsäure mit 20 - 30 g/kg TM angegeben.

Milch- und Essigsäure

Die statistische Auswertung mittels GLM-Modell brachte für Milchsäure ein Bestimmtheitsmaß (R^2) von 16 %, d.h. es können 84 % der Datenvarianz mit den eingesetzten Merkmalen nicht erklärt werden. Die Aussagekraft der Statistik ist im Fall des Milchsäuregehaltes sehr kritisch zu sehen, weil beispielsweise der Trockenmassegehalt einen deutlich geringeren Einfluss aufweist als Rohfaser- bzw. Rohaschegehalt (Tabelle 3). Bei 10 % TM-Zunahme steigt der Milchsäuregehalt nur um 5 g, während bei 10 % Zunahme an Rohfaser der Milchsäuregehalt um 13 g sinkt. Aus der deskriptiven Statistik ist ersichtlich, dass das Erntejahr 2007 mit 49 g/kg TM im Trend höhere Milchsäuregehalte aufwies als 2003 (35 g/kg TM) bzw. 2005 (39 g/kg TM), obwohl die Anwelkung gleich war. Eine mögliche Ursache dieses Umstandes könnte der signifikant niedrigere Rohaschegehalt im Jahr 2007 darstellen.

Im Essigsäuregehalt zeigte sich in der deskriptiven Auswertung kein Unterschied in den Erntejahren bzw. zwischen den Siliersystemen. Bei der Trockenmasse konnte ein schwacher absteigender Trend von 13 g/kg TM (Nasssilage) auf 8 g/kg TM bei Gärheu festgestellt werden. Vergleichsweise wurde im Silageprojekt – Steirisches Ennstal (BUCHGRABER und RESCH 1993) im gleichen TM-Bereich ein absteigender Trend von 28 g auf 4 g Essigsäure/kg TM ermittelt. Die Essigsäurewerte aus dem Silageprojekt 2003/05/07 sind demnach bei Nasssilagen deutlich niedriger bzw. bei starker Anwelkung spürbar höher als die Werte des Silageprojektes – Steirisches Ennstal (1988 - 1990).

Buttersäure

Die Streuung der Gehaltswerte von Buttersäure konnten mit der GLM-Statistik mit einem $R^2 = 40$ % erklärt werden.

Tabelle 3: Gärparameter von Grassilagen und die statistische Bewertung unterschiedlicher Einflussfaktoren mittels multifaktorieller Varianzanalyse (GLM-Modell) – Silageprojekt 2003/05/07

Parameter Einheit	pH	Milchsäure [g/kg TM]	Essigsäure [g/kg TM]	Buttersäure [g/kg TM]	Ammoniak [% vom Ges.N]	DLG-Punkte (0 -100)
Mittelwert	4,48	42,8	10,7	11,4	8,6	75,7
Standardabweichung	0,37	24,2	6,9	9,1	4,9	18,7
Erklärung der Varianz (R ² , %)	25,6	16,2	11,2	39,9	19,7	40,1
Fixe Einflussfaktoren		P-Wert (Signifikanz, wenn kleiner 0,05)				
Wirtschaftsweise	0,036	0,062	0,007	0,010	0,492	0,036
Jahr	0,000	0,000	0,010	0,120	0,000	0,000
Aufwuchs	0,001	0,272	0,100	0,000	0,039	0,010
Futterzusammensetzung	0,028	0,007	0,003	0,015	0,041	0,070
Schnitthöhe	0,250	0,009	0,822	0,104	0,641	0,036
Witterung (Regen über 5 mm)	0,763	0,440	0,457	0,104	0,002	0,115
Siliersystem	0,000	0,000	0,011	0,000	0,076	0,000
Schnittlänge	0,135	0,082	0,000	0,000	0,004	0,000
Verdichtung	0,159	0,068	0,172	0,065	0,493	0,103
Silierhilfsmittel	0,000	0,001	0,000	0,000	0,102	0,000
Vacuum	0,000	0,599	0,670	0,014	0,298	0,232
Quantitative Einflussfaktoren						
Trockenmasse (P-Wert)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert [g/kg FM]	387,3	383,5	383,5	383,5	383,7	383,6
Regressionskoeffizient [pH-Einheit bzw. g/kg bzw. Punkte]	0,001	-0,053	-0,018	-0,055	-0,016	0,072
Rohfaser (P-Wert)	0,000	0,000	0,826	0,000	0,000	0,000
Mittelwert [g/kg TM]	266,2	266,6	266,6	266,6	266,5	266,6
Regressionskoeffizient [pH-Einheit bzw. g/kg bzw. Punkte]	0,003	-0,127	-0,002	0,083	0,049	-0,181
Rohasche (P-Wert)	0,000	0,000	0,369	0,000	0,000	0,000
Mittelwert [g/kg TM]	103,4	104,1	104,1	104,1	104,0	103,9
Regressionskoeffizient [pH-Einheit bzw. g/kg bzw. Punkte]	0,003	-0,107	0,008	0,059	0,032	-0,118

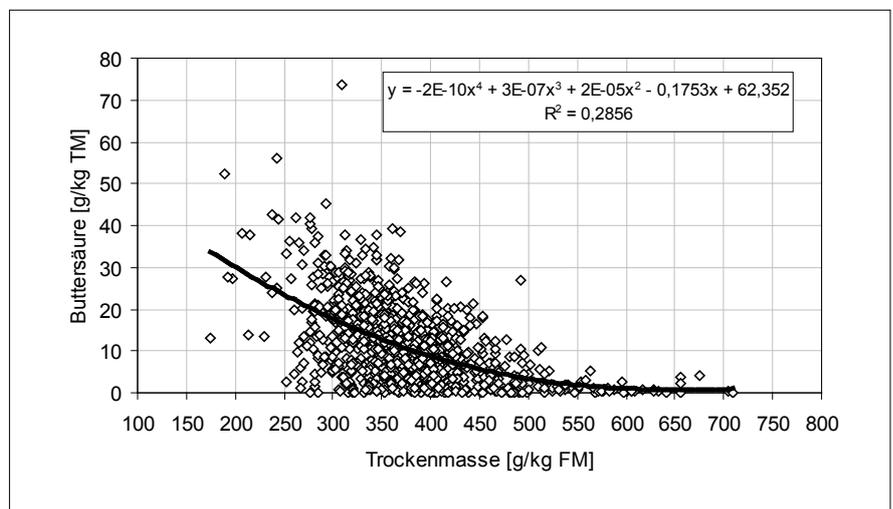
Faktor mit dem größten Einfluss
Faktor mit dem zweitgrößten Einfluss
Faktor mit dem drittgrößten Einfluss

Die multifaktorielle Varianzanalyse ergab für die Merkmale Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt hoch signifikante Effekte (P-Werte < 0,01) in Bezug auf den Buttersäuregehalt (Tabelle 3). Die lineare Regression zeigte, dass sich bei Zunahme der Trockenmasse um 10 %, der Buttersäuregehalt um 6 g/kg TM verringerte. Die Beziehung von Buttersäure- zum Trockenmassegehalt lieferte mit einer polynomischen Gleichung (Abbildung 4) den höchsten Erklärungswert (R² = 29 %). Die über die Formel:

$$\text{Buttersäuregehalt [g/kg TM]} = -2E-10 \times \text{TM}^4 + 3E-07 \times \text{TM}^3 + 2E-05 \times \text{TM}^2 - 0,1753 \times \text{TM} + 62,352$$

errechneten Werte in unterschiedlichen TM-Bereichen sind sehr gut mit den Buttersäuregehalten des Silageprojektes – Steirisches Ennstal (BUCHGRABER und RESCH 1993) vergleichbar.

Bei Zunahme der Rohfaser- bzw. Rohaschegehalte um 1 %, stieg die Buttersäure um 0,8 g/kg TM (Rfa-Effekt),

**Abbildung 4: Abhängigkeit des Buttersäuregehaltes vom Anwelkgrad des Siliergutes**

bzw. um 0,6 g/kg TM (Ra-Effekt). Aus der GLM-Statistik gehen weiters die theoretische Schnittlänge, das Siliersystem und der Aufwuchs als signifikante Einflussgrößen hervor. Unter Konstanz von Trockenmasse, Rohfaser und Rohasche hatte kurz gehäckseltes Siliergut

(< 3 cm) mit 7 g/kg TM signifikant weniger Buttersäure als längeres Material (Buttersäure > 11 g/kg TM). Im Trend verlief die Gärung bei Rundballen (Buttersäure 8 g/kg TM) signifikant besser ab als bei Flachsilohaufen (Buttersäure 15 g/kg TM). Fahrtilos (11,5 g/kg TM)

bzw. Hochsilos mit 10,2 g/kg TM unterschieden sich nicht signifikant von den Rundballensilagen. Im 1. Aufwuchs war der Buttersäuregehalt mit 14 g/kg TM am höchsten, in den Silagen der Folgeaufwüchse lag die Buttersäure zwischen 9 und 11 g/kg TM. Das Erntejahr hatte in drei sehr unterschiedlichen Beobachtungsjahren keinen signifikanten Einfluss auf den Buttersäuregehalt. Der Einsatz von Siliermitteln ergab im GLM-Modell einen hoch signifikanten Einfluss, jedoch ist hier bei der Interpretation Vorsicht geboten. Unbehandelte Silagen hatten im Mittelwert 11 g/kg TM Buttersäure. Die niedrigsten Buttersäuregehalte waren bei Silagen mit Zusatz von biologischen Impfkulturen (Milchsäurebakterien) mit 9 g/kg TM zu beobachten. Die signifikante Differenz rührt daher, dass die Siliermittelgruppe „Säuren und Salze“ die höchsten Mittelwerte mit 15 g/kg Buttersäure in der TM aufwies. In der Tendenz führte die Applikation von Säuren bzw. Salzen zu keiner Verbesserung des Gärverlaufes.

Eiweißabbau

Während des Gärprozesses wird ein Teil des Pflanzenproteins zu Ammoniak abgebaut. Ammoniak ist genauso wie die Buttersäure ein Indikator für einen ungünstigen Gärverlauf. Der Ammoniak und andere Abbauprodukte vom Pflanzeneiweiß sind deutlich als Fehlgerüche wahrnehmbar. Der österreichische Orientierungswert für den Ammoniakanteil in % des Gesamtstickstoff liegt bei 10 %, in Deutschland fordert SPIEKERS (DLG 2006) sogar einen Orientierungswert kleiner 8 %. Dieser Wert von 10 % muss unterschritten werden, damit in der DLG-Bewertung der Silagequalität die höchste Punktezahl vergeben wird. Im Mittel enthielten die Silagen aus dem Silageprojekt 2003/05/07 8,6 % Ammoniak (% des Gesamt-N) bei einer Standardabweichung von 4,9 %. Die höchsten Werte im Ammoniakgehalt lagen über 30 %.

Im Silageprojekt 2003/05/07 konnte die Datenvarianz des Ammoniakanteils am Gesamt-N nur mit 20 % erklärt werden. Die quantitativen Faktoren Rohfaser-, Trockenmasse- und Rohaschegehalt hatten im GLM-Modell den größten Effekt hinsichtlich des Ammoniakgehaltes (Tabelle 3). Demnach steigt bei Zunahme

des Rohfaser- bzw. des Aschegehaltes um 1 %, der Ammoniakanteil am Gesamt-N um 0,5 % (Rfa-Effekt) bzw. um 0,3 % (Ra-Effekt). Andererseits nimmt der Ammoniakanteil am Gesamt-N um 0,2 % ab, wenn der TM-Gehalt um 1 % ansteigt (TM-Effekt). Im Silageprojekt „Steirisches Ennstal“ (BUCHGRABER und RESCH 1993) machte der TM-Effekt -0,4 % aus. Das Erntejahr hatte ebenfalls einen signifikanten Einfluss, weil im Jahr 2007 die Ammoniakgehalte am Gesamt-N mit 7,5 % im Vergleich zu 2003 (9,3 %) bzw. 2005 (9,8 %) signifikant niedriger waren. Aus der deskriptiven Analyse war auch ein Einfluss der Witterung auf den Eiweißabbau ersichtlich, weil angeregnete Partien (11,3 % NH₃ von Gesamt-N) um 2,7 % höhere Ammoniakgehalte aufwiesen als Partien, die bei guten Wetterbedingungen siliert wurden (8,6 % NH₃ von Gesamt-N). Im GLM-Modell konnte der Faktor theoretische Schnittlänge unter Konstanz von Trockenmasse-, Rohfaser-, Rohprotein- und Rohaschegehalt einen signifikanten Einfluss auf den Eiweißabbau ausüben. Kurz geschnittenes Futter (9,7 % NH₃ von Gesamt-N) enthielt um 2,7 % weniger Ammoniak als langes Futter (12,4 % NH₃ von Gesamt-N). Mit den Interpretationen im Bereich Eiweißabbau sollte dennoch sorgsam umgegangen werden, weil immerhin 80 % der Datenvarianz nicht erklärt werden konnten.

Schätzgleichungen für Gärparameter

In den statistischen Analysen zeichneten sich die Faktoren Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt als maßgebliche Einflussgrößen in Bezug auf die Gehaltswerte der organischen Säuren bzw. des Ammoniakgehaltes ab. Mit Hilfe der nachstehenden Gleichungen ist es möglich die entsprechenden Gehaltswerte zu schätzen, wenn für TM (Trockenmasse in g/kg FM), RFA (Rohfaser in g/kg TM) und RA (Rohasche in g/kg TM) die Analysenwerte eingesetzt werden. Die Formeln berücksichtigen gleichzeitig den Anwelkgrad, den Erntezeitpunkt und den Verschmutzungsgrad des Futters und können somit ein realitätsnäheres Bild vermitteln als die Darstellung eines einzelnen Einflussfaktors.

Buttersäure [g/kg TM] = 11,2309 - 0,0615855 × TM + 0,0767115 × RFA + 0,028011 × RA

Essigsäure [g/kg TM] = 15,1571 - 0,0159588 × TM - 0,00153792 × RFA + 0,0199195 × RA

Milchsäure [g/kg TM] = 121,968 - 0,0341449 × TM - 0,184576 × RFA - 0,168597 × RA

Ammoniak [% von Ges.-N] = -3,67187 - 0,019145 × TM + 0,0598502 × RFA + 0,0364347 × RA

Gärqualität – DLG-Punkte

In der chemischen Beurteilung von Silagen werden für die Parameter pH-Wert, Buttersäure-, Essigsäure- und Ammoniakgehalt (% vom Gesamt-N) nach einem genau definierten Schlüssel Punkte vergeben (WEISSBACH und HONIG 1992). Die Punkte der einzelnen Parameter werden summiert und ergeben eine Wertigkeit, die in 5 Noten (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = verbesserungsbedürftig, 4 = schlecht, 5 = sehr schlecht) unterteilt wird. Im Mittel konnten Silagequalitäten von 76 DLG-Punkten (Note 2 – gut), bei einer Standardabweichung von 19 DLG-Punkten erreicht werden.

Die statistische Analyse der Silageprojektdaten mittels multifaktoriellem GLM-Modell ergab, dass die Merkmale Trockenmassegehalt, Erntejahr, Rohfaser- und Rohaschegehalt einen hoch signifikanten Einfluss auf die Gärqualität (DLG-Punkte) ausübten (Tabelle 3). Die Datenvarianz konnte mit einem R² = 40 % erklärt werden. Bei Zunahme des Rohfaser- bzw. Rohaschegehaltes um 1 % reduzierte sich die Silagequalität um ~ 2 DLG-Punkte (Rfa-Effekt) bzw. um 1 DLG-Punkt (Ra-Effekt). Interessant ist der deutliche Jahreseinfluss auf die Silagequalität. Im Jahr 2003 wurden im Durchschnitt nur 66 DLG-Punkte erreicht, das ist signifikant weniger als in den Jahren 2005 (82 DLG-Punkte) oder 2007 (78 DLG-Punkte). Aus den relevanten Futterqualitätsmerkmalen des Silageprojektdatensatzes zeigten sich nur beim Rohfaser- bzw. Milchsäuregehalt signifikante Jahreseinflüsse, die einen Hinweis auf dieses Ergebnis liefern könnten. Der Rohfasergehalt lag 2003 signifikant höher und der Milchsäuregehalt signifikant niedriger als in den Vergleichsjahren, das

könnte ein vorsichtiger Hinweis für eine Interpretation sein. Aufgrund der teils ungünstigen Bestimmtheitsmaße (R^2) ist die Sicherheit dieser Interpretation jedoch keinesfalls gegeben.

Es ist auffallend, dass die nassen Silagen (\emptyset Note 3,2 – verbesserungsbedürftig) mit dem DLG-Schlüssel auf der Basis der chemischen Analyse wesentlich schlechter bewertet werden als die sehr trockenen Silagen (\emptyset Note 1,7 – sehr gut). Hier taucht die Frage auf, ob die Silagen in der punktemäßigen DLG-Bewertung im feuchten Bereich, wo natürlich mehr Gär säuren produziert werden, gegenüber den trockeneren Bedingungen grundsätzlich benachteiligt werden?

Lagerungsdichte

Die Verdichtung des Siliergutes nach dem Motto „Luft raus“ ist eine essentielle Silierregel, die enorm wichtig für einen erfolgreichen Gärverlauf ist. Je schneller der Sauerstoff aus dem Siliergut weg ist, desto rascher kann die Vermehrung der Milchsäurebakterien einsetzen. Gute Verdichtung ergibt eine optimale Säuerungsgeschwindigkeit und geringere Trockenmasse- bzw. Qualitätsverluste im Gärprozess. Die Orientierungswerte für die Verdichtung werden in kg Trockenmasse pro Kubikmeter angegeben und waren in Österreich und Deutschland zeitweilig statisch in der Größenordnung zwischen $> 180 - 200 \text{ kg TM/m}^3$ angesetzt. Dynamische Orientierungswerte für die Verdichtung gehen feinfühler auf die unterschiedlichen Trockenmassebereiche ein (BUCHGRABER und

RESCH 1993, HONIG 1987, RESCH 2007) und setzen mit Zunahme des Trockenmassegehaltes eine höhere Verdichtung voraus, um beste Voraussetzungen für die Milchsäuregärung zu gewährleisten. In der *Abbildung 5* sind die Verteilung der Verdichtungswerte bei unterschiedlicher Trockenmasse und die dynamischen Orientierungswerte in Form einer Regressionsgeraden zu sehen. Die durchschnittliche Verdichtung der Silagen lag auf einem Niveau von 183 kg TM/m^3 bei einer Standardabweichung von 47 kg .

Die Lagerungsdichte konnte bei der allgemeinen statistischen Datenanalyse (GLM-Modell) mit einem $R^2 = 31 \%$ erklärt werden. In der Bewertung der Einflussfaktoren erwiesen sich der Trockenmasse- und der Rohfasergehalt sowie das Siliersystem als hoch signifikante Merkmale. Diese Merkmale sind auch hauptverantwortlich für die große Streuung der Lagerungsdichten in der Praxis (*Abbildung 5*). Bei Zunahme der Trockenmasse um 1% steigt die Lagerungsdichte um 2 kg TM/m^3 an. Steigt jedoch der Rohfasergehalt um 1% , so sinkt die Lagerungsdichte um 3 kg TM/m^3 (*Tabelle 4*). Das bedeutet für die Praxis, dass die Orientierungswerte für die Verdichtung in verschiedenen TM-Bereichen dynamisch angesetzt werden müssen. Die Verdichtung wird mit zunehmender Verzögerung des Erntezeitpunktes immer schwieriger. Ein signifikanter Einfluss der theoretischen Schnittlänge konnte unter Konstanz von Trockenmasse- und Rohfasergehalt

beobachtet werden. Kurz gehäckseltes Futter (208 kg TM/m^3) konnte besser verdichtet werden als langes Futter (185 kg TM/m^3). Für die Praxis ergibt sich daraus ein kumulativer Nutzen in der Weise, dass die Kombination von rechtzeitiger Futterernte und kurzem Futterschnitt zu wesentlich besseren Verdichtungswerten führt. Negativ kumulieren lange Futterpartikel und zu später Erntezeitpunkt bzw. Rohfasergehalte über 270 g/kg TM .

Der Einfluss des Siliersystems auf die Verdichtung ist äußerst stark (*Tabelle 4*). Während Flachsilos im Durchschnitt 195 kg TM/m^3 erreichen, ist die Lagerungsdichte von Fixkammerpressen mit $\emptyset 147 \text{ kg T/m}^3$ bzw. von Variablen Pressen mit $\emptyset 166 \text{ kg TM/m}^3$ deutlich geringer. Der Unterschied zwischen den beiden Ballenpressensystemen liegt in der Technik. Fixkammerpressen verdichten im Kern weniger stark als im Mantel, während die Variablen Pressen permanent mit demselben Pressdruck fahren.

Bei genauerer Durchleuchtung der Einflussfaktoren in den einzelnen Siliersystemen konnten nur wenige Tendenzen ausgemacht werden. Beim Fahrsilo hat das Walzgewicht unter Konstanz des Trockenmasse- und Rohfasergehaltes sowie der Füllmenge in m^3/h einen signifikanten Einfluss auf die Lagerungsdichte. Mit Erhöhung des Walzgewichtes um 1 t kann die Lagerungsdichte um $1,4 \text{ kg T/m}^3$ gesteigert werden. In der Tendenz hatte auch die Höhe der Entladungsschicht einen Einfluss auf die Verdichtung. Je niedriger die Entladeschicht war ($< 20 \text{ cm}$), desto höher waren die Dichtewerte. Ladewagen mit Dosierwalzen konnten die besten Lagerungsdichten (209 kg T/m^3) erreichen. Bei den Ballenpressen konnten keine signifikanten Einflüsse auf die Verdichtung durch unterschiedliche Ballendurchmesser bzw. durch die Pressleistung (m^3/h) festgestellt werden (*Tabelle 4*), allerdings ist diese Interpretation aufgrund des geringen $R^2 = \sim 24 \%$ sehr unsicher. Ein Jahreseinfluss zeigte sich bei den Variablen Pressen, weil im Jahr 2003 die Pressdichten nur bei 159 kg T/m^3 lagen. Die Vergleichsjahre 2005 mit 175 kg TM/m^3 bzw. 2007 mit 165 kg TM/m^3 hatten höhere Verdichtungswerte. In der Diplommaturaarbeit von BÄCK und SEITINGER (2006) wurde gemessen, dass durch den Einsatz von voll be-

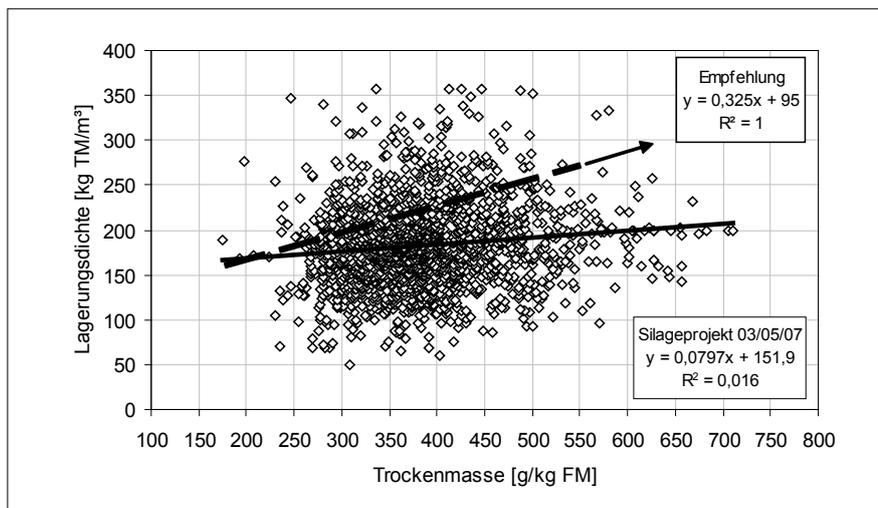


Abbildung 5: Abhängigkeit der Lagerungsdichte [kg TM/m³] vom Trockenmassegehalt der Silage – Silageprojekt 2003/05/07

stückten Schneidwerken die Pressdichte von Rundballen bis zu 25 % gesteigert werden kann.

Im Silageprojekt 2003/05/07 konnte festgestellt werden, dass die Verdichtungsdifferenzen zwischen Fahrsilo und Ballensilage keinen praxisrelevanten Einfluss auf die Gärfutterqualität bzw. auf die Energiedichte (NEL) hatten. Anders formuliert kann gesagt werden, dass die geringeren Lagerungsdichten von Rundballen sich nicht negativ auf die Silagequalität bzw. die Energiedichte auswirkten.

Siliermitteleinsatz

Die Angaben der Erhebungsbögen in den einzelnen Erfassungsjahren zeigten, dass von 2.043 österreichischen Silageproben durchschnittlich 3 % mit Säuren oder Salzen, 16 % mit biologischen Impfkulturen (Milchsäurebakterien) und 1 % mit sonstigen Siliermitteln behandelt wurden. 80 % der eingesendeten Silagen wurden ohne Hilfe von Siliermitteln

konserviert. Im Beobachtungszeitraum 2003 bis 2007 konnte kein Trend in Richtung verstärktem bzw. reduziertem Einsatz von Silierhilfsmitteln beobachtet werden. Im Silageprojekt – Steirisches Ennstal (1988 - 1990) wurden vergleichsweise 20 - 25 % der Silagen mit Silierzusätzen behandelt (BUCHGRABER und RESCH 1993).

Im Bereich Siliermitteleinsatz ergaben sich bei der statistischen Auswertung mittels GLM-Modellen in den Gärparametern pH-Wert, Milchsäure-, Essigsäure- und Buttersäuregehalt P-Werte < 0,05. Aufgrund der niedrigen Erklärung der Datenvarianz (R^2 -Werte zwischen 11 und 40 %) muss bei der Interpretation der Daten aufgepasst werden, weil es sonst leicht zu einer vorschnellen Überinterpretation kommen kann. Beim Milchsäuregehalt ($R^2 = 16 %$) macht die Differenz zwischen Biologischen Impfkulturen (48,9 g/kg TM) bzw. kein Siliermitteleinsatz (42,7 g/kg TM) 6,2 g Milchsäure/kg TM aus. Für die praxisrelevante Interpretation sollte hier von ei-

ner Tendenz gesprochen werden, jedoch nicht von einem gesicherten Unterschied. Im Fall der Essigsäure wurde der niedere P-Wert von der Gruppe „Sonstige Siliermittel“ verursacht, weil der Gehalt von 18,5 g Essigsäure/kg TM deutliche Differenzen zu den übrigen Gruppen aufwies. Die signifikanten Differenzen im Buttersäuregehalt traten zwischen der Gruppe Säuren und Salze (15 g/kg TM) und biologische Impfkulturen (9 g/kg TM) auf. Silagen ohne Siliermittelzusatz (11 g Buttersäure /kg TM) waren von den übrigen Siliermittelgruppen nicht signifikant zu unterscheiden.

Zusammenfassung

Im Zuge der Arbeitskreis- und Betriebsberatung forderten die Bauern und die Fütterungsberater der Arbeitskreise Milchproduktion einiger österreichischer Bundesländer, über die routinemäßigen Futtermitteluntersuchungen hinaus, ein Projekt zur Verbesserung der Silagequalität, wo auch das Silagemanagement be-

Tabelle 4: Verdichtung von Grassilagen in Abhängigkeit des Siliersystems und die statistische Bewertung unterschiedlicher Einflussfaktoren mittels multifaktorieller Varianzanalyse (GLM-Modell) – Silageprojekt 2003/05/07

Parameter Einheit	Allgemein [kg TM/m ³]	Flachsilo [kg TM/m ³]	Fixkammerpresse [kg TM/m ³]	Variable Presse [kg TM/m ³]
Mittelwert	182,9	194,6	146,6	165,9
Standardabweichung	46,9	43,3	39,3	39,9
Erklärung der Varianz (R^2 , %)	31,4	23,7	24,5	20,8
Fixe Einflussfaktoren		P-Wert (Signifikanz, wenn kleiner 0,05)		
Jahr	0,130	1,000	0,126	0,001
Aufwuchs	0,000	0,000	0,335	0,704
Schnittlänge	0,059	0,106		
Siliersystem	0,000			
Entladeschicht Höhe		0,054		
Quantitative Einflussfaktoren				
Trockenmasse	0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert	386,2	374,5	417,1	417,1
Regressionskoeffizient	0,202	0,225	0,159	0,175
Rohfaser (P-Wert)	0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert (g/kg TM)	264,0	264,6	28,3	263,7
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]	-0,329	-0,328	-0,4	-0,306
Walzgewicht (P-Wert)		0,000		
Mittelwert [t]		7,0		
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]		1,379		
m ³ / Stunde (P-Wert)		0,672		
Mittelwert [h]		25,9		
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]		0,033		
Ballendurchmesser (P-Wert)			0,051	0,250
Mittelwert [cm]			127,8	127,9
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]			0,900	0,372
m ³ Ballen / Stunde (P-Wert)			0,768	0,868
Mittelwert [m ³ / h]			26,6	26,4
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]			-0,076	-0,044

Faktor mit dem größten Einfluss
 Faktor mit dem zweitgrößten Einfluss
 Faktor mit dem drittgrößten Einfluss



rücksichtigt wird. Daraufhin organisierten die Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern der Bundesländer die Beprobungen und Datenerhebungen, das Futtermittellabor Rosenau (LK-Niederösterreich) führte die chemischen Analysen der Silagen mit amtlich anerkannten Standardmethoden und das LFZ Raumberg-Gumpenstein die statistischen Datenanalysen und die wissenschaftliche Interpretation der Ergebnisse durch. In den Erhebungsjahren 2003, 2005 und 2007 wurden insgesamt 2.413 Silageproben analysiert, wobei 1.615 Proben (2/3) vom 1. Aufwuchs stammten, der Rest war von Folgeaufwüchsen bzw. von Mischungen aus unterschiedlichen Aufwüchsen. Das dominierende Siliersystem der teilnehmenden Betriebe war mit 62 % der Fahrsilo, 30 % der Silagen wurden als Rundballen konserviert, der Hochsiloanteil fiel auf 5 % ab, den Rest von 3 % nahmen Silohaufen ein.

Im Silageprojekt 2003/05/07 waren die Faktoren Erntezeitpunkt (Rohfasergehalt), Anwelkgrad des Siliergutes (Trockenmassegehalt), Futterschmutzung (Rohaschegehalt) und Aufwuchshauptverantwortlich für die Qualität der untersuchten Silagen. Rund 41 % der eingesendeten Silagen wiesen einen ungünstigen Rohfasergehalt über 270 g/kg TM (Orientierungswert – kleiner 270 g/kg TM) auf. Es konnte statistisch abgesichert werden, dass zu späte Futterernte den Futterwert verringert, aber auch gleichzeitig eine signifikante Erhöhung des Buttersäuregehaltes sowie geringere Lagerungsdichten (kg TM/m³) bewirkte. Die Futterqualität könnte bei 41 % der österreichischen Silagen spürbar gesteigert werden, wenn der Erntezeitpunkt, speziell beim 1. Aufwuchs, beim Ähren-/Rispschieben der Leitgräser eingehalten würde.

Hinsichtlich Anwelkung des Siliergutes waren 10 % der Silagen im ungünstigen Nassbereich (kleiner 30 % TM) konserviert, 55 % der eingesendeten Proben lagen im Empfehlungsbereich zwischen 30 und 40 % TM. Bei Anwelkung über 40 % Trockenmasse konnte festgestellt werden, dass die empfohlenen Lagerungsdichten von 225 - 250 kg TM/m³ kaum erreicht werden konnten. Rundballensilagen (Ø 411 g/kg FM) wurden signifikant stärker angewelkt als Silagen aus Flachsilos (Ø 375 g/kg FM). Stark

angewelktes Siliergut könnte durch kurze Schnittlänge (kleiner 5 cm), beste Futterverteilung und konsequente Verdichtungsarbeit besser vergoren werden.

Die Lagerungsdichte (in kg TM/m³) wurde hoch signifikant von der Höhe der Trockenmasse- und Rohfasergehalte, vom Siliersystem sowie der theoretischen Schnittlänge beeinflusst. Bei Fahrsilos wurden im Mittel 195 kg TM/m³ erreicht, Variable Pressen erzielten 166 kg TM/m³ und Fixkammerpressen nur 147 kg TM/m³. Die multifaktorielle Datenanalyse ergab bei gleichem Trockenmasse- und Rohfasergehalt keinen signifikanten Einfluss der Lagerungsdichte auf Gärparameter wie Buttersäuregehalt oder pH-Wert bzw. Energiedichte. Aufgrund der geringen Varianzerklärung von R² = 30 % darf diese Aussage zum jetzigen Zeitpunkt nicht überinterpretiert werden und ist durch weitere Untersuchungen zu validieren. Gute Pressdichten können erzielt werden, wenn die Empfehlungswerte für Rohfaser (kleiner 270 g/kg TM) eingehalten werden und wenn das Futter kurz geschnitten bzw. gehäckselt wird (Schnittlänge kleiner 5 cm). Fahrsilobetriebe können die Verdichtung durch die Erhöhung des Walzgewichtes bzw. durch niedere Entladeschichten (kleiner 20 cm) verbessern, während bei Rundballenpressen der Einsatz von voll bestückten Schneidwerken die Lagerungsdichte bis zu 25 % steigern kann.

Der Rohaschegehalt betrug im Durchschnitt 103 g/kg TM, im Erntejahr 2007 (Ø 98 g/kg TM) wurde der Orientierungswert von 100 g/kg TM von über 50 % der Proben unterschritten. In den Jahren 1988 - 1990 (Silageprojekt – Steirisches Ennstal) lag der Rohaschemittelwert vergleichsweise noch auf rund 120 g/kg TM. Im Silageprojekt 03/05/07 lagen 15 % der Silagen über 120 g Rohasche/kg TM. Tiefer Ernteschnitt unter 5 cm führte mit 122 g/kg TM zu signifikant höheren Aschegehalten. Das Risiko der verlustreichen Buttersäuregärung bzw. die Verdrängung von wertvollen Inhaltsstoffen und Energiedichte nimmt mit steigendem Rohaschegehalt signifikant zu, vor allem wenn dieser über dem Orientierungswert von 100 g/kg TM liegt. Der Futterschmutzung ist durch gutes Grünlandmanagement (dichte Grasnarben, Bekämpfung von tierischen Schädlingen, beste Verteilung

von Wirtschaftsdüngern, abschleppen im Frühjahr, etc.), Futterernte bei abgetrocknetem Bestand, Schnitthöhe über 5 cm sowie durch richtige Einstellung der Werbe- und Erntegeräte, konsequent entgegenzuwirken.

Die Energiedichte des 1. Aufwuchses lag im Durchschnitt auf 6,04 MJ und bei den Folgeaufwüchsen zwischen 5,7 und 5,8 MJ NEL/kg TM. Hohe Energiedichten sind durch einen günstigen Erntezeitpunkt, sowie durch eine verschmutzungsfreie Futterernte zu erreichen.

Bei 20 % der Silagen wurden Siliermittel angewendet, wobei biologische Impfkulturen mit 16 % den höchsten Anteil einnahmen, 3 % wendeten Säuren bzw. Salze an. Die multiple GLM-Statistik konnte signifikante Effekte von Silierzusätzen auf Gärparameter nachweisen, wobei die Modelle aufgrund der niedrigen Bestimmtheitsmaße (R² von 11 bis 40 %) kritisch zu betrachten sind. Die Differenzen zwischen behandelten und unbehandelten Silagen waren gering und sind noch in punkto Praxisrelevanz zu prüfen.

Im Silageprojekt 2003/05/07 konnte bestätigt werden, dass höhere Energiedichten in Grassilagen erzielbar sind, wenn die Empfehlungen (Silierregeln) eingehalten werden. Für die Praxis kann abgeleitet werden, dass in punkto Wahl des Erntezeitpunktes, richtiger Anwelkgrad des Siliergutes und Vermeidung von Futterschmutzungen ein Beratungsdefizit besteht. Nur 14 % der eingesendeten Silagen befanden sich in allen entscheidenden Parametern (Rohfaser-, Trockenmasse- und Rohaschegehalt) im optimalen Bereich der Empfehlungswerte. Nichteinhaltung von Silierregeln erhöht das Risiko von Qualitätseinbußen durch eine suboptimale Vergärung in kumulativer Art und Weise, d.h. dass sich zwei oder mehrere Fehler addieren und dadurch die Gefahr für einen ungünstigen Gärverlauf enorm ansteigt.

Das österreichweite Silageprojekt wäre ohne den engagierten Einsatz der Arbeitskreisbetriebe, der Fütterungsberater und -referenten sowie dem Team des Futtermittellabors Rosenau und des LFZ Raumberg-Gumpenstein nicht realisierbar gewesen. Im Sinne der aktuell geschaffenen Beratungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Silagequalität gebührt

allen Mitwirkenden des Silageprojektes eine besondere Anerkennung und ein herzlicher Dank.

Literatur

- BÄCK, H. und A. SEITINGER, 2006: Praxistest (Leistungs- und Qualitätsparameter) einer Press-Wickelkombination. Diplomaturaarbeit des LFZ Raumberg-Gumpenstein.
- BUCHGRABER, K. und R. RESCH, 1993: Der Einfluss der Produktion von Grassilage auf die Futterqualität und Gärbiologie sowie die Auswirkungen auf die Verfütterung und Milchqualität in der Praxis – Silageprojekt „Steirisches Ennstal“. BAL Gumpenstein, Veröffentlichung Heft 20, 11-32.
- BUCHGRABER, K., E.M. PÖTSCH, R. RESCH und A. PÖLLINGER, 2003: Erfolgreich silieren – Spitzenqualitäten bei Grassilagen! Der fortschrittliche Landwirt (2003, Heft 9), 29-37.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 2006: Praxishandbuch Futterkonservierung. Silagebereitung, Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien. DLG-Verlags-GmbH, 7. Auflage, ISBN 3-7690-0677-1.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).
- HONIG, H., 1987: Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo; p. 51-52 in: Summary of papers, 8th Silage Conference, Hurley (UK).
- RESCH, R. und A. STEINWIDDER, 2005: Silageprojekt 2003/05. Sonderdruck, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- RESCH, R., 2006: Moderne Silagewirtschaft. Landkalender 2007, Leopold Stocker-Verlag.
- 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 (2006, Heft 24) Sonderbeilage 20 S.
- RESCH, R., 2007: Futtermittelverschmutzung – Auswirkungen auf die Qualität von Grassilagen. Der fortschrittliche Landwirt (2007, Heft 7), 16-17.
- RESCH, R., 2007: Optimal verdichtete Grassilage bringt gute Gärfutterqualitäten. Österreichische Bauernzeitung (2007, Heft 17), 10.
- STEINWIDDER, A., 2003: Silageprojekt 2003. Sonderdruck, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN und K. BERG, 1977: Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Empfehlungen für die Praxis der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 3. Auflage.
- WEISSBACH, F. und H. HONIG, 1992: Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf der Basis der chemischen Analyse. 104. VDLUFA-Kongress, Göttingen, VDLUFA-Schriftenreihe 35, 489-494.
- WILHELM, H. und K. WURM, 1999: Futterkonservierung und –qualität. Silagebereitung, Heuwerbung, Getreide- und Maistrocknung. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, ISBN 3-7020-084-4.

Anhang

Fragebogen – Silageprojekt 2007

Fragebogen Silageprojekt 2007

Silierdatum (Datum Siloabschluss): _____ **Name:** _____

Wirtschaftsweise: Bio ⁽¹⁾ Ökopunkte ⁽²⁾
(nur in Niederösterreich) UBAG ⁽³⁾ keine ÖPUL-Teilnahme ⁽⁴⁾
 + Verzicht ⁽³¹⁾
 + Reduktion ⁽³²⁾

Futterzusammensetzung:

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

Aufwüchse:

1. Aufwuchs ⁽¹⁾ 2. Aufwuchs ⁽²⁾ 3. Aufwuchs ⁽³⁾ weitere Aufwüchse ⁽⁴⁾
 Mischungen: _____ zB: 1.+2. ⁽¹²⁾, 2.+3. ⁽²³⁾, 1.+3. ⁽¹³⁾

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

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

Feldphase (Zeit Mäh- bis Silierbeginn):

bis 6 Std ⁽¹⁾ 6 bis 12 Std. ⁽²⁾ 12 bis 24 Std. ⁽³⁾ 24 bis 36 Std ⁽⁴⁾ über 36 Std. ⁽⁵⁾

Regen über 5 mm: nein ⁽¹⁾ ja ⁽²⁾ _____ Schnitt

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

Zetthäufigkeit: kein zetzen ⁽¹⁾ einmal zetzen ⁽²⁾ zweimal zetzen ⁽³⁾ mehr als zweimal zetzen ⁽⁴⁾

Siliersystem:

Flachsilo ⁽¹⁾ (Länge: _____ m) Silohaufen ⁽²⁾ (Länge: _____ m) Hochsilo ⁽³⁾ Rundballen ⁽⁴⁾

Erntegerät: Feldhäcksler ⁽¹⁾ Kurzschnittladewagen ⁽²⁾ Ladewagen ⁽³⁾
 Ladewagen + Standhäcksler ⁽⁴⁾ Fixkammerpresse ⁽⁵⁾ Variable Presse ⁽⁶⁾

Theoretische Schnittlänge:

bis 3 cm ⁽¹⁾ 3,1 bis 6 cm ⁽²⁾ 6,1 bis 10 cm ⁽³⁾ 10, 1 bis 20 cm ⁽⁴⁾ lang ⁽⁵⁾
(Feldhäcksler) (mehr als 25 Messer) (15 bis 25 Messer) (7 bis 15 Messer) (0 bis 6 Messer)

Entladeschichthöhe Fahrsilo (nach dem Verteilen/vor dem Verdichten):

bis 20 cm ⁽¹⁾ 20 bis 40 cm ⁽²⁾ über 40 cm ⁽³⁾

Verteilung im Silo (Flach- bzw. Hochsilo):

Ladewagen mit Dosierwalzen ⁽¹⁾ Siloverteiler ⁽²⁾ händisch ⁽³⁾ Front-/Radlader ⁽⁴⁾
 Kran ⁽⁵⁾ keine ⁽⁶⁾ sonstige: _____ ⁽⁷⁾

Füllgeschwindigkeit Fahrsilo/Hochsilo:

1. Schn.: _____ Std. Befüllzeit _____ m³ Siloraum _____ Transportfahrzeuge Ø Entfernung: _____ km
 2. Schn.: _____ Std. Befüllzeit _____ m³ Siloraum _____ Transportfahrzeuge Ø Entfernung: _____ km
 _ Schn.: _____ Std. Befüllzeit _____ m³ Siloraum _____ Transportfahrzeuge Ø Entfernung: _____ km

Füllgeschwindigkeit Rundballen: _____ Ballenanzahl/Stunde _____ cm Ballendurchmesser

Unterbrechung der Befüllung: __Std. __. Schnitt __Std. __. Schnitt __Std. __. Schnitt

Provisorische Abdeckung (bei Unterbrechungen von mehr als 6 Stunden): ja ⁽¹⁾ nein ⁽²⁾

Zeitspanne Ende verdichten/abdecken bzw. pressen/wickeln: __Std. __. Schnitt __Std. __. Schnitt __Std. __. Schnitt

Wickellagen bei Rundballen: 4-fach ⁽¹⁾ 6-fach ⁽²⁾ sonstige ⁽³⁾

Maximale Temperatur bei Silobefüllung/Pressvorgang:

1. Schnitt: _____ °C 2. Schnitt: _____ °C 3. Schnitt: _____ °C ____ Schnitt: _____ °C

Walzgewicht (Gewicht vom schwersten Fahrzeug angeben, nicht das Gewicht von mehreren Fahrzeugen zusammenzählen!):

1. Schnitt: _____ t 2. Schnitt: _____ t 3. Schnitt: _____ t ____ Schnitt: _____ t

Siliermittel:

keine ⁽¹⁾ Säuren und Salze ⁽²⁾ Bakterien ⁽³⁾ Sonstige _____ ⁽⁴⁾

Produktname: _____

Siliermittelverteilung: automatische Dosierung ⁽¹⁾ händisch ⁽²⁾

Produktform: flüssig ⁽¹⁾ fest/streufähig ⁽²⁾

Nachsilierung (gleicher Schnitt): ja ⁽¹⁾ nein ⁽²⁾

Vakuumverpackte Probe: ja ⁽¹⁾ nein ⁽²⁾

Bohrtiefe: _____ m **Bohrer(innen)durchmesser:** _____ cm **Bohrmenge:** _____ kg

Bewertung des NEL-Systems und Schätzung des Energiebedarfs von Milchkühen auf der Basis von umfangreichen Fütterungsversuchen in Deutschland, Österreich und der Schweiz

L. GRUBER, A. SUSENBETH, F.J. SCHWARZ, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG und A. OBERMAIER

1 Einleitung und Literatur

Der Erhaltungsbedarf an Energie wird in den derzeit angewendeten Energiesystemen der verschiedenen Länder für Milchkühe (*Tabelle 1*) mit 0,289 bis 0,349 MJ NEL (Nettoenergie Laktation) pro kg LM^{0,75} (metabolische Lebendmasse) angegeben, im Mittel 0,310 MJ NEL (ARC 1980, AFRC 1993, INRA 1989 und 2007, SCA 1990, GfE 2001, NRC 2001). Ausgedrückt in umsetzbarer Energie (ME) beträgt der Mittelwert 0,507 MJ ME pro kg LM^{0,75}, mit einem Minimum von 0,476 und einem Maximum von 0,558 MJ ME pro kg LM^{0,75}. Die Ermittlung des Erhaltungsbedarfs erfolgte in UK (ARC 1980, AFRC 1993) sowie in Australien (SCA 1990) auf der Basis des Grundumsatzes, in den übrigen Ländern dagegen nach der Regressionsmethode, d.h. Fütterung auf verschiedenen Energieniveaus und Extrapolation auf eine Energiebilanz von Null. Die in den Systemen zu Grunde liegenden Formeln sind in *Tabelle 2* angeführt, die Berechnungsgrundlagen (Lebendmasse, Milchleistung, Energiekonzentration etc.) in *Tabelle 1*.

Die Umwandlung der ME in Milchenergie (LE), d.h. deren Verwertung (k_1) für die Milchsynthese ($k_1 = LE/ME$), ist von der Umsetzbarkeit (q) der Energie abhängig ($q = ME/GE$), wobei die Beziehungen zwischen q und k_1 zwischen den Systemen leicht unterschiedlich sind (*Tabelle 2*). Bei $q = 0,57$ (entspricht etwa 10,5 MJ ME; bei einem Gehalt an Bruttoenergie (GE) von 18,4 MJ) ergibt sich ein durchschnittlicher k_1 -Wert über alle Energiesysteme von 0,609; mit einem Minimum von 0,600 (GfE 2001, INRA 1989 und 2007) und einem Maximum von 0,627 (NRC 2001).

Für einen Leistungsbereich von 10 – 50 kg Milch wurde nach GfE (2001) eine Energiekonzentration von 9,60 – 12,12 MJ ME bzw. eine Umsetzbarkeit von $q = 0,522 - 0,658$ unterstellt (*Tabelle 1*). Daraus wurde für die verschiedenen Systeme im Durchschnitt ein k_1 -Wert von 0,608 errechnet, mit Extremwerten von 0,588 – 0,631.

Aus *Abbildung 1* geht klar hervor, dass zwischen dem Erhaltungsbedarf (NEL_m) und dem Verwertungskoeffizienten für die Milchproduktion (k_1) der einzelnen Energiesysteme eine positive Beziehung besteht ($R^2 = 0,74$), mit dem Effekt, dass sich der Gesamtenergiebedarf zwischen den Systemen kaum unterscheidet, auch wenn sehr unterschiedliche Milchleistungen von 10, 30 und 50 kg ECM unterstellt werden. Die positive Beziehung zwischen NEL_m und k_1 ergibt sich aus dem für Respirationsversuche üblichen Auswertungsschema (ARC 1980), bei dem die Leistung an LE der aufgenommenen Menge an umsetzbarer Energie (MEI) (auf Basis LM^{0,75}) in einem linearen Modell gegenübergestellt wird (bzw. umgekehrt). Bei einer gegebenen Energieaufnahme muss ein hoher Erhaltungsbedarf einem hohen Verwertungskoeffizienten (d.h. niedrigen Leistungsbedarf) entsprechen (und *vice versa*). Das Intercept ergibt den Erhaltungsbedarf und der Regressionskoeffizient den Verwertungskoeffizienten k_1 (ARC 1980):

$$\text{MJ LE/kg LM}^{0,75} = k_1 \times \text{MJ MEI/kg LM}^{0,75} - a \quad (1)$$

$$\text{MJ MEI/kg LM}^{0,75} = (1/k_1) \times \text{MJ LE/kg LM}^{0,75} + a \quad (2)$$

Neuere Forschungsergebnisse aus Respirationsversuchen in Nordirland zeigen (AGNEW & YAN 2000, AGNEW et al. 2003), dass der Erhaltungsbedarf von Kühen mit hoher Leistung deutlich hö-

her ist als in den zur Zeit angewendeten Energiesystemen, deren Entwicklung bis zu 40 Jahre zurückliegt (*Tabelle 1* und 2). In diesem Zeitraum hat sich die durchschnittliche Milchleistung einer Kuh bedeutend erhöht. Als Grund für den höheren Erhaltungsbedarf wird angeführt, dass hochleistende Kühe auf Grund intensiver Fettmobilisation einen höheren Proteingehalt in ihrem Körper aufweisen und dass der Anteil innerer Organe für Verdauung und Stoffwechsel ebenfalls höher ist. Der Erhaltungsbedarf ist eher eine Funktion der Proteinmenge im Körper als der Lebendmasse, da die Erhaltung von Protein einen wesentlich höheren Energiebedarf nach sich zieht als die von Fett. Der Erhaltungsbedarf beruht also zu einem großen Teil auf dem Energieaufwand für den Protein-Turnover (OLDHAM & EMMANS 1990). Die höhere Leistung ist mit höherer Futteraufnahme verbunden. Gleichzeitig damit steigt auch der Anteil und die Aktivität der inneren Organe, welche die Verdauung und den Stoffwechsel der hohen Futter- und Nährstoffmengen durchführen, bis hin zum Herz-Kreislauf-System zur Erfüllung des Bluttransportes, um die Nährstoffe an das Euter heranzuführen. Die Leber und weitere innere Organe weisen eine deutlich höhere Wärmeproduktion (= Energiebedarf) auf als das Muskelgewebe (BALDWIN et al. 1985, JOHNSON et al. 1990).

AGNEW & YAN (2000) ermittelten den Erhaltungsbedarf ME_m und den Verwertungskoeffizienten k_1 auf Grund einer Datenbasis aus 42 Respirationsversuchen mit Milchkühen (Mittelwerte), die seit 1976 weltweit publiziert wurden. Aus dem Mittel beider Gleichungen ($ME_m = 0,371/0,637 = 0,582$ bzw. 0,664 lässt sich ein Erhaltungsbedarf von $ME_m = 0,62$

Autor: Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER, Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING
email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at



Tabelle 1: Literaturübersicht zum Erhaltungsbedarf (NEL_m , ME_m) u. zur Verwertung der ME für die Milchproduktion (k_l)

Quelle	NEL_m	Lebendmasse (kg)				k_l	Milchleistung (kg)			Grundlagen zur Kalkulation			
		650	500	650	800		bei	10	30	50	Milch	10	30
		$ME_m^{1)}$	NEL_m	NEL_m	NEL_m	$q=0,57$	k_l	k_l	k_l	DMI	12,5	20,0	26,0
GfE 2001	0,293	0,488	0,293	0,293	0,293	0,600	0,588	0,607	0,621	MEI	120,0	220,0	315,0
										ME	9,60	11,00	12,12
										q	0,522	0,598	0,658
INRA 1989		0,488	0,296	0,293	0,293	0,600	0,588	0,607	0,621	LM	500	650	800
										UFL	4,40	5,30	6,20
										NEL	31,30	37,70	44,10
INRA 2007	0,292	0,486	0,292	0,292	0,292	0,600	0,588	0,607	0,621	$NEL^{0,75}$	0,296	0,293	0,293
ARC 1980		0,519	0,327	0,322	0,318	0,620	0,603	0,629	0,650	FH	34,52	41,39	47,80
AFRC 1993										k_m	0,686	0,712	0,733
										k_l	0,603	0,629	0,650
										$NEL^{0,75}$	0,327	0,322	0,318
NRC 2001	0,335	0,534	0,335	0,335	0,335	0,627	0,620	0,631	0,637	ME	2,294	2,629	2,896
										NEL	1,423	1,658	1,846
										k_l	0,620	0,631	0,637
SCA 1990	FN=1	0,476	0,289	0,291	0,292	0,610	0,592	0,620	0,642	LM	500	650	800
	20 kg ECM	0,558	0,349	0,340	0,334	0,610	0,592	0,620	0,642	FM	35,68	43,43	50,75
										k_m	0,692	0,720	0,742
										k_l	0,592	0,620	0,642
										ME_m	51,55	60,32	68,37
										NEL_m	30,52	37,40	43,92
										NEL_m^{20}	36,92	43,80	50,32

¹⁾ $q=0,57$ **Tabelle 2: Formeln zur Ableitung des Erhaltungsbedarfs (NEL_m , ME_m) und der Verwertung der ME für Erhaltung (k_m), Milchproduktion (k_l) und Körperansatz ($k_{g(l)}$) sowie Effizienz der Körpermobilisation (k_t) in verschiedenen Energiesystemen**

Quelle	Erhaltungsbedarf (MJ)	k für	Verwertung
GfE 2001	$NEL_m = 0,293 \times \text{kg LM}^{0,75}$	Erhaltung Milchproduktion Körperansatz Körpermobilisation	$k_m = 0,554 + 0,287 \times q$ $k_l = 0,463 + 0,240 \times q$ $k_{g(l)} = k_l$ $k_t = 0,825$
INRA 1989	$NEL_m = 1,7 \times 4,184 \times (1,4 + 0,6 \times \text{kg LM} / 100)$	Erhaltung Milchproduktion	$k_m = 0,554 + 0,287 \times q$ $k_l = 0,463 + 0,240 \times q$
INRA 2007	$NEL_m = 1,7 \times 4,184 \times 0,041 \times \text{kg LM}^{0,75}$	Erhaltung Milchproduktion	$k_m = 0,554 + 0,287 \times q$ $k_l = 0,463 + 0,240 \times q$
ARC 1980 AFRC 1993	$ME_m = (0,530 \times (\text{kg LM} / 1,08)^{0,67} + 0,0043 \times \text{kg LM}) / k_m$	Erhaltung Milchproduktion Körperansatz Körpermobilisation	$k_m = 0,503 + 0,350 \times q$ $k_l = 0,420 + 0,350 \times q$ $k_{g(l)} = k_l \times 0,95$ $k_t = 0,84$
NRC 2001	$NEL_m = 0,08 \times 4,184 \times \text{kg LM}^{0,75}$	Milchproduktion Körperansatz Körpermobilisation	$k_l = (-0,19 + 0,73 \times \text{ME}) / \text{ME}$ $k_{g(l)} = 0,75$ $k_t = 0,82$
SCA 1990	$ME_m = 1,4 \times (0,28 \times \text{kg LM}^{0,75} \times \exp(-0,03 \times \text{Jahre})) / k_m$	Erhaltung Milchproduktion Körperansatz Körpermobilisation	$k_m = 0,5 + 0,02 \times \text{ME}$ $k_l = 0,4 + 0,02 \times \text{ME}$ $k_{g(l)} = 0,60$ $k_t = 0,84$

MJ/kg $LM^{0,75}$ und ein Verwertungskoeffizient der ME für Milchproduktion von $k_l = 0,66$ ableiten. Dieser Erhaltungsbedarf (ME_m) ist um 22 % höher als der sich aus *Tabelle 1* ergebende Mittelwert von 0,507 MJ.

Aus den Gleichungen (3) und (4) lässt sich die Verwertung der ME für die Milchproduktion (k_l) mit 0,637 bzw. $1/1,452 = 0,689$ ableiten (AGNEW

$$LE_{(0)} = 0,637 \times \text{MEI} - 0,371 \quad (R^2 = 0,89) \quad (3)$$

$$\text{MEI} = 0,664 \times \text{LM}^{0,75} + 1,452 \times \text{LE} + 1,079 \times \text{EB} \quad (R^2 = 0,92) \quad (4)$$

LE = Milchenergie-Output (MJ/kg $LM^{0,75}$)EB = Energie-Bilanz (MJ/kg $LM^{0,75}$)MEI = Energie-Aufnahme (MJ/kg $LM^{0,75}$) $LM^{0,75}$ = metabolische Lebendmasse (kg) $LE_{(0)}$ = LE + EB (wenn EB > 0, d.h. bei positiver Energiebilanz) $LE_{(0)}$ = LE - 0,84 × EB (wenn EB < 0, d.h. bei negativer Energiebilanz)

& YAN 2000). Der Mittelwert beider ist ebenfalls höher als die in *Tabelle 1* angeführten Werte der zur Zeit gültigen Auswertungsmethoden von $k_l = 0,66$

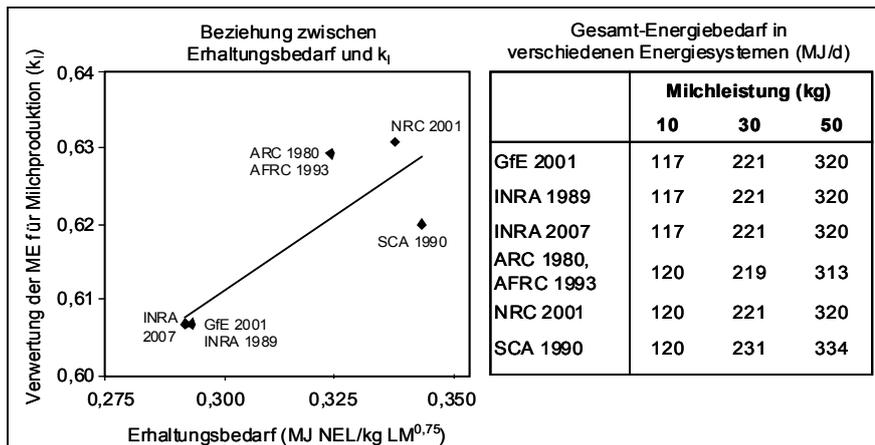


Abbildung 1: Beziehung zwischen Energie-Erhaltungsbedarf (NEL_m) und Verwertung der ME für Milchproduktion (k_1) sowie Gesamtenergie-Bedarf in den verschiedenen Energiesystemen

Energiesysteme (im Mittel $k_1 = 0,617$ bei 30 kg Milch), und zwar um 7 %.

In den Fütterungsnormen Australiens (SCA 1990) wurde daher folgerichtig der Energie-Erhaltungsbedarf an den Leistungsbedarf gekoppelt, indem 10 % der für die Milchleistung erforderlichen ME zusätzlich dem Erhaltungsbedarf (basal metabolic rate) zugerechnet werden. Das neue Fütterungssystem in Großbritannien (FiM 2004, „Feed into Milk“) geht von einem auf Produktionsniveau bestimmten Erhaltungsbedarf aus ($ME_m = 0,647$ MJ ME/kg $LM^{0,75}$). Mit steigender Energieversorgung wird ein relativ abnehmender Anteil der ME in Richtung Milchenergie umgewandelt (LE korrigiert um Mobilisation bzw. Retention). Daraus ergibt sich eine mit steigender Leistung abnehmende Verwertung der ME für Milchproduktion entsprechend der Mitscherlich-Funktion ($k_1 = 0,666, 0,647, 0,631, 0,614, 0,599$ bei einer Energieaufnahme incl. Erhaltung von 0,8, 1,2, 1,6, 2,0, 2,4 MJ ME/kg $LM^{0,75}$). Neben FiM (2004) haben auch ARC (1980), MENKE & HUSS (1987) und SCA (1990) darauf hingewiesen, dass die Beziehung zwischen Energieaufnahme und Energie-Output nicht rein linear sondern degressiv kurvenförmig verläuft.

2 Material und Methoden

2.1 Datenmaterial

Für die Untersuchungen wurden die Daten aus einer umfangreichen Kooperation von Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und

der Schweiz herangezogen ($n = 24,583$), die zur Erarbeitung der Futteraufnahme-Schätzformel von Milchkühen gesammelt wurden (GRUBER et al. 2004). Die Daten zeichnen sich durch eine große Streuung in wesentlichen tier- und rationspezifischen Parametern aus, was durch die einzelnen Produktionsgebiete, Rassen (Holstein Friesian, Brown Swiss, Fleckvieh) und besonders durch die Fragestellungen bei den verschiedenen Versuchen zu erklären ist (Tabelle 3).

Die Futter- und Energieaufnahme betrug im Durchschnitt $18,5 \pm 3,4$ kg TM bzw. $121,1 \pm 28,2$ MJ NEL. Daraus ergibt sich ein Fütterungsniveau von $3,3 \pm 0,7$ (Vielfaches des Erhaltungsbedarfes). Die (errechnete) Energiebilanz war im Durchschnitt mit $0,8$ MJ NEL ausgeglichen, wies jedoch eine große Streuung und hohe Extremwerte auf ($\pm 16,5$;

$$GE = 0,0239 \times XP + 0,0398 \times XL + 0,0201 \times XF + 0,0175 \times XX \quad (8)$$

GE = Bruttoenergie (MJ/kg TM)

XP, XL, XF, XX = Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, N-freie Extraktstoffe (g/kg TM)

$$ME = 0,0312 \times DXL + 0,0136 \times DXF + 0,0147 \times (DOM - DXL - DXF) + 0,00234 \times XP \quad (9)$$

ME = umsetzbare Energie (MJ/kg TM)

DXL, DXF, DOM = verdauliches Rohfett, Rohfaser, organische Masse (g/kg TM)

$$NEL = 0,6 \times [1 + 0,4 \times (ME/GE - 0,57)] \times ME \quad (10)$$

NEL = Nettoenergie Laktation (MJ/kg TM)

Tabelle 3: Beschreibung des Datenmaterials

		Mittelwert	$\pm s$	Min	Max
Futteraufnahme	kg TM	18,5	3,4	6,2	31,0
Energieaufnahme	MJ NEL	121,1	28,2	33,4	212,3
Energieaufnahme	MJ ME/kg $LM^{0,75}$	1,583	0,344	0,437	2,733
Energiebilanz	MJ NEL	0,8	16,5	-113,9	68,0
Kraftfutteranteil	% der TM	32,6	15,1	0,0	80,3
Milchmenge	kg	24,6	7,9	2,5	55,8
Lebendmasse	kg	634	75	398	999
LM-Veränderung	g/Tag	189	492	-1500	1500

-114 – 68 MJ NEL). Der große Bereich an Energieversorgung ist auch an den Werten der Lebendmasse-Veränderung abzulesen. Daten von über 1.500 g bzw. unter -1.500 g wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Weitere Angaben zum Datenmaterial (Futtermittel, Rationen etc.) finden sich bei GRUBER et al. (2004).

2.2 Statistische Auswertung

Die Validierung des NEL-Systems erfolgte über eine lineare Regression des errechneten NEL-Bedarfs auf die tatsächliche NEL-Aufnahme. Die Rest-Varianz dieser Beziehung wurde nach BIBBY & TOUTENBURG (1977) in Bias, Regression und Zufall aufgeteilt. Der NEL-Bedarf wurde entsprechend den Vorgaben der GfE (2001) kalkuliert:

$$\text{Erhaltung (MJ NEL/Tag):} \\ 0,293 \times \text{kg } LM^{0,75} \quad (5)$$

$$\text{Milchleistung (MJ NEL/kg):} \\ 0,38 \times \text{Fett\%} + 0,21 \times \text{Protein\%} + 0,95 \quad (6)$$

$$\text{Lebendmasse-Zunahme:} \\ 25,5 \text{ MJ NEL/kg} \quad (7a)$$

$$\text{Lebendmasse-Abnahme:} \\ 25,5 \times 0,825 = 21,0 \text{ MJ NEL/kg} \quad (7b)$$

Auch die Energiebewertung der einzelnen Futtermittel wurde nach den Angaben der GfE (2001) vorgenommen (Gleichungen 8 – 10). Die Verdaulichkeit wurde in den meisten Versuchen *in vivo* mit Hammeln auf Erhaltungsniveau nach den Leitlinien für Verdauungsversuche ermittelt (GfE 1991). Ständen

diese Daten nicht zur Verfügung, wurde auf die Verdauungskoeffizienten der DLG-Tabelle für Wiederkäuer zurückgegriffen (DLG 1997), wobei zwischen den Vegetationsstadien entsprechend dem Rohfasergehalt der Futtermittel linear interpoliert wurde (GRUBER et al. 1997).

Zur Schätzung des Energiebedarfs über das vorliegende Datenmaterial aus Fütterungsversuchen wurden folgende drei Auswertungsmodelle angewendet:

- (1) klassisches Modell nach ARC (1980) bzw. Agnew & Yan (2000):

$$MEI = b_{LM} \times LM^{0,75} + b_{LE} \times LE + b_{LMV} \times LMV$$

- (2) Modell nach SCA (1990): Berücksichtigung eines höheren Erhaltungsbedarfes mit steigender Milchleistung

$$MEI = (b_{LM} + b_{(LM \times Milch)}) \times LM^{0,75} + b_{LE} \times LE + b_{LMV} \times LMV$$

- (3) Kombination eines gemischten Modelles unter Berücksichtigung der fixen Effekte Rasse, Laktationszahl sowie Laktationsmonat mit dem klassischen Modell nach ARC (1980):

$$MEI = \text{Rasse} + \text{Lakzahl} + \text{Lakmonat} + b_{LM} \times LM^{0,75} + b_{LE} \times LE + b_{LMV} \times LMV$$

MEI = Energie-Aufnahme (MJ ME)

LM = Lebendmasse (kg), b_{LM} = Regressionskoeffizient für LM

LE = Milchenergie-Output (MJ), b_{LE} = Regressionskoeffizient für LE

LMV = Lebendmasse-Veränderung (kg), b_{LMV} = Regressionskoeffizient für LMV

$$\text{NEL-Bedarf (MJ)} = 24,1 + 0,83 \times \text{NEL-Aufnahme (MJ)} \quad (11)$$

$$R^2 = 0,660, \text{MSPE} = 316, \text{MPE} = \pm 17,8 \text{ MJ NEL } (\pm 14,7 \%)$$

$$\text{Aufteilung des MSPE: Bias} = 3,7 \%, \text{Regression} = 10,9 \%, \text{Zufall} = 85,4 \%$$

$$MEI = 0,648 \times LM^{0,75} + 1,41 \times LE + 17,6 \times LMV \quad (12)$$

$$R^2 = 0,716, \text{RSD} = 24,1 \text{ MJ } (12,1 \%)$$

$$\text{NEL-Bilanz (MJ)} = -1,4 + 11,3 \times \text{LMV (kg)} \quad (13)$$

$$R^2 = 0,114, \text{RSD} = 15,5 \text{ MJ}$$

Der Bedarf für Trächtigkeit wurde entsprechend den Angaben der GfE (2001) berechnet und von der Energieaufnahme subtrahiert, also nicht in das statistische Modell einbezogen. Um sowohl negative als auch positive Lebendmasse-Veränderungen (d.h. Mobilisation und Retention) in ein und demselben statistischen Modell berücksichtigen zu können, müssen die Umwandlungsverluste von den Fettreserven in Milchenergie berücksichtigt werden (AGNEW & YAN

2000). Im Falle negativer Lebendmasse-Veränderungen wurden daher die Werte mit dem Faktor 0,825 korrigiert, wobei den Angaben der GfE (2001) gefolgt wurde, die einen Umwandlungskoeffizient der Fettmobilisation in Milchenergie im Ausmaß von 80 – 85 % angibt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen HARVEY (1987), SAS (1999) und STATGRAPHICS Plus (2000).

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Validierung des NEL-Systems

Die Ergebnisse der Validierung des NEL-Systems sind in *Abbildung 2* dargestellt. Die Gegenüberstellung von errechnetem NEL-Bedarf und tatsächlicher NEL-Aufnahme ergab folgende lineare Beziehung (Gleichung 11).

Diese Ergebnisse weisen auf eine relativ schwache Beziehung zwischen errechnetem NEL-Bedarf und tatsächlicher NEL-Aufnahme hin, d.h. dass die Kühe des vorliegenden umfangreichen Versuchsdatenmaterials eine Energieaufnahme aufweisen, die relativ stark von den Empfehlungen der GfE (2001) zur Energieversorgung abweichen können ($R^2 = 66 \%$, $\text{MPE} = \pm 17,8 \text{ MJ}$ bzw. $\pm 14,7 \%$). Das entspricht einer Milchleistung von $\pm 5,6 \text{ kg}$. Die Abweichungen sind nicht so sehr systematisch gerichtet, sondern vor allem (zu 85,4 %) zufalls-

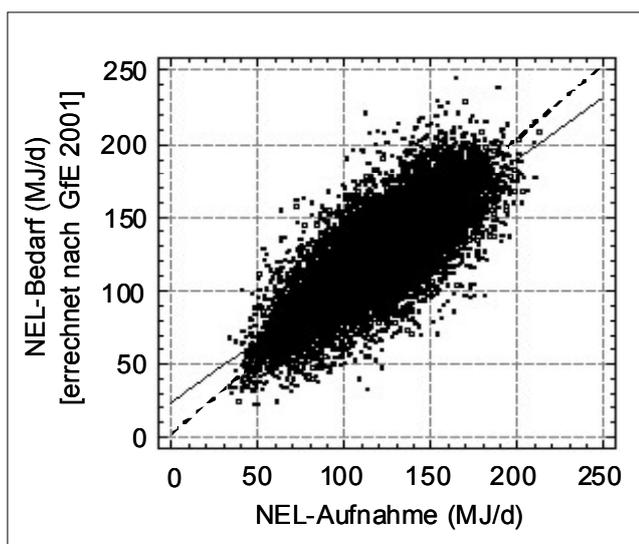


Abbildung 2: Beziehung zwischen tatsächlicher Energieaufnahme und Energiebedarf (MJ NEL) nach GfE (2001)

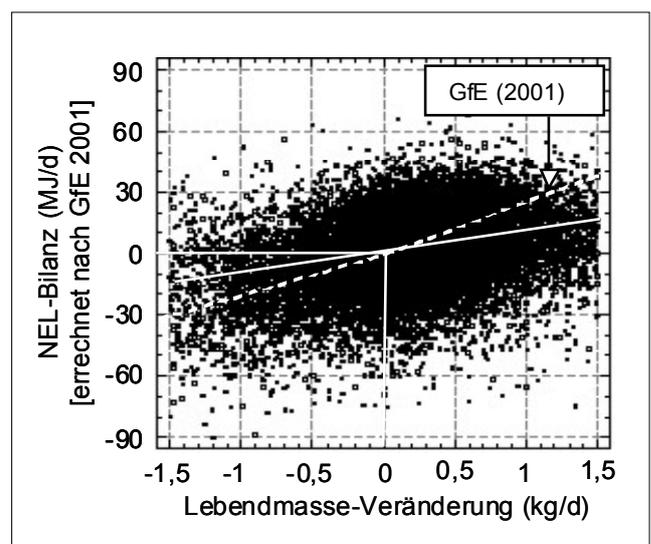


Abbildung 3: Beziehung zwischen Lebendmasse-Veränderung (kg/d) und errechneter Energiebilanz (MJ NEL/d)

bedingt. Der Bias macht nur 3,7 % des MPE aus (mittlerer NEL-Bedarf = 124,5 MJ und mittlere NEL-Aufnahme = 121,1 MJ). Der Energiebedarf wird also systematisch leicht überschätzt (im Durchschnitt um 3,4 MJ, d.h. um 1,1 kg Milch). Die regressionsbedingte Abweichung (10,9 % des MPE) besagt, dass im Bereich niedriger Futteraufnahme die tatsächliche Energieaufnahme niedriger ist als der Bedarf (d.h. der Bedarf überschätzt wird), dagegen wird bei hoher Futteraufnahme der Bedarf unterschätzt (tatsächliche Aufnahme ist höher als der Bedarf).

3.2 Schätzung des Energiebedarfs

3.2.1 Klassisches Modell nach ARC (1980) bzw. AGNEW & YAN (2000)

Die Aufteilung der Energieaufnahme (MJ MEI) auf die Bereiche metabolische Lebendmasse (kg LM^{0,75}), Milchenergie-Output (MJ LE), und Lebendmasse-Veränderung (kg LMV) entsprechend dem klassischen multiplen Modell nach ARC (1980) bzw. AGNEW & YAN (2000) ergab die in Regressionsgleichung (12) angeführten Koeffizienten.

Diese Ergebnisse weisen auf einen deutlich höheren Energie-Erhaltungsbedarf hin, als in den zur Zeit gültigen Energiesystemen festgelegt ist, und zwar um 28 % (ARC 1980 bzw. AFRC 1993, INRA 1989 und 2007, GfE 2001, NRC 2001 – siehe *Tabelle 1*). Dagegen kommt der bei SCA (1990) in Australien an die Milchleistung gekoppelte Erhaltungsbedarf den vorliegenden Ergebnissen wesentlich näher (*Tabelle 1*). AGNEW & YAN (2000) haben aus Literaturdaten seit 1976 (42 Untersuchungen, denen >1.500 individuelle Messungen des Energiestoffwechsels zu Grunde liegen) einen Energie-Erhaltungsbedarf von 0,623 MJ pro kg LM^{0,75} abgeleitet. Weiters haben AGNEW et al. (2003) aus 12 langfristigen Fütterungsversuchen (n = 838 Milchkühe) – die gleiche Methodik wird auch in der vorliegenden Arbeit angewendet – bei exakter Energiebewertung der eingesetzten Futtermittel einen Erhaltungsbedarf von 0,603 MJ ME pro kg LM^{0,75} ermittelt. Im neuen Fütterungssystem Großbritanniens (FiM 2004) wird der Erhaltungsbedarf mit

0,647 MJ pro kg LM^{0,75} festgelegt, wobei Erhaltungsbedarf ME_m und Verwertungskoeffizient k_v über eine Mitscherlich-Funktion gemeinsam ermittelt wurden. Diese drei Angaben der nordirischen Forschergruppe zum Erhaltungsbedarf entsprechen in hohem Maße den vorliegenden eigenen Ergebnissen. AGNEW & YAN (2000) haben als Gründe für den höheren Erhaltungsbedarf einen höheren Proteingehalt des Körpers (als Folge verstärkter Fettmobilisation) und einen höheren Anteil innerer Organe für Verdauung und Stoffwechsel (bedingt durch höhere Futteraufnahme und höheren Aufwand für Stoffwechsel und Blutkreislauf) bei hochleistenden Kühen diskutiert (siehe Einleitung).

Andererseits ist der Verwertungskoeffizient der ME für die Laktation (k_v) mit 0,709 (= 1/1,41) deutlich höher (d.h. der Leistungsbedarf niedriger) als in den angeführten Energiesystemen (*Tabelle 1*). Dies bestätigt den positiven Zusammenhang zwischen Erhaltungsbedarf und Verwertungskoeffizient k_v, wie er auch aus den Literaturdaten abgeleitet wurde (*Abbildung 1*). AGNEW & YAN (2000) sowie AGNEW et al. (2003) haben aus Literaturdaten bzw. Produktionsversuchen Verwertungskoeffizienten von k_v = 0,663 bzw. 0,654 ermittelt. Diese Werte sind höher als die in den derzeitigen Energienormen (*Tabelle 1*), jedoch niedriger als sie in der vorliegenden Untersuchung festgestellt wurden. Als möglicher Grund für die höhere Verwertung ist der höhere Anteil von pansenstabilen Nährstoffen in heutigen Futterrationen denkbar, die geringere Fermentationsverluste durch Pansenmikroben nach sich ziehen. Auch ein relativ geringerer Aufwand für die Kauarbeit bei hohen Futteraufnahmen und intensiver Zerkleinerung ist vorstellbar (SUSENBETH et al. 2004). Als wesentlicher Grund ist allerdings der sehr niedrige Koeffizient des Energie-Gehaltes für die Lebendmasse-Veränderung zu betrachten.

Der Regressionskoeffizient von 17,6 für LMV besagt, dass pro kg Lebendmasse-Zunahme ein ME-Aufwand von nur 17,6 MJ erforderlich war bzw. 1 kg LMV 17,6 MJ ME bei der Mobilisation liefert. Unter Berücksichtigung des in der Gleichung ermittelten Verwertungskoeffizienten k_v von 0,709 wären das 12,5 MJ NEL, was nur etwa der Hälfte des von der

GfE (2001) angegebenen Wertes von 21 MJ entspricht. Nach diesen Ergebnissen ist die LMV kein geeigneter Parameter zur Beschreibung der Energiebilanz bzw. der Charakterisierung von Mobilisation/Retention von Milchkühen. Dies bestätigt auch die Gegenüberstellung der LMV und der errechneten Energiebilanz des vorliegenden Datenmaterials in *Abbildung 3*, die nur ein niedriges R² von 11,4 % und einen großen Restfehler von 15,5 MJ NEL ergibt. Allerdings ist der lineare Regressionskoeffizient von 11,3 (Gleichung 13) dem Wert aus dem multiplen Modell von 12,5 (= 17,6 × 0,709) in Gleichung (12) sehr ähnlich.

Die schwache Beziehung zwischen LMV und Energiebilanz ist auf die bekannten Probleme bei der Feststellung der Lebendmasse zurückzuführen (Füllung des Verdauungstraktes). Weiters ist zu berücksichtigen, dass die Mobilisation und Retention von Körperreserven durch die Veränderung der Lebendmasse nur unzureichend beschrieben werden kann (unterschiedliche Füllung des Verdauungstraktes, Einlagerung von Wasser in Folge von Fetteinschmelzung im Zuge der β-Oxidation, Entwicklung von Fötus und Euter; siehe KIRCHGESSNER 1997, FOX et al. 1999, MARTIN & SAUVANT 2002, LINS et al. 2003). Die Körperkondition zur Beschreibung des Ernährungszustandes (EDMONSON et al. 1989) liegt in diesem Datenmaterial nicht vor.

Da mit dem vorliegenden Modell der Verwertungskoeffizient der ME für die Laktation (k_v) und besonders der Energiegehalt der Lebendmasse-Veränderung offensichtlich nicht ganz zutreffend zu schätzen waren, wurden in einem weiteren Auswertungsschritt jeweils einzelne Koeffizienten (LM^{0,75}, LE, LMV) fixiert bzw. variiert und deren Wirkung auf die beiden anderen Koeffizienten untersucht. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in *Tabelle 4* angeführt.

Die Fixierung des Koeffizienten für LM^{0,75} (0,500 – 0,650) beeinflusst vor allem den Koeffizienten für LE und nicht so sehr den für LMV, ebenso wie sich die Fixierung des Koeffizienten für LE (0,60 – 0,69) auf den Koeffizienten für LM^{0,75} niederschlägt und nicht auf den von LMV. Dabei ist wieder der schon mehrmals festgestellte negative Zusammenhang zwischen Erhaltungsbedarf

Tabelle 4: Einfluss der Fixierung einzelner Koeffizienten für LM^{0,75}, LE, LMV

Fixierung von LM ^{0,75}			Fixierung von LE			Fixierung von LMV		
LM ^{0,75}	LE	LMV	LM ^{0,75}	LE	LMV	LM ^{0,75}	LE	LMV
0,500	0,619	20,1	0,484	0,60	18,6	0,632	0,705	40
0,550	0,647	19,2	0,535	0,63	18,3	0,652	0,710	32
0,600	0,677	18,4	0,581	0,66	18,0	0,591	0,694	24
0,650	0,711	17,5	0,623	0,69	17,7	0,611	0,699	16

und Bedarf für die Milchproduktion aufgetreten (Abbildung 1). Ein niedriger Erhaltungsbedarf führt zu einem hohen Leistungsbedarf (und *vice versa*). Wenn z.B. der Erhaltungsbedarf auf 0,500 MJ ME pro kg LM^{0,75} fixiert wird, ergibt sich ein Verwertungskoeffizient k_1 von 0,619, was den Vorgaben der derzeit gültigen Energiesysteme gut entspricht (Tabelle 1). In ähnlicher Weise führt die Fixierung des Verwertungskoeffizienten k_1 auf 0,60 zu einem Erhaltungsbedarf von 0,484 MJ ME pro kg LM^{0,75}. Doch die statistische Analyse nach dem klassischen Modell nach ARC (1980) hat im Gegensatz dazu einen hohen Erhaltungs- und niedrigen Leistungsbedarf ergeben, was die Schlussfolgerung zulässt, dass die auf diese Weise ermittelten Parameter auch in biologischer Hinsicht zutreffen. Dies vor allem deshalb, da der größte Unsicherheitsfaktor, der Koeffizient für LMV, auf die Variation der Koeffizienten für LM^{0,75} und LE nur geringfügig reagiert und in keinem Fall den erwarteten Wert von 35 – 40 MJ (ca. 21/0,62 – 25,5/0,62) pro kg LMV annimmt.

3.2.2 Berücksichtigung eines höheren Erhaltungsbedarfes mit steigender Milchleistung nach dem Modell nach SCA (1990):

Die Literaturübersicht von AGNEW & YAN (2000) belegt eindeutig, dass der Energie-Erhaltungsbedarf der Kühe in den letzten Jahrzehnten (seit den grundlegenden Arbeiten zum Energiestoffwechsel in Holland (van Es), Großbritannien (Blaxter), USA (Flatt und Mitarbeiter) und Rostock (Schiemann und Mitarbeiter) deutlich angestiegen ist, was mit dem erhöhten Leistungsniveau dieser Tiere erklärt wird (höherer Anteil innerer Organe und höhere Stoffwechselaktivität). Kritisch wird auch angemerkt, dass der Energie-Erhaltungsbedarf nach ARC (1980) in Großbritannien auf der Basis des Grundumsatzes (Hungerstoffwechsel) ermittelt wurde. Eine ausführliche Diskussion dieser Vorgangsweise

zur Schätzung des Energie-Erhaltungsbedarfs in SCA (1990) belegt klar, dass der Erhaltungsbedarf mit der Futteraufnahme ansteigt („nicht-produktiver Energieaufwand“ bzw. „support metabolism“). Die Verwendung des Grundumsatzes zur Schätzung des Energie-Erhaltungsbedarfs wird auch auf Grund der Tatsache kritisch gesehen, dass der Grundumsatz eines Organismus mit der Dauer des Hungerzustandes in Folge von Anpassungsmechanismen zurückgeht. Daraus ist der Schluss zu ziehen, dass ein auf Basis des Grundumsatzes ermittelter Energie-Erhaltungsbedarf den Erhaltungsbedarf von in Produktion stehenden Tieren unterschätzt.

Als weiteres Indiz für einen mit dem Leistungsniveau ansteigenden Energie-Erhaltungsbedarf ist bei ARC (1980, Seite 76) angeführt. Ein steigendes Futterniveau bewirkte eine nicht linear, sondern nur degressiv zunehmende Energie-Retention bei ausgewachsenen Wiederkäuern. Zum gleichen Ergebnis kommt auch die dem neuen Fütterungssystem in Großbritannien (FiM 2004) zu Grunde liegende Auswertung von Respirationsversuchen mit Milchkühen, nämlich dass mit steigender Energieaufnahme keine lineare, sondern eine nur degressiv zunehmende Response an Milchenergie-Output erfolgt (entsprechend dem „Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs nach Mitscherlich“). In beiden Fällen (ARC 1980, FiM 2004) wird diese abnehmende Response als Rückgang des Verwertungskoeffizienten der ME in Nettoenergie (k_g bzw. k_l) interpretiert. Nach SCA (1990) kann genauso eine konstante Verwertung, jedoch ein mit steigender Leistung zunehmender Erhaltungsbedarf vorausgesetzt werden. Dies kann mit einem erhöhten Anteil innerer Organe, welche die höhere Leistung überhaupt erst ermöglichen und deren intensiverer Stoffwechselaktivität

bezüglich Verdauung und Kreislauf physiologisch klar begründet werden. Es ist somit eine Frage der Interpretation und des Standpunktes, ob der mit steigender Leistung verbundene Aufwand im Stoffwechsel dem Bereich der Erhaltung oder der Leistung zugerechnet wird. Der Stoffwechsel ist als Einheit anzusehen und eine Trennung in verschiedene Bereiche von der Bedarfsermittlung her zwar verständlich, jedoch nicht in jedem Fall möglich, zumal zwischen den Bereichen Erhaltung und Leistung gegenseitige Wechselwirkungen bestehen, wie mehrfach gezeigt wurde.

In nachfolgender Gleichung (14) wurde – entsprechend der Vorgangsweise von SCA (1990) – zusätzlich zu den Bedarfskomponenten LM^{0,75}, LE, LMV ein Term ($b_{(LM \times \text{Milch})}$) eingeführt, mit dem der Koeffizient für LM^{0,75} in Abhängigkeit von der Milchleistung (kg) korrigiert wird. Dies ist als Wechselwirkung zwischen Erhaltungs- und Leistungsbedarf zu interpretieren. Der Koeffizient besagt, dass der Energie-Erhaltungsbedarf (MJ ME pro kg LM^{0,75}) um 0,0088 MJ pro kg Milch ansteigt. Dies entspricht 4,5 % der für die Milchproduktion erforderlichen ME ($0,0088 \times 3,2 \text{ MJ LE}/0,62 \times 100 = 4,5 \%$). SCA (1990) veranschlagt einen Wert von 10 %, bei einem allerdings geringeren Erhaltungsbedarf.

Durch diese Vorgangsweise ergibt sich ein noch höherer Energie-Erhaltungsbedarf bei gleichzeitig geringerem Leistungsbedarf. Der niedrige Koeffizient für die Milchproduktion ($0,917 = 1/1,09$) ist physiologisch nicht mehr zu interpretieren, da ein Teil des Energiebedarfs für die Milchproduktion von der Wechselwirkung zwischen Erhaltungs- und Leistungsbedarf übernommen wird. Allerdings zeigen die Ergebnisse, dass der mit steigender Leistung erhöhte Energiebedarf zum Teil der Komponente LM^{0,75} (also dem Erhaltungsbedarf) zugerechnet wird, was durch erhöhten Anteil innerer Organe und intensivere Stoffwechselaktivität bezüglich Verdauung und Kreislauf bei höherer Leistung physiologisch auch begründet werden kann. Der Koeffizient für Lebendmasse-Veränderung änderte sich durch dieses Modell nicht.

$$\text{MEI} = (0,633 + (0,0088 \times \text{Milch})) \times \text{LM}^{0,75} + 1,09 \times \text{LE} + 17,7 \times \text{LMV} \quad (14)$$

$$R^2 = 0.721, \text{ RSD} = 23.9 \text{ MJ (12.0 \%)}$$

3.2.3 Kombination eines gemischten Modelles unter Berücksichtigung der fixen Effekte Rasse, Laktationszahl sowie Laktationsmonat mit dem klassischen Modell nach ARC (1980):

Eine eingehende Analyse der Daten hat gezeigt, dass die Regressionskoeffizienten für $LM^{0,75}$, LE, LMV in Abhängigkeit von der Energiebilanz, der Lebendmasse-Veränderung sowie dem Laktationsstadium sehr unterschiedlich ausgeprägt sind (Tabelle 5). Innerhalb dieser Gruppen ergab sich daher ein höheres R^2 und ein geringerer Restfehler (RSD) des Modells im Vergleich zu Formel 14.

Bei Kühen in negativer Energiebilanz (nach Normen der GfE 2001) ergab sich

ein niedrigerer Erhaltungsbedarf (0,527 MJ pro kg $LM^{0,75}$) als bei Kühen in positiver Energiebilanz (0,666 MJ). Andererseits wiesen sie einen höheren Verwertungskoeffizienten k_1 auf (0,72 bzw. 0,61). Die Energielieferung pro kg LMV bei den Kühen in negativer Energiebilanz ergab einen höheren Wert als die Kosten pro kg LMV für den Energieansatz bei den Kühen in positiver Energiebilanz (9,86 bzw. 4,64 MJ pro kg LMV).

Die Aufteilung der Tiere in eine Gruppe mit negativer und positiver Lebendmasse-Veränderung (Ab- und Zunahme der LM) zeigte nicht den gleichen Einfluss auf die Regressionskoeffizienten wie die Unterteilung der Tiere in solche mit negativer und positiver Energiebi-

lanz. Dies ist ein weiteres Zeichen, dass die LMV kein geeigneter Parameter zur Beschreibung der Mobilisation bzw. Retention ist. Die Koeffizienten für $LM^{0,75}$ und LE sind in beiden Gruppen ähnlich (0,709 und 0,656 MJ pro kg $LM^{0,75}$ sowie 1,33 und 1,45 MJ pro MJ LE). Allerdings unterschieden sich die Koeffizienten für LMV in extremer Weise (27,0 und 9,2 pro kg LMV).

Die Unterteilung der Kühe nach Laktationsmonat (1 – 10) spiegelt im Wesentlichen die Energiebilanz wieder, in der sich die Tiere je nach Laktationsstadium befinden. Im Trend werden die Regressionskoeffizienten für LE mit fortschreitendem Laktationsstadium höher, die Verwertung k_1 also ungünstiger (siehe auch Tiere in negativer und positiver Energiebilanz). Ebenso nehmen die Regressionskoeffizienten für LMV im Laufe der Laktation geringere Werte an. Es fällt auf, dass sich alle Koeffizienten (für $LM^{0,75}$, LE und LMV) ab dem 4. Laktationsmonat nicht mehr ändern, also nach der Phase mit negativer Energiebilanz. Im Gegensatz zu LE und LMV verhalten sich die Regressionskoeffizienten für $LM^{0,75}$ nicht in der Weise, wie von der Energiebilanz her zu erwarten wäre. Sie nehmen im Laufe der Laktation ab, während bei positiver Energiebilanz ein höherer Koeffizient festgestellt wurde.

Abschließend wurde daher versucht, über das klassische Modell nach ARC (1980) hinaus, weitere Einflussfaktoren zu berücksichtigen, welche die Energieverwertung von Milchkühen beeinflussen können, und zwar auf den Ebenen Erhaltungsbedarf, Leistungsbedarf sowie Mobilisation bzw. Retention. Aus diesem Grunde wurden die fixen Effekte Rasse, Laktationszahl und Laktationsmonat in das statistische Modell aufgenommen sowie die Regressionskoeffizienten für $LM^{0,75}$, LE und LMV innerhalb Laktationsmonat geschätzt. Die Ergebnisse sind in Formel (15) sowie in Tabelle 6 und Abbildung 4 dargestellt.

Tabelle 6 und Abbildung 4 zeigen, dass – unter Konstanzhaltung von $LM^{0,75}$, LE und LMV – alle drei in das Modell aufgenommenen fixen Effekte (Rasse, Laktationszahl und Laktationsmonat) zusätzlich einen signifikanten Einfluss auf den Energiebedarf von Milchkühen ausüben. Der Einfluss der Rasse ist als

Tabelle 5: Einfluss von Energiebilanz (EB), Lebendmasse-Veränderung (LMV) sowie Laktationsmonat (Lakmonat) auf die Koeffizienten für $LM^{0,75}$, LE und LMV

	Anzahl	$LM^{0,75}$	LE	LMV	RSD	R^2
Energiebilanz						
EB < 0	11.516	0,527	1,38	9,86	17,4	0,851
EB > 0	13.067	0,666	1,63	4,64	15,2	0,847
Lebendmasse-Veränderung						
LMV < 0	7.428	0,709	1,33	27,03	25,6	0,707
LMV > 0	17.155	0,656	1,45	9,21	23,1	0,719
Laktationsmonat						
Lakmonat = 1	1.379	0,697	1,06	11,58	27,3	0,535
Lakmonat = 2	2.702	0,719	1,23	15,89	24,4	0,667
Lakmonat = 3	3.431	0,633	1,44	12,86	22,5	0,741
Lakmonat = 4	3.865	0,536	1,62	15,95	22,3	0,764
Lakmonat = 5	3.603	0,543	1,67	13,01	21,4	0,771
Lakmonat = 6	3.049	0,546	1,68	8,03	20,8	0,773
Lakmonat = 7	2.073	0,577	1,63	9,61	20,6	0,746
Lakmonat = 8	1.718	0,551	1,67	10,05	19,6	0,767
Lakmonat = 9	1.482	0,538	1,72	10,59	19,8	0,783
Lakmonat = 10	1.281	0,578	1,65	5,56	22,3	0,702

Tabelle 6: Fixe Effekte von Rasse, Laktationszahl (Lakzahl) sowie Laktationsmonat (Lakmonat) auf den Energiebedarf (MEI, MJ) und Regressionskoeffizienten für $LM^{0,75}$ (Lebendmasse^{0,75}), LE (Milchenergie-Output) und LMV (Lebendmasse-Veränderung) innerhalb Laktationsmonat

Rasse	Laktationsmonat	Laktationsstadium	Regressionskoeffizienten für $LM^{0,75}$	LE	LMV
FV -6,15	1	-23,7	1,11	1,01	11,9
BS -5,24	2	-5,9	1,08	1,17	15,3
HF +3,28	3	-0,3	0,99	1,37	12,4
	4	1,9	0,84	1,54	14,6
	5	5,1	0,86	1,59	12,3
	6	5,4	0,86	1,61	7,7
Laktationszahl	7	4,5	0,82	1,56	9,3
1 +0,68	8	4,4	0,77	1,61	9,4
2 – 3 +1,71	9	6,2	0,82	1,66	10,4
≥ 4 -2,39	10	2,3	1,01	1,62	8,0

$$\begin{aligned}
 \text{MEI} &= 197,6 + \text{Rasse} + \text{Lakzahl} + \text{Lakmonat} + \\
 & b_{LM} \times (LM^{0,75} - 126,2) + b_{LE} \times (LE - 80,3) + b_{LMV} \times (LMV - 0,21) \quad (15) \\
 R^2 &= 0,771, \text{ RSD} = 21,7 \text{ MJ (10,9 \%)}
 \end{aligned}$$

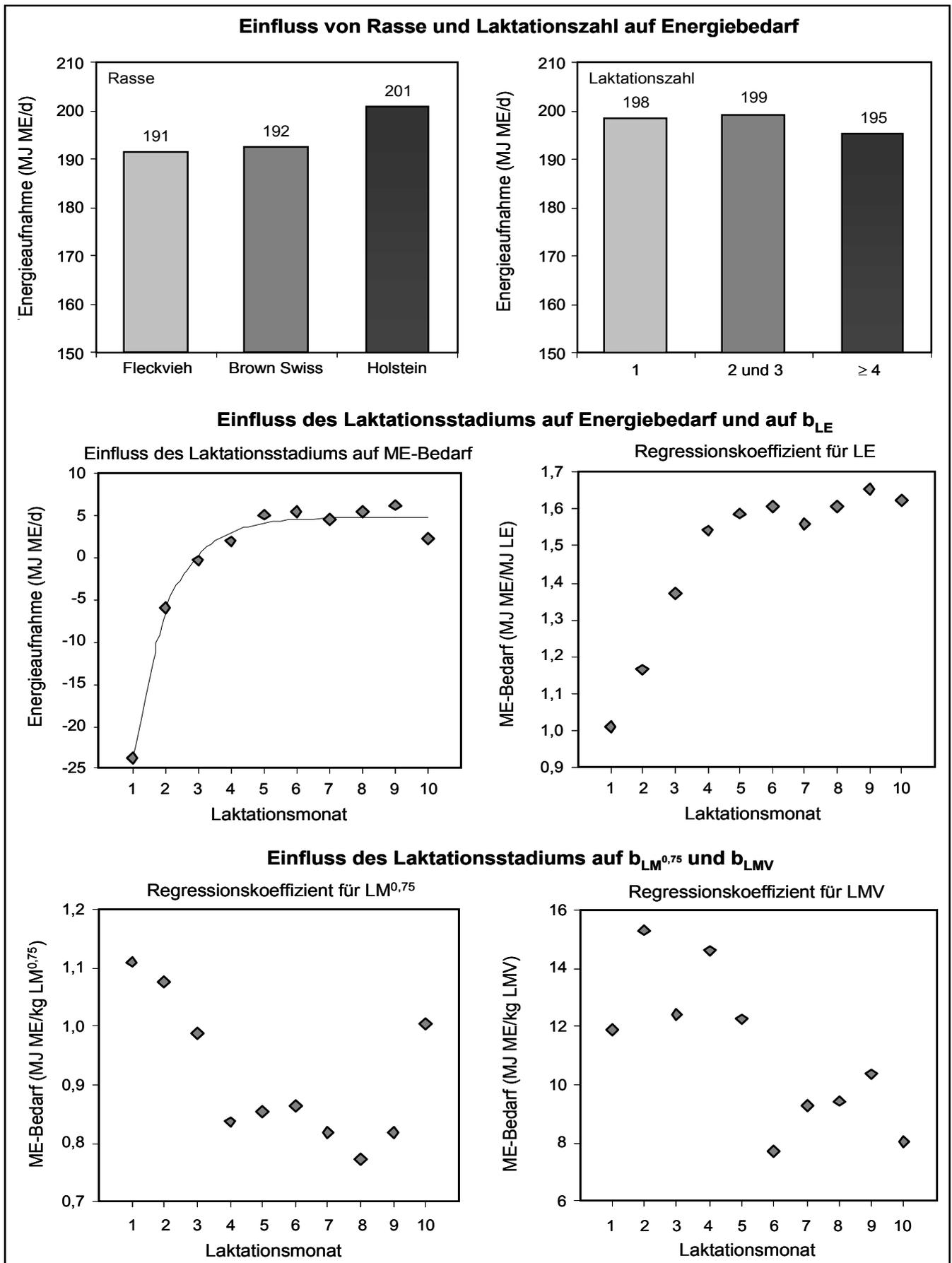


Abbildung 4: Einfluss der fixen Effekte von Rasse, Laktationszahl und Laktationsmonat auf den Energiebedarf sowie Einfluss des Laktationsstadiums auf die Regressionskoeffizienten von $LM^{0,75}$, LE und LMV

Unterschied im Erhaltungsbedarf zu interpretieren, der auf einer höheren Stoffwechselrate und dem hormonellen Status von Tieren mit höherer Leistung beruht (FOX et al. 1992, MÜNGER 1994). Kühe der Rassen Fleckvieh und Holstein unterscheiden sich demnach im Erhaltungsbedarf um 9,4 MJ ME. Der Einfluss der Laktationszahl reflektiert einerseits die unterschiedliche Körperzusammensetzung von Kühen unterschiedlichen Alters, wobei der höhere Erhaltungsbedarf von jüngeren Tieren auf deren höherem Proteingehalt beruht. In Abschnitt 1 wurde festgestellt, dass der Erhaltungsbedarf vor allem eine Folge der Körper-Proteinmasse ist (OLDHAM & EMMANS 1990). Außerdem weisen jüngere Tiere eine höhere Bewegungsaktivität auf, was den Erhaltungsbedarf zusätzlich erhöht. Der Unterschied von Kühen der ersten und der ≥ 4 . Laktation beträgt 3,1 MJ ME.

Einen überaus großen Einfluss auf den Energiebedarf übt das Laktationsstadium aus. Bedingt durch das Fortpflanzungsgeschehen erfährt der Stoffwechsel einer Milchkuh während der Laktation und der anschließenden Trockenstehzeit tiefgreifende, hormonell gesteuerte Veränderungen. Zu Beginn der Laktation (in der Phase höchsten Nährstoffbedarfs und geringster Futteraufnahme) mobilisiert die Kuh Nährstoffe (besonders Fettreserven), um den Bedarf für die Milchsynthese abzudecken. Das zweite Drittel der Laktation ist durch eine relativ ausgeglichene Energiebilanz gekennzeichnet. In der letzten Phase der Laktation und ganz besonders in der Hochträchtigkeit findet eine Retention (Wiederauffüllen) von Nährstoffen statt, die zu Beginn der nächsten Laktation wieder zur Mobilisation bereitstehen, usw.. Das Ausmaß der Mobilisation hängt von der Energieversorgung (Kraftfutteranteil, Grundfutterqualität) und vom Leistungspotenzial der Kuh ab (POND 1984, CHILLIARD 1987, CHILLIARD et al. 1991, CHILLIARD et al. 2000, BELL & BAUMANN 1994, McNAMARA 1994, SCHWAGER-SUTER et al. 2001). Die Ergebnisse in *Abbildung 4* zeigen, dass die Mobilisation vor allem durch das Laktationsstadium abgebildet wird und nicht durch die Lebendmasse-Veränderung. Die Mobilisation ist besonders groß im ersten Laktationsmonat und geht

im 3. Monat in Retention, d.h. positive Energiebilanz über.

Das starke Ausmaß der Mobilisation zu Laktationsbeginn ist auch der Grund für die (scheinbar) hohe Effizienz der Milcherzeugung (k_l) in dieser Phase. Einerseits wird ein gewisser Teil der mobilisierten Nährstoffe (Fett, Protein) direkt in Milch übergeführt, sodass der Beitrag der Nahrungsenergie für die Milcherzeugung tatsächlich geringer ist. Andererseits stößt vielleicht auch die Zuordnung der Nährstoffflüsse über statistische Methoden bei hoher Mobilisation, die nur über LMV erfasst wird, an Grenzen. Die Verwertung der ME für die Milcherzeugung (k_l) ab dem 4. Laktationsmonat beträgt im Durchschnitt 0,626. Dieser Wert entspricht den Literaturdaten in hohem Maße (*Tabelle 1* und *Abbildung 1*).

Es fällt auf, dass gerade in diesen ersten 3 Laktationsmonaten der Regressionskoeffizient für den Erhaltungsbedarf ($LM^{0,75}$) besonders hoch ist. In diesem Abschnitt wurde eine hohe Mobilisation und eine hohe Verwertung (k_l) ermittelt. Dies ist die Phase der höchsten Milchleistung und der Wert bestätigt einleuchtend die Theorie des „support metabolism“ (SCA 1990), dass nämlich mit der Erbringung der Milchleistung ein höherer Erhaltungsbedarf einhergeht, der eine höhere Milchsynthese erst ermöglicht (erhöhter Anteil innerer Organe, intensivere Stoffwechselaktivität bezüglich Verdauung und Kreislauf). Weiters ist auch denkbar, dass der Vorgang der Mobilisation an sich mit einem höheren Erhaltungsbedarf an Energie verbunden ist. Im weiteren Verlauf der Laktation geht der Erhaltungsbedarf zurück, ist jedoch mit 0,828 MJ ME pro kg $LM^{0,75}$ als sehr hoch einzuschätzen, entspricht aber weitgehend dem mit Formel (14) nach dem Modell von SCA (1990) kalkulierten Energiebedarf (0,849 MJ ME). Der Rückgang des Erhaltungsbedarfs in diesem Laktationsabschnitt kann mit zunehmendem Fettgehalt des Körpers begründet werden (AGNEW & YAN 2000).

Auch mit dem vorliegenden Modell ergibt sich ein deutlich unter den Literaturwerten liegender Energiegehalt pro kg LMV bei Mobilisation bzw. Energiebedarf pro kg LMV bei Retention,

der jedoch den auf Basis der beiden anderen Auswertungsmodelle erhaltenen Daten entspricht. Es fällt auf, dass in der ersten Laktationshälfte (bei vorwiegend Lebendmasse-Abnahme) ein höherer Energiegehalt gefunden wurde (im Mittel 13,3 MJ ME pro kg LMV) als in der zweiten (im Mittel 9,0 MJ ME pro kg LMV), in dem vorwiegend Lebendmasse-Zunahme stattfindet. Auch TAMMINGA et al. (1997) sowie AGNEW & YAN (2000) haben darauf hingewiesen, dass sich der Energiegehalt der LMV in Abhängigkeit vom Laktationsstadium stark ändert.

Der Einfluss des Laktationsstadiums auf den Energiebedarf und die Abhängigkeit der Regressionskoeffizienten für $LM^{0,75}$, LE und LMV vom Laktationsstadium bestätigen die bei der Ableitung der Futteraufnahme-Schätzformel gefundenen Gesetzmäßigkeiten (GRUBER et al. 2004). Als Schlussfolgerung aus den vorliegenden Ergebnissen ist festzuhalten, dass der Energie-Erhaltungsbedarf von hochleistenden Kühen höher ist, als in den derzeit angewendeten Energiesystemen, was mit den bei hoher Leistung einhergehenden erforderlichen Stoffwechselaktivitäten für Verdauung und Kreislauf sowie mit einem höheren Anteil innerer Organe eindeutig zu erklären ist, die einen höheren Energiebedarf als Muskelgewebe aufweisen. Es wurde auch eine höhere Verwertung der ME für die Milchleistung (k_l) festgestellt. Allerdings zeigt die nach Laktationsstadium differenzierte Auswertung, dass dies nur in den ersten Laktationsmonaten zutrifft (d.h. bei intensiver Mobilisation). Die Lebendmasse-Veränderung ist kein geeigneter Parameter zur Beschreibung von Mobilisation bzw. Retention und ändert ihren Energiegehalt während der Laktation.

Zusammenfassung

Neuere Versuche mit Hochleistungskühen in Nordirland zeigen (AGNEW et al. 2003), dass – gegenüber den derzeitigen Bedarfsnormen (INRA 1989, AFRC 1993, GfE 2001) – mit einem höheren Energie-Erhaltungsbedarf zu rechnen ist. Daher wurde das derzeitige NEL-System (GfE 2001) an einem umfangreichen Datenmaterial (GRUBER et al. 2004) von Fütterungsversuchen aus 9

Forschungsinstituten in Deutschland, Österreich und der Schweiz validiert, in dem die tatsächliche NEL-Aufnahme dem auf der Grundlage des NEL-Systems (GfE 2001) berechneten NEL-Bedarf in einer linearen Regression gegenüber gestellt wurde. Die Daten weisen eine sehr große Streuung in den tierbezogenen und auch den futterrelevanten Parametern auf (Milch 24.3 ± 8.1 , 2.2 - 60.6 kg/d, Futteraufnahme 18.5 ± 3.5 , 5.4 - 31.6 kg TM/d, NEL-Gehalt 5.9 ± 0.5 , 4.1 - 7.4 MJ/kg TM, Kraftfutteranteil 25.6 ± 17.9 , 0.0 - 81.3 %).

Beziehung zwischen NEL-Bedarf und NEL-Aufnahme:

NEL-Bedarf =

$24.1 + 0.83 \times \text{NEL-Aufnahme (NEL, MJ/d)}$

$R^2 = 0.660$,

MSPE = 316, MPE = 17.8 MJ NEL (14.7 %)

Aufteilung des MSPE:

Bias = 3.7 %, Regression = 10.9 %, Zufall = 85.4 %

Die Gleichung weist auf eine systematische Überschätzung des NEL-Bedarfs hin (\emptyset Bedarf = 124.5 MJ, \emptyset Aufnahme = 121.1 MJ NEL), besonders im niedrigen Leistungsbereich (Intercept = 24.1). Im oberen Bereich der Energieaufnahme wurde dagegen der Bedarf unterschätzt. Der größte Teil der Streuung (85.4 %) ist allerdings auf zufällige (individuelle) Ursachen zurückzuführen (14.7 % der NEL-Aufnahme).

Um mögliche Ursachen dieser Diskrepanz zu erkennen, wurde eine multiple Regression durchgeführt, indem der ME-Bedarf (MJ/d) über die metabolische Lebendmasse ($LM^{0.75}$, kg), die Milchenergieleistung (LE, MJ/d) und die Lebendmasse-Veränderung (LMV, kg/d) ermittelt wurde:

ME-Aufnahme =

$0.648 \times LM^{0.75} + 1.41 \times LE + 17.6 \times LMV$

$R^2 = 0.716$, RSD = 24.1 MJ (12.1 %)

Die Ergebnisse weisen auf einen deutlich höheren Energie-Erhaltungsbedarf hin, als in den gängigen Futterbewertungssystemen zur Zeit festgelegt ist (INRA 1989, AFRC 1993, GfE 2001, NRC 2001), stimmen allerdings mit aktuellen Versuchsergebnissen in Nordirland gut überein ($0.600 - 0.660$ MJ ME/kg $LM^{0.75}$; AGNEW & YAN 2000, AGNEW et al. 2003). Die Verwertung der ME für die Milchproduktion ist ebenfalls höher ($k_1 = 1/1.41 = 0.71$). AGNEW & YAN

(2000) und AGNEW et al. (2003) haben ein k_1 von 0.64 - 0.69 festgestellt. Am deutlichsten weicht der Energiegehalt der Mobilisation/Retention von Körperreserven ($17.6 \times 0.71 = 12.5$ MJ/kg) von den üblichen Annahmen ab (21 - 25 MJ, GfE 2001).

In einem weiteren Auswertungsschritt wurde der Erhaltungsbedarf an die Milchleistung gekoppelt, wie dies auch im australischen Energiesystem durchgeführt wird (SCA 1990).

MEI = $(0.633 + (0.0088 \times \text{Milch})) \times LM^{0.75} + 1.09 \times LE + 17.7 \times LMV$

$R^2 = 0.721$, RSD = 23.9 MJ (12.0 %)

Die Ergebnisse zeigen, dass der mit steigender Leistung erhöhte Energiebedarf zum Teil der Komponente $LM^{0.75}$ (also dem Erhaltungsbedarf) zugerechnet wird, was durch erhöhten Anteil innerer Organe und intensivere Stoffwechselaktivität bezüglich Verdauung und Kreislauf bei höherer Leistung physiologisch auch begründet werden kann.

Abschließend wurden, über das klassische Modell nach ARC (1980) hinaus, weitere Einflussfaktoren berücksichtigt, welche die Energieverwertung von Milchkühen beeinflussen können, und zwar auf den Ebenen Erhaltungsbedarf, Leistungsbedarf sowie Mobilisation bzw. Retention. Aus diesem Grunde wurden die fixen Effekte *Rasse*, *Laktationszahl* und *Laktationsmonat* in das statistische Modell aufgenommen sowie die Regressionskoeffizienten für $LM^{0.75}$, LE und LMV innerhalb *Laktationsmonat* geschätzt. Der Einfluss des Laktationsstadiums auf den Energiebedarf und die Abhängigkeit der Regressionskoeffizienten für $LM^{0.75}$, LE und LMV vom Laktationsstadium bestätigen die bei der Ableitung der Futteraufnahme-Schätzformel gefundenen Gesetzmäßigkeiten (GRUBER et al. 2004). Als Schlussfolgerung aus den vorliegenden Ergebnissen ist festzuhalten, dass der Energie-Erhaltungsbedarf von hochleistenden Kühen höher ist, als in den derzeit angewendeten Energiesystemen, was mit den bei hoher Leistung einhergehenden erforderlichen Stoffwechselaktivitäten für Verdauung und Kreislauf sowie mit einem höheren Anteil innerer Organe eindeutig zu erklären ist, die einen höheren Energiebedarf als Muskelgewebe aufweisen. Es wurde

auch eine höhere Verwertung der ME für die Milchleistung (k_1) festgestellt. Allerdings zeigt die nach Laktationsstadium differenzierte Auswertung, dass dies nur in den ersten Laktationsmonaten zutrifft (d.h. bei intensiver Mobilisation). Die Lebendmasse-Veränderung ist kein geeigneter Parameter zur Beschreibung von Mobilisation bzw. Retention und ändert ihren Energiegehalt während der Laktation.

Literatur

- AFRC (Agricultural Food and Research Council), 1993: Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, UK, 159 S.
- ARC (Agricultural Research Council), 1980: The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Technical Review by an Agricultural Research Council Working Party. CAB, Farnham Royal, England, 351 S.
- AGNEW, R.E. und T. YAN, 2000: Impact of recent research on energy feeding systems for dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 66, 197-215.
- AGNEW, R.E., T. YAN, J.J. MURPHY, C.P. FERRIS und F.J. GORDON, 2003: Development of maintenance energy requirement and energetic efficiency for lactation from production data of dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 82, 151-162.
- BALDWIN, B.R., N.E. FORSBERG und C.Y. HU, 1985: Potential for altering partition in the lactating cow. *J. Dairy Sci.* 68, 3394-3402.
- BELL, A.W. und D.E. BAUMAN, 1994: Animal models for the study of adipose regulation in pregnancy and lactation. In: Nutrient Regulation during Pregnancy, Lactation, and Infant Growth. L. Allen et al. (eds.), Plenum Press, New York, 71 f.
- BIBBY, J. und H. TOUTENBURG, 1977: Prediction and Improved Estimation in Linear Models. John Wiley & Sons, 188 S.
- CHILLIARD, Y., 1987: Literature survey: body composition and lipid metabolism in adipose tissues and liver during pregnancy and lactation. *Reprod. Nutr. Develop.* 27, 327-398.
- CHILLIARD, Y., M. CISCÉ, R. LEFAIVRE und B. REMOND, 1991: Body composition of dairy cows according to lactation stage, somatotropin treatment, and concentrate supplementation. *J. Dairy Sci.* 74, 3103-3116.
- CHILLIARD, Y., A. FERLAY, Y. FAULCONNIER, M. BONNET, J. RUEL und F. BOCQUIER, 2000: Adipose tissue metabolism and its role in adaptations to undernutrition in ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 59, 127-134.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 212 S.
- EDMONSON, A.J., I.J. LEAN, L.D. WEAVER, T. FARVER und G. WEBSTER, 1989: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.

- FiM (Feed into Milk Consortium), 2004: Feed into Milk. A new applied feeding system for dairy cows. An advisory manual. Ed. C. Thomas. Nottingham University Press, 68 S.
- FOX, D.G., C.J. SNIFFEN, J.D. O'CONNOR, J.B. RUSSELL und P.J. Van SOEST, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: 3. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.* 70, 3578-3596.
- FOX, D.G., M.E. Van AMBURGH und T.P. TY-LUTKI, 1999: Predicting requirements for growth, maturity and body reserves of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 82, 1968-1977.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, No. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Frankfurt/Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).
- 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 Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.
- HARVEY, W.R., 1987: User's Guide for Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Ohio State University, USA, 59 S.
- 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.
- JOHNSON, D.E., K.A. JOHNSON und R.L. BALDWIN, 1990: Changes in liver and gastrointestinal tract energy demands in response to physiological work load in ruminants. *J. Nutr.* 120, 649-655.
- KIRCHGESSNER, M., 1997: Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. Verlagsunion Agrar, 10. Auflage, 582 S.
- LINS, M., L. GRUBER und W. OBRITZHAUSER, 2003: Zum Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung auf Futteraufnahme, Körpermasse und Körperkondition sowie Milchleistung und Stoffwechsel von Milchkühen. *Übers. Tierernährg.* 31, 75-120.
- MARTIN, O. und D. SAUVANT, 2002: Metaanalysis of input/output kinetics in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 3363-3381.
- McNAMARA, J.P., 1994: Lipid metabolism in adipose tissue during lactation: a model of a metabolic control system. *J. Nutr.* 124, 1383-1391.
- MENKE, K.-H. und W. HUSS, 1987: Tierernährung und Futtermittelkunde. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Auflage, 424 S.
- MÜNGER, A., 1994: Effizienzvergleiche bei unterschiedlichen Milchviehtypen. *Agrarforschung* 1, 389-392.
- NRC (National Research Council), 2001: Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th Edition). National Academy Press, Washington, D.C., 381 S.
- OLDHAM, J.D. und G.C. EMMANS, 1990: Animal performance as the criterion for feed evaluation. In: J. Wiseman & D.J.A. Cole (Eds.), *Feedstuff Evaluation*, Butterworth, London, 73-90.
- POND, C.M., 1984: Physiological and ecological importance of energy storage in the evolution of lactation. Evidence for a common pattern of anatomical organisation of adipose tissue in mammals. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 51, 1-32.
- SAS Institute Inc., 1999: SAS/STAT® User's Guide, Version 8, Cary, NC, 3884 S.
- SCA (Standing Committee on Agriculture – Ruminants Subcommittee), 1990: Feeding Standards for Australian Livestock – Ruminants. CSIRO Publications, Australia, 266 S.
- SCHWAGER-SUTER, R., C. STRICKER, D. ERDIN und N. KÜNZI, 2001: Quantification of changes in body weight and body condition scores during lactation by modelling individual energy balance and total net energy intake. *Anim. Sci.* 72, 325-334.
- STATGRAPHICS Plus 5, 2000: Manugistics Leveraged Intelligence. User Manual. Maryland, USA.
- SUSENBETH, A., T. DICKEL, K.-H. SÜDEKUM, W. DROCHNER und H. STEINGASS, 2004: Energy requirements of cattle for standing and for ingestion, estimated by a ruminal emptying technique. *J. Anim. Sci.* 82, 129-136.
- TAMMINGA, S., P.A. LUTEIJN und R.G.M. MEIJER, 1997: Changes in composition and energy content of liveweight loss in dairy cows with time after parturition. *Livest. Prod. Sci.* 52, 31-38.

Fütterung von getrockneter Getreideschlempe in der Milchproduktion

M. URDL*, A. SCHAUER*, J. HUBER** und L. GRUBER*

Einleitung und Übersicht

Mit der Inbetriebnahme des Bioethanolwerkes der Firma Agrana in Pischelsdorf (NÖ) fällt als Koppelprodukt der Treibstoffproduktion Schlempe in großen Mengen an. Nach der Trocknung steht diese als eiweißreiches Futtermittel für landwirtschaftliche Nutztiere, insbesondere für Rinder, zur Verfügung. Es wird damit gerechnet, ca. 140.000 t getrocknete Getreideschlempe (ActiProt®) auf den Markt zu bringen.

Der Einsatz von Trockenschlempe aus der Alkoholerzeugung in der Fütterung von Nutztieren wird seit geraumer Zeit in einigen Ländern praktiziert, wobei hauptsächlich Versuchsergebnisse und Studien aus den USA vorliegen, wo fast ausschließlich Mais als Rohstoff verwendet wird. In Österreich wurden bisher zwei Projekte mit getrockneter Getreideschlempe (DDGS – distillers drier grains with solubles) durchgeführt (URDL et al. 2006a, ETTLE 2007). Die bei diesen Versuchen eingesetzte Trockenschlempe aus der Brennerei Starrein (Starprot®) wird in relativ geringen Mengen am Markt angeboten. Zusätzlich können Schlempen erhebliche Variationen in der Konsistenz, den Eigenschaften und dem Nährstoffgehalt aufweisen. Ursachen für die Schwankungen können durch den in der Ethanolherzeugung eingesetzten Rohstoff (Weizen, Roggen, Mais, Weizen/Gerste-Gemische), den Anteil der den Futtermitteln rückgeführten Dünnschlempe (dried solubles), die Dauer bzw. Vollständigkeit des Fermentationsprozesses und den Trocknungsvorgang verursacht werden (Abbildung 1). Des Weiteren ist bekannt, dass die Feinbestandteile (solubles) als ein Hauptbestandteil der DDGS bedeutende Variationen in der Zusammensetzung aufweisen können (Van HORN et al. 1985, BELYEA et al. 1989, BELYEA et al. 1998, SPIEHS et al. 2002, BELYEA et

al. 2004). Im Hochleistungsbereich kann das eher ungünstige Aminosäuremuster von Weizenschlempe zu Begrenzungen der Einsatzmenge in den Rationen führen (OWEN und LARSON 1991, SPIEKERS et al. 2006).

Da Trockenschlempen als Alternative zum herkömmlichen Eiweißfuttermittel Sojaextraktionsschrot Einsatz finden sollen, zeigt die Übersicht in *Tabelle 1* einen Vergleich der wichtigsten Parameter zur Bestimmung des Futterwertes.

Die unterschiedlichen Gehalte des Ausgangsrohstoffs bedingen für Maischlempe höhere Rohfett- und niedrigere Rohproteingehalte gegenüber Weizenschlempe. Deshalb sollte im Sprachgebrauch und im Handel nie die Bezeichnung Getreideschlempe alleine Verwendung finden, sondern immer von Mais- oder Weizenschlempe (in Deutschland zusätzlich Roggenpressschlempe) gesprochen werden.

Hygienisch-mikrobiologisch relevant ist bei Trockenschlempen die Belastung des

Ausgangsgetreides mit Mykotoxinen. Auf Grund des Produktionsprozesses findet in den getrockneten Schlempen eine Anreicherung von Inhaltsstoffen um den Faktor 2 bis 3 statt. Aufgrund dieser Tatsache wird neben der erwünschten Steigerung des Rohproteingehalts bei kontaminiertem Weizen oder Mais auch der Gehalt an fusarienspezifischen Pilzgiftstoffen erhöht.

Im Folgenden werden Zwischenergebnisse eines Kooperationsprojektes der LK Niederösterreich und der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH zur Fütterung von getrockneter Getreideschlempe in der Milchproduktion präsentiert.

Material und Methoden

Die Versuchsdauer des Fütterungsversuches betrug 13 Wochen, wobei die erste Woche der Anpassung der Tiere an die neue Ration dienen sollte und die Erhebungen in den restlichen 12 Wochen stattfanden. 36 Kühe der Milchviehherde

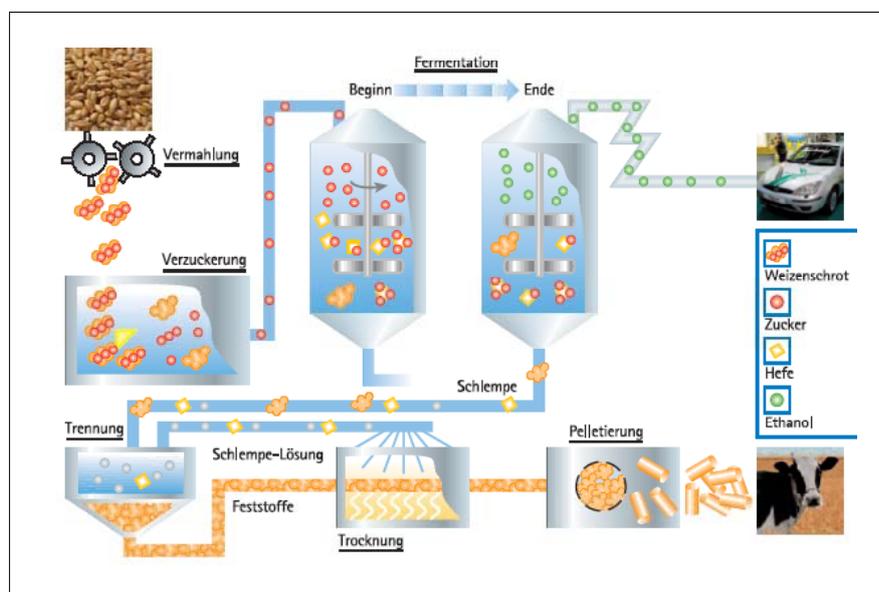


Abbildung 1: Herstellungsprozess von getrockneter Getreideschlempe (SÜD-ZUCKER 2006)

Autoren: * Dipl.-Ing. Marcus URDL, Ing. Anton Schauer und Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER, Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING; email: marcus.urd1@raumberg-gumpenstein.at

** Ing. Josef HUBER, Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, Rottenhauserstraße 32, A-3250 WIESELBURG

Tabelle 1: Futterwertparameter von getrockneter Weizenschlempe im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (adaptiert nach WIEDNER 2007)

		Weizenschlempe ¹⁾	Sojaextraktionsschrot ²⁾
Trockenmasse [TM]	g/kg FM	924	880
Nährstoffe			
Rohprotein [XP]	g/kg TM	370	510
Rohfett [XL]	g/kg TM	60	15
Rohfaser [XF]	g/kg TM	64	67
Rohasche [XA]	g/kg TM	58	67
Neutrale Detergenzienfaser [NDF]	g/kg TM	501	163
Saure Detergenzienfaser [ADF]	g/kg TM	136	104
Lignin [ADL]	g/kg TM	60	8
nutzbares Rohprotein [nXP]	g/kg TM	265	308
Unabgebautes Rohprotein [UDP]	% des XP	40 ³⁾	35
Ruminale Stickstoffbilanz [RNB]	g/kg TM	+17	+32
Energiekonzentration			
Umsetzbare Energie [ME]	MJ/kg TM	12,20	13,75
Nettoenergie Laktation [NEL]	MJ/kg TM	7,41	8,63
Mengenelemente			
Calcium [Ca]	g/kg TM	1,3	3,2
Phosphor [P]	g/kg TM	10,0	7,2
Magnesium [Mg]	g/kg TM	3,6	2,8
Kalium [K]	g/kg TM	14,0	18,0
Natrium [Na]	g/kg TM	4,1	0,2
Verdaulichkeit der Rohnährstoffe ⁴⁾			
VQ Rohprotein	%	77	91
VQ Rohfett	%	87	68
VQ Rohfaser	%	50 (47 bis 56)	82
VQ N-freie Extraktstoffe	%	78	94
VQ Organische Masse	%	76	91
Aminosäuregehalte ⁵⁾			
Lysin	g/kg TM	7,4	26,4
	(% des XP)	(2,20)	(6,02)
Methionin + Cystin	g/kg TM	11,7	12,3
	(% des XP)	(3,50)	(2,81)
Threonin	g/kg TM	10,0	17,1
	(% des XP)	(3,01)	(3,90)
Tryptophan	g/kg TM	3,3	5,9
	(% des XP)	(0,96)	(1,36)
Trockenmasseabbau in-situ ⁶⁾			
Abbaurrate (c)	%/h	4,7	6,8
Potentielle Abbaubarkeit (a + b)	%	86,9	97,3

¹⁾ FML Rosenau 2007 (Probe ActiProt®)²⁾ DLG 1997³⁾ SPIEKERS et al. 2006⁴⁾ LOSAND et al. 2007 (Weizenschlempe) und DLG 1997 (Sojaextraktionsschrot)⁵⁾ DEGUSSA 2005⁶⁾ GRUBER et al. 2005

(17 Fleckvieh, 13 Braunvieh, 6 Holstein) der BVW Wieselburg wurden anhand ihrer Milchleistungen (ECM-Menge und Inhaltsstoffe) und ihres Laktationsstandes in drei weitgehend äquivalente Gruppen eingeteilt.

Das Grundfutter wurde als Mischration verfüttert. Diese bestand aus (Trockenmasse-Basis) 50 % Grassilage, 35 % Maissilage, 10 % Heu und 5 % Stroh. Die tierindividuelle Grundfutturvorgabe erfolgte mittels Futtermischwagen (Einwaage, inklusive einer erwarteten Rückwaage von ca. 10 %). Die Rückwaage der Futterreste erfolgte mittels

DataRanger. Ausgehend von einer möglichen Milchleistung aus dem Grundfutter von 10,5 kg (Rationskalkulation mit Futteranalysen der Komponenten) wurde pro darüber hinausgehendem kg Milch mittels Transponderfütterung 0,5 kg Kraftfutter (Frischmasse-Basis) verabreicht. Das Kraftfutter setzte sich aus Energieträgern (50 % Gerste, 15 % Mais, 15 % Weizen, 10 % Trockenschrot, 10 % Weizenkleie) und Proteinträgern zusammen. Die Proteinfuttermittel stellten die Versuchsfrage dar:

- Kontrollgruppe **KG**: 55 % Rapsextraktionsschrot, 30 % Sojaextraktions-

schrot HP, 15 % Erbse

- Versuchsgruppe **V50**: 50 % Kontroll-Kraftfutter und 50 % Versuchs-Kraftfutter der Gruppe V100
- Versuchsgruppe **V100**: 98 % getrocknete Getreideschlempe (deutscher Herkunft), 2 % Harnstoff

Harnstoff wurde verwendet, um die negative ruminale Stickstoffbilanz (hervorgerufen durch den hohen UDP-Anteil der Getreideschlempe) auszugleichen. Die Kraftfutter sollten im Gehalt an nutzbarem Rohprotein und Nettoenergie Laktation möglichst gleich sein (180 g nXP, 7,85 MJ NEL). In *Tabelle 2* sind die Zusammensetzung und der errechnete Nährstoffgehalt der zwei Kraftfuttermischungen aufgelistet. Da nur zwei Kraftfuttersilos zur Verfügung standen, erhielten die Tiere der Gruppe V50 die ihnen zugeteilte Kraftfuttermenge je zur Hälfte aus dem ersten (Kontrolle) und dem zweiten Silo (V100), um eine Eiweißversorgung über die Trockenschlempe von ca. 50 % zu erhalten.

Die Versuchstiere wurden alle zwei Wochen gewogen. Die Milchleistung wurde täglich ermittelt. Milchproben wurden zwei Mal pro Woche zu jeder Melkung (morgens und abends) gezogen und die Milchhaltsstoffe im Milchprüflabor in Gmünd (NÖ) ermittelt. Die Futtermittelanalysen erfolgten im Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (2003). Die Varianzanalyse erfolgte mittels der Prozedur GLM wobei der fixe Effekt der „Gruppe“ und die Kovariable „Milchleistung vor Versuchsbeginn“ in das Modell integriert wurden. Paarweise Mittelwertvergleiche erfolgten nach dem Tukey-Kramer-Verfahren.

Ergebnisse und Diskussion

In *Tabelle 3* ist der durchschnittliche Nährstoffgehalt der Futtermittel angegeben. Die Mischration aus Gras- und Maissilage, Heu und Stroh wies im Mittel 14 % Rohprotein und 25 % Rohfaser auf. Der Energiegehalt lag knapp über 6,0 MJ NEL pro kg Trockenmasse. In der Kraftfuttermischung der Kontrollgruppe wurde ein Eiweißgehalt von 171 g XP/kg TM festgestellt. Dieser lag um 5 % niedriger als kalkuliert.

Tabelle 2: Zusammensetzung (% FM) und errechneter Nährstoffgehalt der Versuchskraftfutter

		KG	V100
Zusammensetzung			
Gerste	%	39,5	39,5
Mais	%	11,9	11,9
Trockenschnitzel	%	7,9	7,9
Weizen	%	11,9	11,9
Weizenkleie	%	8,3	7,9
Rapsextraktionsschrot	%	10,9	–
Sojaextraktionsschrot (HP)	%	5,6	–
Erbse	%	3,0	–
Weizenschlempe	%	–	19,4
Harnstoff	%	–	0,4
Viehsalz	%	0,3	0,4
Futterkalk	%	0,6	0,9
Rimin Uni	%	0,3	–
Nährstoffgehalt			
XP	g/kg TM	180	181
XL	g/kg TM	25	34
XF	g/kg TM	74	69
XX	g/kg TM	683	679
NEL	MJ/kg TM	7,92	7,81
nXP	g/kg TM	180	181
UDP	% des XP	28,8	31,6
RNB	g/kg TM	0,13	0,00

Tabelle 3: Nährstoffgehalt der Futtermittel

		Grundfutter Mischration	KG	Kraftfutter V100
Trockenmasse	g/kg FM	459	889	895
Nährstoffe				
XP	g/kg TM	137	171	181
XL	g/kg TM	30	30	34
XF	g/kg TM	252	60	58
XX	g/kg TM	503	693	682
XA	g/kg TM	77	46	46
NDF	g/kg TM	543	367	354
ADF	g/kg TM	344	96	82
ADL	g/kg TM	56	24	23
nXP	g/kg TM	133	182	190
UDP	% des XP	16,5	28,8	31,6
RNB	g/kg TM	+0,7	-1,8	-1,4
Energiekonzentration				
ME	MJ/kg TM	10,12	13,20	13,42
NEL	MJ/kg TM	6,03	8,28	8,45
Mengenelemente				
Ca	g/kg TM	6,2	5,5	5,3
P	g/kg TM	3,0	5,6	5,3
Mg	g/kg TM	2,0	2,5	2,2
K	g/kg TM	22,2	9,9	8,8
Na	g/kg TM	1,24	2,22	2,55
Spurenelemente				
Mn	mg/kg TM	84	43	48
Zn	mg/kg TM	29	58	46
Cu	mg/kg TM	6,6	8,8	6,6

Das Versuchskraftfutter entsprach mit 181 g Rohprotein je kg Trockenmasse genau den Planungen. Im Kraftfutter der Kontrollgruppe wurde ein Gehalt von 182 g nutzbarem Rohprotein je kg TM festgestellt, im V100-Kraftfutter waren es 190 g nXP. Die Energiekonzentration der beiden Kraftfutter war mit 8,3 MJ NEL

(Kontroll-KF) und etwas unter 8,5 MJ NEL/kg Trockenmasse (Versuchs-KF) auf gleichem Niveau. In *Tabelle 4* sind die Ergebnisse des Fütterungsversuches angeführt. Die Nährstoffaufnahme wurde anhand der Analysenwerte der Futtermittel berechnet.

Die Grund- und Gesamtfutteraufnahme der Weizenschlempe-Gruppen lag tendenziell (jedoch nicht signifikant, $P = 0,107$ bzw. $P = 0,233$) über der Kontrollgruppe (12.5, 13.9 und 14.1 kg TM Grundfutter bzw. 19.8, 21.0 und 21.3 kg TM Gesamtfutter). Wie beabsichtigt, traten in der Kraftfutteraufnahme keine Unterschiede auf (7.3, 7.0 und 7.2 kg TM in den Gruppen KG, V50 bzw. V100). Die höhere Aufnahme an Energie (NEL) und Protein (XP, nXP) sind somit im Wesentlichen auf die höhere Aufnahme der GF-Mischration zurückzuführen. Die ruminale Stickstoffbilanz war bei der KG-Gruppe signifikant niedriger im Vergleich zur V100-Gruppe (-9,46 zu -5,40 g/Tier und Tag, $P = 0,005$). Wie zu erwarten war, wurden signifikante Unterschiede in den UDP-Werten festgestellt. In der Gesamtration lag der Anteil unabgebauten Rohproteins bei der Kontrollgruppe bei 21,6 %, während die Versuchsgruppe mit Schlempe als einzigem Eiweißträger im Kraftfutter 22,6 % aufwies.

Bei den Milchleistungsparametern zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen. Die durchschnittliche Milchmengenleistung über die gesamte Versuchsdauer lag bei 26,8 kg. Der numerisch um 1,4 kg deutlich höhere Wert energiekorrigierter Milch der Schlempegruppe V100 (28,2 kg ECM) gegenüber der Raps/Soja/Erbse-Kontrollgruppe (26,8 kg ECM) ergibt sich aus dem Unterschied im Eiweiß- und Fettgehalt der Gruppen (*Abbildungen 2 und 3*). Die höchsten Milchhaltsstoffe wurden in der V50-Gruppe mit 3,63 % Eiweiß und 4,17 % Fett erzielt ($P = 0,20$). Bei der täglichen Milchfett- und Milcheiweißproduktion traten ebenfalls keine statistisch abzusichernden Differenzen zwischen den Gruppen auf. Im Versuchsdurchschnitt wurden pro Tier und Tag 1,06 kg Milchfett und 0,94 kg Milcheiweiß gebildet.

Im Versuch von ETTLE (2007) lag die durchschnittliche Gesamtfutteraufnahme (aufgewertete Grundration plus Leistungskraftfutter) bei knappen 21 kg Trockenmasse je Tier und Tag. Dies ist im Einklang mit den 20,7 kg TM (über alle Gruppen) in der vorliegenden Untersuchung, die mit der gleichen Milchviehherde am selben Versuchs-

Tabelle 4: Ergebnisse des Fütterungsversuches mit Milchkühen

		KG	V50	V100	s _e	P-Wert
Futteraufnahme						
Mischration	kg TM	12,48	13,90	14,10	1,77	0,107
Kraftfutter	kg TM	7,28	7,01	7,16	1,25	0,897
Gesamtfutter ¹⁾	kg TM	19,80	20,95	21,27	1,95	0,233
Nährstoffaufnahme						
XP	g	2934	3121	3201	287	0,200
nXP	g	2993	3163	3237	295	0,180
RNB	g	-9,46 ^a	-6,58 ^{ab}	-5,40 ^b	2,59	0,005
NEL	MJ	136,5	143,5	146,2	13,4	0,261
Nährstoffkonzentration ²⁾						
XP	g/kg TM	148 ^a	149 ^{ab}	151 ^b	2	0,045
XL	g/kg TM	31 ^a	31 ^b	32 ^c	0	< 0,001
XF	g/kg TM	182	186	186	10	0,600
XX	g/kg TM	574	567	565	10	0,144
NDF	g/kg TM	479	481	479	10	0,871
ADF	g/kg TM	255	259	256	14	0,851
ADL	g/kg TM	45	46	46	2	0,785
nXP	g/kg TM	151	151	152	3	0,435
UDP	% XP	21,6 ^a	22,0 ^{ab}	22,6 ^b	0,8	0,026
RNB	g/kg TM	-0,44 ^a	-0,30 ^b	-0,24 ^b	0,11	0,001
NEL	MJ/kg TM	6,87	6,85	6,88	0,12	0,845
Milchleistung						
Milchmenge	kg	26,91	26,16	27,17	3,41	0,782
Fettgehalt	%	3,87	4,17	4,08	0,36	0,196
Fett	kg	1,01	1,08	1,10	0,14	0,313
Eiweißgehalt	%	3,47	3,63	3,55	0,19	0,199
Eiweiß	kg	0,92	0,95	0,95	0,11	0,732
Laktosegehalt	%	4,83	4,77	4,85	0,12	0,310
ECM	kg	26,84	27,64	28,21	3,22	0,627

¹⁾ inkl. Mineral- und Wirkstoffe

²⁾ der Gesamtration

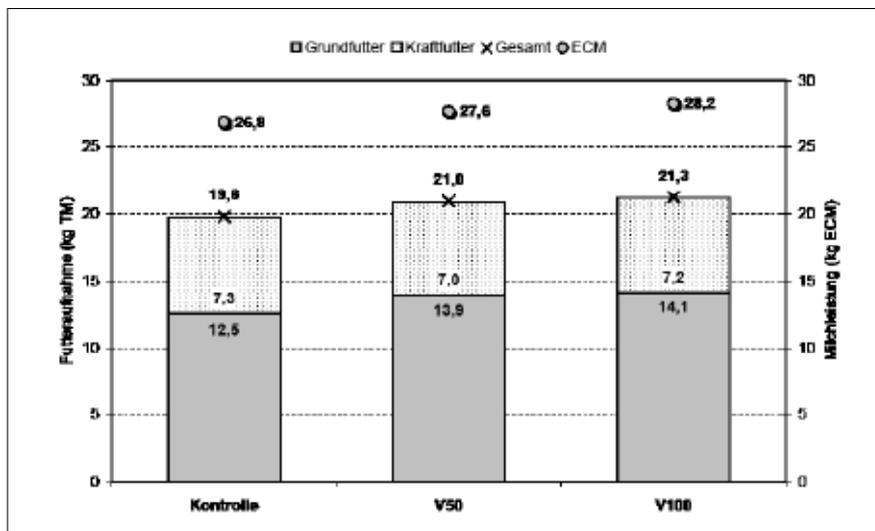


Abbildung 2: Futteraufnahme und Milchleistung des Fütterungsversuches mit Milchkühen

standort durchgeführt wurde. Auch in der Milchleistung waren die Niveaus bei beiden Experimenten annähernd gleich. Während bei ETTLE (2007) die Gruppe mit Sojaextraktionsschrot als Eiweißkomponente des Leistungskraftfutters numerisch (jedoch nicht signifikant) der Weizenschlempe-Gruppe leicht überlegen war (26,9 zu 26,2 kg Milch),

zeigte sich in beim aktuellen Versuch das umgekehrte Bild (26,9 kg Milch in der Kontrollgruppe und 27,2 kg in der Versuchsgruppe V100, P=0,782). Ebenso ist die Milcheiweißproduktion in den zwei Untersuchungen vergleichbar (0,96 kg bei ETTLE (2007) und 0,94 kg je Tier und Tag in diesem Fütterungsversuch). In einem früheren Versuch mit Starprot[®]

Weizen (URDL et al. 2006a) zeigten sich bei ähnlichen Zusammensetzungen der Kraftfutter ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Futteraufnahme und Milchleistung zwischen der Gruppe mit Sojaextraktionsschrot (Kontrolle) und der Versuchsgruppe mit der Trockenschlempe (20,9 kg TM Gesamtfutter je Tier und Tag in beiden Gruppen; 26,2 kg bzw. 26,0 kg Milch). Weitere Versuche zum Einsatz von Schlempe aus Weizen und Roggenpressschlempe bei Milchkühen wurden von DUNKEL (2005) bzw. ENGELHARD (2005) durchgeführt. In beiden Experimenten zeigten sich vergleichbare Leistungsniveaus in den Gruppen mit Schlempe zu den Kontrollgruppen.

Die gleich bleibende Gesamtfutteraufnahme beim Einsatz von Trockenschlempe im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot deckt sich mit Ergebnissen amerikanischer Studien (bspw. POWERS et al. 1995, KLEINSCHMIT et al. 2005 und ANDERSON et al. 2006). Bezüglich der Milchleistung existieren in der Literatur widersprüchliche Aussagen. Beispielsweise wird bei NICHOLS et al. (1998) und LIU et al. (2000) von keinen statistisch gesicherten Differenzen berichtet, während OWEN und LARSON (1991), KLEINSCHMIT et al. (2005) und ANDERSON et al. (2006) höhere Milchleistungen der Schlempe-Gruppen verzeichnet haben. Die Versuche in den USA wurden mit Maistrockenschlempe durchgeführt. Eine umfassende Literaturübersicht findet sich bei URDL et al. (2006b).

Zusammenfassung

In einem einfaktoriellen Fütterungsversuch wurde der Effekt von getrockneter Weizenschlempe im Vergleich zu herkömmlichen Proteinträgern im Kraftfutter (Rapsextraktionsschrot/Sojaextraktionsschrot/Erbse) auf die Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen untersucht. Tiere der Gruppe mit Schlempe als alleiniger Eiweißkomponente verzehrten etwas mehr Grundfutter als jene der Kontrollgruppe. Die Kraftfutteraufnahme differierte nicht zwischen den Versuchsgruppen. Es traten weder signifikante Unterschiede bei der Milchmengenleistung noch den Milchhaltsstoffen auf.

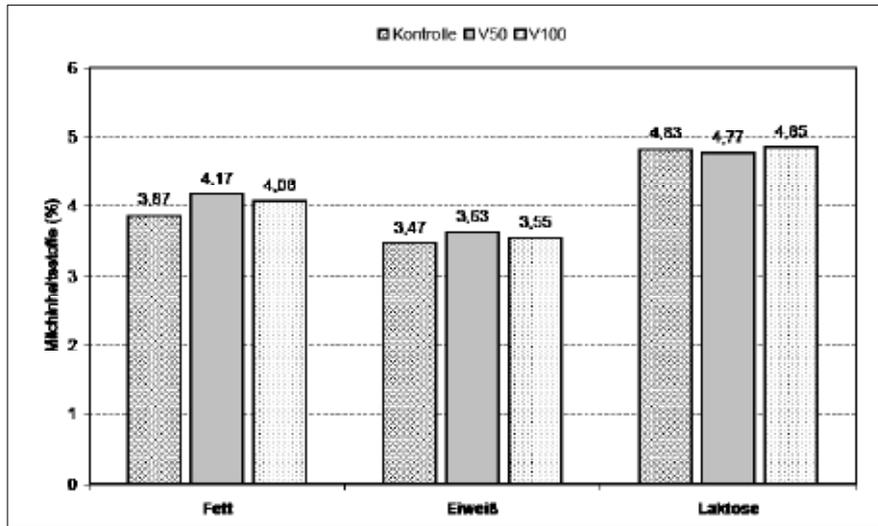


Abbildung 3: Milchinhaltstoffe im Fütterungsversuch mit Milchkühen

Aus den Versuchsergebnissen ist abzuleiten, dass getrocknete Getreideschlempe als alternatives Eiweißfuttermittel für Milchkühe zu bewerten ist. Aufgrund der positiv gerichteten Leistungsdaten kann davon ausgegangen werden, dass Trockenschlempe selbst bei Einmischraten von 20 % im Kraftfutter eingesetzt werden kann.

Im Rahmen des Projektes werden weitergehende Untersuchungen (Verdauungsversuch mit Hammeln, *in-situ*-Nährstoffabbau) und ein weiterer Fütterungsversuch mit ActiProt® durchgeführt, um wissenschaftlich fundierte Beratungsempfehlungen für die Praxis formulieren zu können.

Literatur

ANDERSON, J.L., D.J. SCHINGOETHE, K.F. KALSCHUR und A.R. HIPPEL, 2006: Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 3133-3142.

BELYEA, R.L., B.J. STEEVENS, R.R. RESTREPO und A.P. CLUBB, 1989: Variation in composition of by-product feeds. *J. Dairy Sci.* 72, 2339-2345.

BELYEA, R.L., S.R. ECKHOFF, M.A. WALLIG und M.E. TUMBLESON, 1998: Variation in the composition of distillers solubles. *Biores. Technol.* 66, 207-212.

BELYEA, R.L., K.D. RAUSCH und M.E. TUMBLESON, 2004: Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing. *Biores. Technol.* 94, 293-298.

DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.

DEGUSSA, 2005: AminoDat® 3.0, Degussa AG Feed Additives, Hanau-Wolfgang.

DUNKEL, S., 2005: Fütterung von getrockneter Weizenschlempe an Milchkühen. http://www.LfL.bayern.de/internet/stmlf/lfl/ite/rind/14695/linkurl_0_4.pdf [02.02.2006].

ENGELHARD, T., 2005: Einsatz von Pressschlempe in Rationen für Milchkühe. http://www.LfL.bayern.de/internet/stmlf/lfl/ite/rind/14695/linkurl_0_2.pdf [31.08.2006].

ETTLE, T., 2007: Einsatz industriell erzeugter Proteinfuttermittel (RaPass, Schlempe) in der Milchviehfütterung. Abschlussbericht Forschungsprojekt 100079, BMLFUW, Wien, 15 S.

FML Rosenau, 2007: Untersuchungsbefund 2007 11 0149, Futtermittellabor Rosenau, Petzenkirchen.

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.

KLEINSCHMIT, D.H., D.J. SCHINGOETHE, K.F. KALSCHUR und A.R. HIPPEL, 2005: Evaluation of various sources of corn distillers dried grains plus solubles (DDGS) for lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 83 (Suppl. 2), 24.

LOSAND, B., W. PREISSINGER, H. SPIEKERS, M. URDL und L. GRUBER, 2007: Bestimmung der Verdaulichkeit der Nährstoffe und des Energiegehaltes von Getreidetrockenschlempe aus Weizen und Weizen-Gerste-Gemischen. VDLUFA-Schriftenreihe, Kongressband 2007 (in Druck).

OWEN, F.G. und L.L. LARSON, 1991: Corn distillers dried grains versus soybean meal in lactation diets. *J. Dairy Sci.* 74, 972-979.

POWERS, W.J., H.H. VAN HORN, B. HARRIS, Jr. und C.J. WILCOX, 1995: Effects of variable sources of distillers dried grains plus solubles on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 78, 388-396.

SAS, 2003: SAS/STAT User's Guide, Version 9, Cary, NC. SAS Institute Inc., 2003.

SPIEHS, M.J., M.H. WHITNEY und G.C. SHURSON, 2002: Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *J. Anim. Sci.* 80, 2639-2645.

SPIEKERS, H., M. URDL, W. PREISSINGER und L. GRUBER, 2006: Bewertung und Einsatz von Getreideschlempen beim Wiederkäuer. 5. BOKU-Symposium Tierernährung. Tagungsband, 25-34.

SÜDZUCKER, 2006: Folder ProtiGrain. Südzucker Bioethanol GmbH.

URDL, M., L. GRUBER, J. HÄUSLER, G. MAIERHOFER und A. SCHAUER, 2006a: Influence of distillers dried grains with solubles (Starprot) in dairy cow feeding. *Slovak J. Anim. Sci.* 39, 43-50.

URDL, M., L. GRUBER, J. HÄUSLER, G. MAIERHOFER und A. SCHAUER, 2006b: Untersuchungen zum Einsatz von getrockneter Weizen- und Maisschlempe (Starprot) bei Wiederkäuern. 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 26.-27. April 2006, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2006, 51-62.

VAN HORN, H.H., O. BLANCO, B. HARRIS, Jr. und D.K. BEEDE, 1985: Interaction of protein percent with caloric density and protein source for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 68, 1682-1695.

WIEDNER, G., 2007: Bewertung von Trockenschlempe in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere. 11. MOLD-Meeting, 6.-7. Dezember 2007, Tagungsband (in Druck).

Proteinversorgung von Milchkühen in den ersten 100 Laktationstagen

Ergebnisse eines Forschungsprojektes am LFZ Raumberg-Gumpenstein

A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER, M. GALLNBÖCK, J. GASTEINER, L. GRUBER, J. HÄUSLER, M. KROPSCH, G. MAIERHOFER, L. PODSTATZKY, A. SCHAUER und B. STEINER

1. Einleitung

Milchkühe decken ihren Protein- bzw. Aminosäurebedarf vorwiegend aus dem im Pansen gebildeten Mikrobenprotein. Die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen wird jedoch entscheidend von der Energieaufnahme beeinflusst. Insbesondere zu Laktationsbeginn, wo die Milchleistung schneller als die Futteraufnahme ansteigt, mobilisieren hochleistende Milchkühe Körperreserven. Daher ist der Beitrag des Mikrobenproteins an der Aminosäurebedarfsdeckung auf Grund mangelnder Energieaufnahme limitiert. Zur Vermeidung eines leistungsmindernden Proteinmangels sowie möglicher negativer Effekte auf die Tiergesundheit, wird einerseits die Erhöhung des Proteingehaltes der Ration und andererseits auch der Einsatz von Proteinquellen mit geringerer Abbaubarkeit im Pansen empfohlen. Die Versorgung mit Protein beeinflusst daneben aber auch den Pansenstoffwechsel, die N-Verwertung und die N-Ausscheidungen sowie in weiterer Folge den Milcherlös und die Futterkosten. In der Literatur werden darüber hinaus auch positive Effekte steigender Proteingehalte in der Ration auf die Futteraufnahme beschrieben.

Im Forschungsprojekt sollten mit hochleistenden Milchkühen auf Basis einer Grünlandration die Einflüsse des Proteinversorgungsniveaus und der Pansenstabilität des Proteins (Proteinquelle) auf die Futteraufnahme, die Pansen- und Blutparameter, die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe geprüft werden. Weiters sollten die Auswirkungen auf physiologische Parameter, N-Ausschei-

dungen und ökonomische Parameter von Milchkühen bearbeitet werden.

2. Versuchstiere und Methoden

2.1 Untersuchungen mit Milchkühen

2.1.1 Versuchsplan

In einem 2-faktoriellen Versuchsdesign wurden die Einflüsse des Proteinversorgungsniveaus (XP) und der Proteinabbaubarkeit (UDP) auf die Futteraufnahme, die Pansen- und Blutparameter, die Milchleistung, die Milchinhaltsstoffe sowie auf die Tiergesundheit und ökologisch und ökonomisch relevante Aspekte mit 108 hochleistenden Milchkühen vom 21. bis 105. Laktationstag untersucht. Es wurden drei Proteinversorgungsniveaus (XP14, XP16, XP18) und drei Proteinabbaubarkeitsstufen (UDPn, UDPm, UDPH) gewählt. Die Proteinniveaus unterschieden sich in der Rohproteinkonzentration der Gesamtration, wobei in der niedrigen Proteinstufe (XP14) 14 % XP, in der mittleren Proteinstufe (XP16) 16 % XP und in der hohen Proteinstufe (XP18) 18 % XP je kg Trockenmasse angestrebt wurden. Die Kraftfutterzu- teilung erfolgte in Abhängigkeit vom Proteinniveau (XP14, XP16, XP18) und der angestrebten Proteinabbaubarkeit (UDPn, UDPm, UDPH) mit unterschiedlichen Anteilen an Energie- und dem jeweiligen Proteinkraftfutter. Bei der Zusammenstellung der jeweiligen Kraftfuttermischungen (1 Energie- und 3 Proteinkraftfuttermischungen) wurde ein vergleichbarer Energiegehalt in

allen Mischungen („isoenergetisches“ Kraftfutter) angestrebt. Darüber hinaus sollten im Proteinkraftfutter „UDPn“ nur Komponenten verwendet werden, welche auch in biologisch wirtschaftenden Betrieben einsetzbar sind.

Das Proteinkraftfutter mit geringem UDP-Anteil (UDPn) setzte sich aus 66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen und 14 % Weizenkleie zusammen. Das Proteinkraftfutter mit mittlerem UDP-Anteil (UDPm) bestand aus 80 % Sojaextraktionsschrot (44) und 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot und das Proteinkraftfutter mit hohem UDP-Anteil (UDPh) setzte sich aus jeweils 40 % geschütztem und ungeschütztem Sojaextraktionsschrot (48) und 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot zusammen. Als „geschützter Sojaextraktionsschrot“ wurde das Produkt SoyPass® eingesetzt. Dabei wird durch die Behandlung mit Xylose in Ligninsulfonat und Wärme ein reduzierter ruminaler Proteinabbau erreicht (TUNCER und SAKAKLI 2003, MALCHER 2000). Für SoyPass® wurde ein UDP-Anteil von 65 % angenommen (MALCHER 2000). Das Energiekraftfutter (EKf) setzte sich aus 27 % Gerste, 27 % Weizen, 26 % Mais, 10 % Weizenkleie und 10 % Trockenschnitzel zusammen.

Die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) wurde entsprechend den Angaben der GfE (2001) – unter Berücksichtigung des in den DLG-Futterwerttabellen (DLG 1997) angegebenen UDP-Anteils der eingesetzten Futtermittel – errechnet. Für Sojaextraktionsschrot wurde ein UDP-Anteil von 30 % unterstellt (SÜDEKUM

Autoren: Dr. A. STEINWIDDER, Ing. M. GALLNBÖCK, Dr. L. PODSTATZKY, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Mag. T. GUGGENBERGER, Dr. J. GASTEINER, Institut für Tierhaltung und Tiergesundheit, Univ.-Doz. Dr. L. GRUBER, J. HÄUSLER, Ing. G. MAIERHOFER, Ing. A. SCHAUER, Institut für Nutztierforschung, M. KROPSCH und B. STEINER, Abteilung Analytik, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING, email: andreas.steinwiddler@raumberg-gumpenstein.at

et al. 2003). Somit ergaben sich für die Proteinkraftfuttermischungen errechnete UDP-Anteile von 20 % (UDPn), 29 % (UDPm), 43 % (UDPh) und für das Energiekraftfutter von 31 %.

Als Grundfutter wurde eine Ration aus 70 % Grassilage (1. Aufwuchs – Dauergrünland) und 30 % Heu (2. Aufwuchs – Dauergrünland) zur freien Aufnahme (tägliche Futterreste über 5 %) angeboten. In den letzten 4 Wochen vor der Abkalbung sowie in den ersten 2 Laktationswochen (vor Versuchsbeginn) wurden alle Tiere einheitlich gefüttert (Tabelle 1).

Von einer Kraftfuttermenge von 2,5 kg T/Tag, welche bereits vor der Abkalbung angefütert wurde, wurde die Kraftfuttermenge bis zum 28. Laktationstag (Laktag) in allen Versuchsgruppen schrittweise erhöht (KF % von Gesamtfutter = $-0,0252 \cdot \text{Lak.tag}^2 + 1,917 \cdot \text{Lak.tag} + 16,11$). Nach dem 28. Laktationstag wurde bei der Rationsvorschreibung eine bedarfsgerechte Energieversorgung angestrebt, wobei jedoch ein Kraftfutteranteil von mehr als 45 % an der Gesamtration, auch bei errechneter energetischer Unterversorgung, nicht überschritten werden sollte.

Zur Angewöhnung an die unterschiedlichen Kraftfuttermischungen erhielten alle Tiere in den ersten 14 Laktationstagen (vor Versuchsbeginn) eine Mischung aus UDPn, UDPh und EKF. Die Kraftfuterergänzung (KF) erfolgte händisch, wobei maximal 2 kg Frischmasse pro Teilgabe vorgelegt wurden. Die Ergänzung mit Mineralstoffen und Spurenelementen erfolgten nach Bedarf (GfE 2001).

Tabelle 1: Versuchsplan – Milchkühe
Experimental design – dairy cows

Proteinniveau		14 (14 % XP)			16 (16 % XP)			18 (18 % XP)		
Proteinkraftfutter		UDPn	UDPm	UDPh	UDPn	UDPm	UDPh	UDPn	UDPm	UDPh
Grundfutter	%	30 % Heu, 70 % Grassilage								
Kraftfutter ¹⁾		Mischung aus Energiekraftfutter (EKF) und jeweiligem Proteinkraftfutter (PKF)								
Versuchsdauer		21. - 105. Laktationstag								
Tiere	Anzahl	12	12	12	12	12	12	12	12	12

¹⁾ Proteinkraftfutter (PKF):

UDPn: 66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen und 14 % Weizenkleie

UDPm: 80 % Sojaextraktionsschrot-48, 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot

UDPh: 40 % geschützter Sojaextraktionsschrot-48, 40 % Sojaextraktionsschrot-48, 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot

Energiekraftfutter (EKF):

EKF: 27 % Gerste, 27 % Weizen, 26 % Mais, 10 % Weizenkleie, 10 % Trockenschnitzel

Die 108 multiparen Milchkühe der Rassen Fleckvieh (N = 36), Braunvieh (N = 31) und Holstein Friesian (N = 41) wurden unter Berücksichtigung der Laktationszahl (3,6 FV, 2,8 BV, 3,6 HF), der Rasse und der Milchleistung der vorangegangenen Laktationen den Versuchsgruppen gleichmäßig zugeteilt. Darüber hinaus erhielten alle Tiere in den ersten zwei Laktationswochen (vor Versuchsbeginn) die gleiche Ration, sodass die Futteraufnahme vom 8. bis 14. Laktationstag bei der statistischen Auswertung der Versuchsdaten als Regressionsvariable („Kovarianzanalyse“) mitberücksichtigt werden konnte (ESSL 1987).

Die Tiere waren in Nackenrohranbindehaltung auf verbessertem Mittellangstand mit Gitterrost und Gummimatten aufgestellt. Einzelfressstände mit abgetrennten Barren gewährleisteten die individuelle Messung der Futteraufnahme.

Im Versuchszeitraum wurde die individuelle Futteraufnahme für jede Rationskomponente erhoben. Die Versuchstiere wurden wöchentlich gewogen, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe wurden täglich erfasst. In den Laktationswochen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, und 15 wurden von allen Kühen um 8:30 Uhr Blutproben genommen und auf den Gehalt an Ca, P, Mg, GGT (Gamma-Glutamyl-Transferase), GOT (Glutamat-Oxalacetat-Transaminase), GLDH (Glutamat-Dehydrogenase), β HBS (β -Hydroxybuttersäure), Harnstoff, Creatinin und Gesamtbilirubin untersucht. In den Laktationswochen 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13 und 15 wurden eine Stunde vor der Morgenfütterung Harnproben gewonnen und auf den pH-Wert, Basen- und Säure-

gehalt, den Ammoniumstatus und den Basen-Säure-Quotienten untersucht. Der Nachweis von Ketonkörpern im Harn erfolgte mit Ketostix-Streifen (BAYER Diagnostika).

2.1.2 Futtermittelanalyse und Rationsanpassung

Die Fütterungszeit betrug 8 Stunden pro Tag (4:30 - 8:30 und 15:00 - 19:00 Uhr), die Kühe hatten ganztägig Zugang zum Futter. Bei jeder Fütterung erhielten die Versuchstiere zuerst einen Teil des Kraftfutters (max. 2 kg FM), danach Heu und im Anschluss daran wurde das restliche Kraftfutter (max. 2 kg FM) vorgelegt. Abgeschlossen wurde die Fütterung mit der Vorlage von Grassilage zur freien Aufnahme. Überschritt die Kraftfüttergabe pro Fütterungszeit eine Gesamtmenge von 4 kg Frischmasse, dann wurde die Grassilagegabe geteilt und eine dritte Kraftfüttergabe eingeschoben. *Ad libitum* Bedingungen wurden erreicht, indem bei der Rationsvorschreibung von jeder Grundfutterkomponente 5 % Futterreste angestrebt wurden. Die Anpassung der jeweiligen Grund- und Kraftfüttervorlage erfolgte dreimal wöchentlich. Dabei wurden die angestrebte Rationszusammensetzung, der XP-Gehalt in der Gesamtration, die festgestellte Futteraufnahme der vorangegangenen Tage, die angestrebten Grundfutterreste sowie die Nährstoffversorgung individuell berücksichtigt.

2.1.3 Futtermittelanalyse

Der Rohnährstoffgehalt der Futtermittel (Weender Analysen, Gerüstsubstanzen, Mengen- und Spurenelemente) wurde aus einer vierwöchigen Sammelprobe ermittelt. Der Trockenmassegehalt der Einwaagen wurde von den Silagen täglich und vom Heu und den Kraftfütterkomponenten vierwöchig erfasst. Der TM-Gehalt der Rückwaage wurde täglich erfasst. Die chemischen Analysen erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe und VAN SOEST-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert.

2.1.4 Verdauungsversuch

Mit jedem Grundfutter eines jeden Erntejahres (2002 - 2004) wurde ein Verdauungsversuch mit 4 Hammeln (14 Tage Vorperiode, 14 Tage Sammelpe-

riode, 1,0 kg T/Tier und Tag) nach den Leitlinien für die Durchführung von Verdauungsversuchen durchgeführt (GEH 1991). Die Verdaulichkeit der Kraftfuttermischungen wurde nach der Regressionsmethode mit insgesamt 16 Hammeln (0, 25, 50 und 75 % KF) bestimmt. Die an den Hammeln ermittelten Verdauungskoeffizienten wurden zur Energiebewertung der Futtermittel herangezogen (GfE 2001).

2.1.5 Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsparameter

Während der gesamten Versuchsdauer erfolgten genaue Aufzeichnungen über den Gesundheitsstatus und die Fruchtbarkeitslage der Kühe durch den Tierarzt bzw. das Stallpersonal. Zur Bestimmung der Fruchtbarkeitssituation dienten insbesondere Zeitpunkt und Anzahl der Östren sowie der Besamungen.

2.1.6 N-Ausscheidungen und N-Effizienz

Die Abschätzung der N-Ausscheidungen über Kot und Harn erfolgte über Differenzbildung der täglich aufgenommenen N-Mengen über das Futter und die N-Abgabe über die Milch. Die N-Effizienz wurde aus der Differenz von Milcheiweiß-N-Leistung und N-Aufnahme errechnet.

2.2 Untersuchungen mit pansenfistulierten Rindern

Die pansenphysiologischen Untersuchungen erfolgten mit sechs ausgewachsenen pansenfistulierten Ochs. Die Rationszusammensetzung und -komponenten entsprachen dem Milchviehversuch, wobei jedoch die Kraftfuttermenge mit 40 % an der Gesamtfuttermenge und die Futtermenge mit 12 kg/Tier rationiert vorgelegt wurde (Tabelle 2). Die Fütterungszeit betrug 8 Stunden pro Tag (4:30 - 8:30 und 15:00 - 19:00 Uhr). Es wurde ein 2-faktorieller Versuch mit sechs zweiwöchigen Versuchsperioden je Versuchsjahr in einem lateinischen Quadrat durchgeführt. In den drei Versuchsjahren kam jedes Tier zweimal in jede Versuchsgruppe, sodass je Versuchsgruppe 12 Erhebungen durchgeführt wurden. Die Probennahmen erfolgten an den jeweils letzten zwei Versuchstagen jeder Periode um 2:00, 4:00, 6:00, 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00, 20:00, 22:00 und

0:00 Uhr. Die Pansensaftproben (ca. 200 ml) wurden mittels Unterdruckverfahren und Sonde über die Pansenfistel aus dem ventralen Pansensack entnommen. Danach wurden die Proben filtriert und der pH-Wert gemessen. Pro Tier und Messung wurden zwei Proben zu ca. 50 ml abgefüllt und für die Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren, des NH₃-Gehaltes, des pH-Wertes (nach Gefrierung) tiefgefroren. Die gaschromatographische Bestimmung des Gär säuregehaltes und die photometrische Ammoniakbestimmung mit Neßler's Reagenz erfolgten in der Abteilung für Stoffwechsel- und Nährstoffanalytik des LFZ Raumberg-Gumpenstein aus einer tierindividuellen Mischprobe der zwei Erhebungstage und der jeweiligen Probennahmezeit. Es wurden dazu die Proben der Zeitpunkte 0:00, 2:00, 6:00, 8:00, 14:00, 16:00, 18:00 und 20:00 Uhr untersucht.

2.3 Ökonomische Bewertung

Zur Beurteilung der ökonomischen Auswirkungen der unterschiedlichen Proteinversorgungsstrategien wurde anhand der Versuchsdaten (Gruppenmittelwerte) die Differenz von Milcherlösen und Futterkosten (Spanne) berechnet. Auswirkungen auf die Milchquote, Tiergesundheit, Tierbesatz, Stallplatzkosten, sonstige Kosten und Erlöse wurden nicht berücksichtigt.

Auf Grund der starken Schwankungen im Preis der Kraftfutterkomponenten wurde für diese ein Mischpreis aus dem Jahr 2007 eingesetzt (Fa. Garant: MURAUER 2008, persönliche Mitteilung). Somit betragen die Kosten (inkl.

MwST) für die EKF-Mischung 31,1 Cent, für UDPn 28,8 Cent, für UDPm 39,1 Cent und für UDPh 41,4 Cent je kg Trockenmasse. Als Kosten für die Ergänzung der Ration mit Mineralstoffen und Vitaminen wurden pauschal 20 Euro/Kuh und Versuchsperiode angesetzt. Bei den Grundfutterkosten wurden zwei alternative Ansätze gewählt. In Variante 1 wurden nur die variablen GF-Kosten (Heu 6 Cent/kg T, Grassilage 5 Cent/kg T) und in Variante 2 GF-Vollkosten (Heu: 19 Cent/kg T, Grassilage 14 Cent/kg T) unterstellt (STOCKER 2008, persönliche Mitteilung). Grundfutterverluste im Ausmaß von 3 % wurden dabei mit berücksichtigt. Der Milcherlös wurde anhand des Milchpreisschemas der Molkerei Stainach (Dezember 2007) errechnet, wobei alle Varianten mit und ohne GVO-Verzichtszuschlag berechnet wurden. Die Mischung UDPh wird derzeit nicht in GVO-freier Qualität angeboten.

2.4 Versuchsauswertung

Die Versuchsdaten der Kühe wurden mit dem Statgraphics-Plus Statistikprogramm mit den fixen Effekten „Proteinversorgungsniveaus“, „Proteinabbaubarkeit“, „Wiederholung“, „Rasse“ sowie der Co-Variable „Futtermenge 8. - 14. Laktationstag“ und der Interaktion „Proteinversorgungsniveaus × Proteinabbaubarkeit“ ausgewertet. Die Versuchsdaten der pansenfistulierten Ochs wurden mit den fixen Effekten „Proteinversorgungsniveaus“, „Proteinabbaubarkeit“, „Tier“, „Jahr“ sowie der Interaktion von „Proteinversor-

Tabelle 2: Versuchsplan – pansenfistulierte Rinder
Experimental procedure – ruminally fistulated cattle

Proteinniveau	14 (14 % XP)			16 (16 % XP)			18 hoch (18 % XP)		
	UDPn	UDPm	UDPh	UDPn	UDPm	UDPh	UDPn	UDPm	UDPh
Grundfutter	30 % Heu, 70 % Grassilage								
Kraftfutter ¹⁾	40 % der Gesamtration – Mischung aus Energiekraftfutter (EKF) und jeweiligem Proteinkraftfutter (PKF)								
Gesamtfutter	Rationiert mit 12 kg T/Tier und Tag								
Versuchsdauer	18 Wiederholungen zu jeweils 14 Tagen								
Erhebungen Anzahl	12	12	12	12	12	12	12	12	12

¹⁾ Proteinkraftfutter (PKF):
 UDPn: 66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen und 14 % Weizenkleie
 UDPm: 80 % Sojaextraktionsschrot-48, 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot
 UDPh: 40 % geschützter Sojaextraktionsschrot-48, 40 % Sojaextraktionsschrot-48, 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot
 Energiekraftfutter (EKF):
 EKF: 27 % Gerste, 27 % Weizen, 26 % Mais, 10 % Weizenkleie, 10 % Trockenschrot

gungsniveaus \times Proteinabbaubarkeit“ ausgewertet.

3. Ergebnisse

3.1 Inhaltsstoffe der Futtermittel

In *Tabelle 3* sind die durchschnittlichen Nährstoffgehalte der Futtermittel angeführt. Das Heu und die Grassilage wiesen im Mittel einen Rohproteingehalt von 14 % und einen Rohfasergehalt von knapp 28 % auf. Der Energiegehalt des Heus lag bei 5,6 MJ NEL und der Grassilage bei 5,8 MJ NEL je kg Trockenmasse.

Im Erntejahr 2003 lag der Rohproteingehalt um 2 % und der Energiegehalt des Heus um 0,1 MJ NEL über dem Mittel der 3 Erntejahre. Demgegenüber lag in diesem Jahr der Energie- und Rohprote-

ingehalt der Grassilage mit 5,5 MJ NEL bzw. 13 % XP unter dem Durchschnitt.

Im Energiekraftfutter (EKF) wurde ein Rohproteingehalt von 13 % bzw. ein Energiegehalt von 7,8 MJ NEL je kg Trockenmasse festgestellt. Von den Proteinkraftfutter-Mischungen wies die Mischung mit niedrigem UDP-Anteil (UDPn) mit 257 g bzw. 8,0 MJ NEL je kg T den geringsten Rohprotein- bzw. Energiegehalt auf.

Der Rohnährstoffgehalt in den Mischungen UDPm und UDPn lag auf vergleichbarem Niveau, lediglich die Energiekonzentration war im Proteinkraftfutter UDPn mit 8,1 MJ NEL geringfügig tiefer als im Proteinkraftfutter UDPm, in dem 8,2 MJ NEL je kg Trockenmasse festgestellt wurden.

3.2 Futteraufnahme, Milchleistung und Nährstoffversorgung

3.2.1 Futteraufnahme

Die durchschnittliche Futteraufnahme über den gesamten Versuchszeitraum (4. - 15. Laktationswoche) ist für die Haupteffekte in *Tabelle 4* angeführt bzw. in *Abbildung 1* dargestellt. Im Tabellenanhang finden sich die Ergebnisse der Untergruppen. Die Futteraufnahme im Laktationsverlauf (1. - 15. Laktationswoche) zeigt *Abbildung 2* für die Haupteffekte („UDP“- bzw. „XP“) und *Abbildung 2a* (Tabellenanhang) für die Untergruppen.

Die Grundfutteraufnahme lag im Durchschnitt aller Versuchsgruppen bei knapp 12,2 kg T (93 g/kg LM^{0,75}) und wurde weder vom UDP-Anteil im Kraftfutter (UDP) noch von der XP-Versorgung (XP) signifikant beeinflusst. Dem entsprechend wurde auch die XP- und nXP-Aufnahme aus dem Grundfutter nicht von den Versuchsgruppen beeinflusst. Wie die Grundfutteraufnahme erhöhte sich auch die Energieaufnahme aus dem Grundfutter nur tendenziell mit steigender Proteinversorgung (67,8, 69,3 bzw. 71,5 MJ NEL).

Der UDP-Anteil im Kraftfutter hatte auch auf die Gesamtfutteraufnahme keinen signifikanten Einfluss. Bei einem durchschnittlichen Kraftfutteranteil von 44 % lag die Gesamtfutteraufnahme bei 22,1 kg bzw. bei 168 - 170 g/kg LM^{0,75}. Mit steigender Proteinversorgung erhöhte sich diese signifikant von 21,3 über 22,1 auf 22,9 kg T/Tag. Bezogen auf die metabolische Lebendmasse stieg die Gesamtfutteraufnahme vom niedrigen auf das mittlere XP-Niveau deutlich und vom mittleren auf das hohe XP-Niveau leicht an (165, 170 bzw. 172 g/kg LM^{0,75}). Wie *Abbildung 2* zeigt, konnten diese Ergebnisse über die gesamte Versuchsdauer beobachtet werden.

Mit steigender Proteinversorgung erhöhte sich der Kraftfutteranteil an der Gesamtration leicht, damit stieg die absolut aufgenommene KF-Menge signifikant von 9,3 über 9,7 auf 10,3 kg T. Dadurch erhöhte sich auch die Energieaufnahme mit steigender Proteinversorgung von 140 über 146 auf 153 MJ NEL/Tag (1,09, 1,12 bzw. 1,15 MJ NEL/kg

Tabelle 3: Inhaltsstoffe der Futtermittel
Nutrient and energy content of feedstuffs

		Grassilage	Heu	Energie-KF	Proteinkraftfutter		
		1. Aufw.	2. Aufw.	EKF	UDPn	UDPm	UDPn
Trockenmasse	g/kg FM	386	871	878	880	889	890
Nährstoffe	g/kg T						
XP		143	144	133	257	471	474
nXP		129	128	165	188	272	327
RNB		2,1	2,6	-5,1	11,1	31,9	23,6
UDP		21	29	41	51	137	204
XL		31	21	24	21	18	20
XF		279	275	57	91	92	88
XX		458	469	752	578	344	341
XA		89	90	34	53	75	77
NDF		495	516	233	256	171	200
ADF		317	318	71	124	116	113
ADL		35	37	13	27	20	22
UDP	%	15	20	31	20	29	43
Verdaulichkeit	%						
dOS		70,2	67,5	83,8	85,8	87,9	86,6
dXP		62,5	63,8	70,8	85,9	98,1	97,9
dXL		61,4	39,3	77,7	72,6	66,8	59,1
dXF		73,1	66,8	47,2	57,1	57,0	53,0
dXX		71,4	70,5	89,1	90,8	83,3	81,3
dNDF		67,1	65,2	58,0	68,2	64,4	68,3
dADF		66,0	61,8	49,2	58,2	62,4	58,3
Energiekonzentration	MJ/kg T						
ME		9,84	9,30	12,48	12,74	13,19	13,00
NEL		5,83	5,46	7,81	7,95	8,21	8,06
Mengenelemente	g/kg T						
Ca		6,6	7,1	1,9	3,6	4,6	4,3
P		2,7	2,8	4,1	7,4	7,9	7,9
Mg		2,5	2,9	1,6	2,5	3,4	3,9
K		23,4	22,6	8,3	14,0	22,6	22,5
Na		0,29	0,30	0,59	0,29	0,29	0,31
Spurenelemente	mg/kg T						
Mn		89	103	36	41	43	49
Zn		33	33	35	61	73	72
Cu		11	11	6	11	20	20
Errechneter Aminosäuregehalt der Kraftfutter							
Lysin	% v. XP			3,4	6,6	5,7	5,7
Methionin + Cystin	% v. XP			3,6	2,8	3,0	3,0

Tabelle 4: Futter- und Nährstoffaufnahme (Haupteffekte)
Feed and nutrient intake (main effects)

	UDP				XP				Rasse (R)				P-Werte			
	n	m	h		14	16	18	FV	BV	HF	s ₀	UDP	XP	R	UDP × XP	
Anzahl	36	36	36		36	36	36	36	31	41						
Grundfutter	12,18	12,06	12,21		11,83	12,20	12,42	12,17	12,06	12,22	1,28	0,856	0,143	0,892	0,536	
Grassilage	8,84	8,73	8,82		8,52	8,83	9,05	8,83	8,67	8,89	1,07	0,890	0,112	0,713	0,635	
Heu	3,34	3,33	3,40		3,31	3,38	3,37	3,34	3,40	3,33	0,33	0,646	0,637	0,712	0,528	
Krautfutter	9,73	9,86	9,70		9,27	9,72	10,29	9,54	9,43	10,31	0,85	0,707	<0,001	<0,001	0,604	
Energie-KF	5,02	8,33	8,23		8,81	7,22	5,56	7,00	6,92	7,67	0,74	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
UDPn	4,71	-	-		0,27	1,54	2,90	1,56	1,52	1,62	0,30	<0,001	<0,001	0,377	<0,001	
UDPm	-	1,53	-		0,10	0,49	0,93	0,49	0,51	0,52	0,13	<0,001	<0,001	0,591	<0,001	
UDPp	-	-	1,47		0,09	0,47	0,90	0,49	0,48	0,50	0,11	<0,001	<0,001	0,799	<0,001	
Krautfutter			%		44,0	44,6	43,9	44,9	43,6	45,3	64,2	0,668	0,160	0,017	0,405	
Gesamtfutter ¹⁾	22,11	22,12	22,12		21,29	22,13	22,92	21,90	21,69	22,75	1,62	0,999	<0,001	0,025	0,753	
Gesamtfutter	168	170	169		165	170	172	159	172	178	14	0,851	0,075	<0,001	0,592	
BCS	2,93	2,81	2,80		2,84	2,77	2,94	3,34	2,79	2,42	0,32	0,166	0,068	<0,001	0,276	
Lebendmasse	667	657	667		653	658	681	714	634	643	52	0,682	0,058	<0,001	0,298	
LM-Veränderung	23	-70	-161		-107	-102	2	9	-110	-110	335	0,074	0,297	0,234	0,891	
Nährstoffe aus Grundfutter																
Energie	69,8	69,1	69,8		67,8	69,3	71,5	69,4	69,7	69,6	7,2	0,897	0,094	0,986	0,270	
XP	1,730	1,717	1,743		1,685	1,735	1,770	1,723	1,748	1,718	182	0,825	0,147	0,804	0,367	
nXP	1,570	1,555	1,572		1,526	1,564	1,607	1,563	1,569	1,565	160	0,883	0,104	0,987	0,305	
Nährstoffe aus Gesamtfutter																
Energie	146,4	146,8	146,0		140,3	145,9	152,9	144,5	144,0	150,7	10,4	0,950	<0,001	0,017	0,572	
XP	3,603	3,551	3,543		3,018	3,556	4,123	3,522	3,532	3,643	270	0,597	<0,001	0,130	0,630	
nXP	3,279	3,348	3,415		3,088	3,337	3,617	3,305	3,296	3,441	240	0,063	<0,001	0,026	0,364	
UDP	731	836	928		687	829	980	819	821	856	66	<0,001	<0,001	0,040	<0,001	
RNB	52	32	20		-11	35	81	35	38	32	11	<0,001	<0,001	0,142	<0,001	
Nährstoffkonzentrationen																
Energie	6,62	6,64	6,60		6,59	6,59	6,67	6,60	6,64	6,62	0,12	0,566	0,024	0,485	0,752	
XP	163	161	160		142	161	180	161	163	160	3	0,001	<0,001	0,018	0,005	
nXP	148	151	154		145	151	158	151	152	151	2	<0,001	<0,001	0,402	<0,001	
UDP	33	38	42		32	37	43	37	38	38	1	<0,001	<0,001	0,820	<0,001	
XF	185	179	180		179	184	182	184	181	180	12	0,062	0,294	0,258	0,242	
NDF	383	373	378		379	382	372	381	376	376	17	0,047	0,054	0,336	0,225	
ADF	217	208	210		209	214	213	214	212	208	13	0,011	0,235	0,162	0,037	
XP/ME-Verhältnis	14,9	14,7	14,7		13,1	14,8	16,4	14,8	14,9	14,7	0,4	0,009	<0,001	0,123	0,010	

¹⁾ inkl. Mineral- und Wirkstoffe

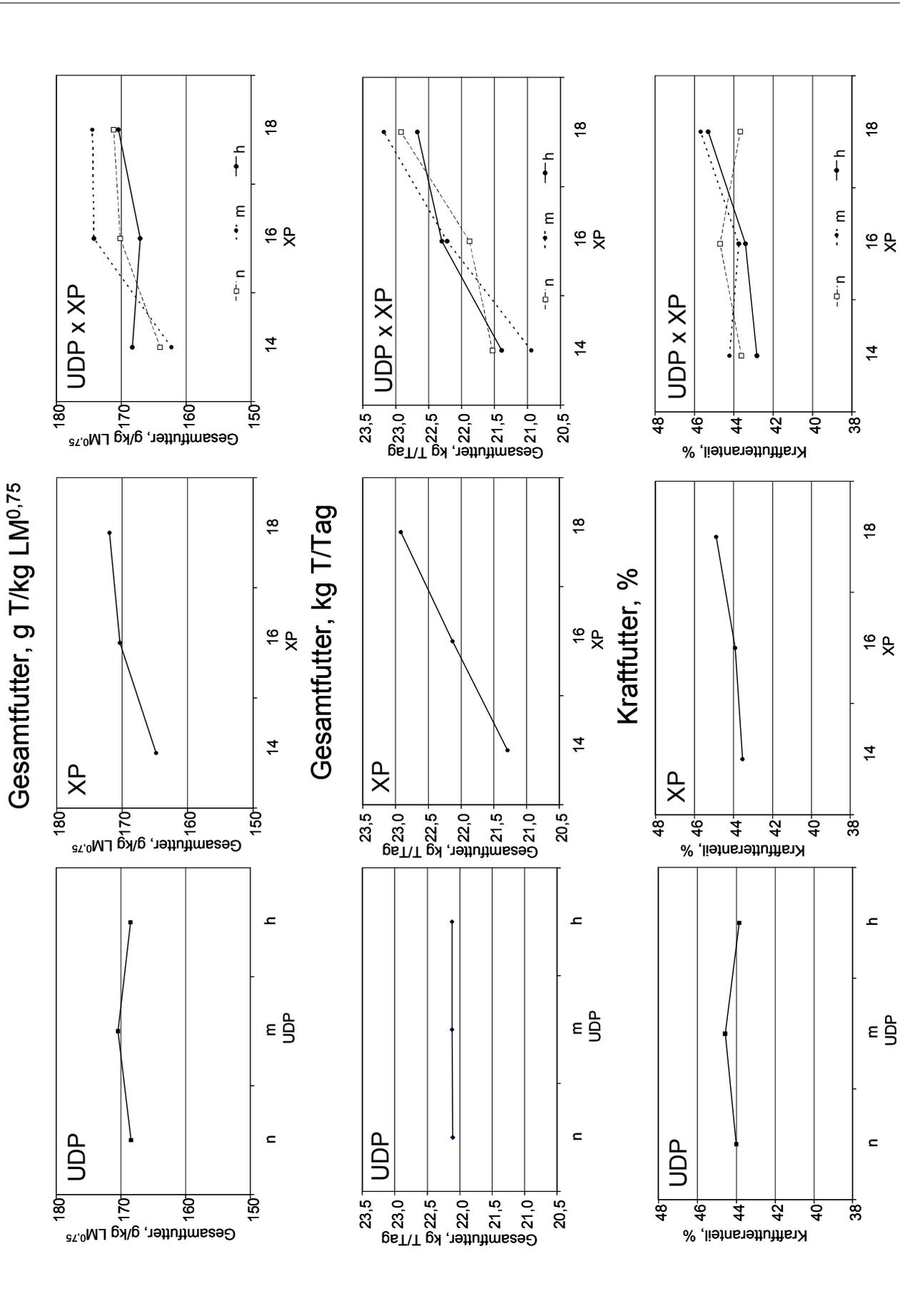


Abbildung 1: Futteraufnahme
Feed Intake

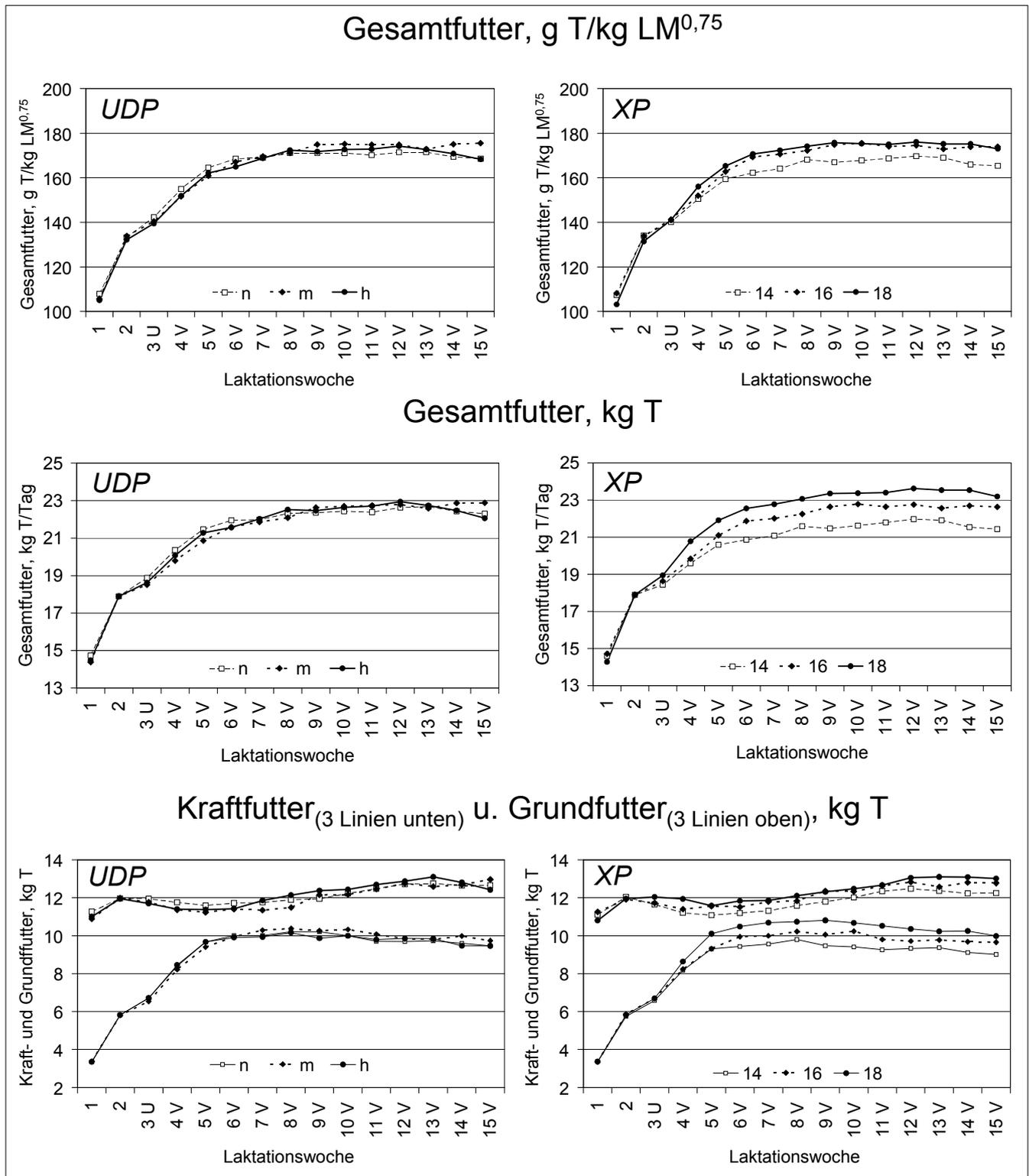


Abbildung 2: Futteraufnahme 1. bis 15. Laktationswoche
 (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)
Feed intake from 1st to 15th week of lactation
 (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

LM^{0,75}). Der UDP-Anteil im Kraftfutter (UDPn, UDPm, UDPh) hatte innerhalb der XP-Niveaus keinen Einfluss auf die Energie- und XP-Aufnahme.

Die nXP- und UDP-Aufnahme wurde erwartungsgemäß sowohl von der Proteinkraftfutterzusammensetzung als auch vom XP-Niveau beeinflusst. In den Gruppen UDPn, UDPm und UDPh stieg die UDP-Aufnahme von 731 über 836 auf 928 g an. Bei leicht rückläufiger XP-Aufnahme (3.603, 3.551 bzw. 3.543) nahm die nXP-Versorgung von 3.279 über 3.348 auf 3.415 g zu.

Die errechnete ruminale N-Bilanz ging von 52 über 32 auf 20 g in den Gruppen UDPn, UDPm und UDPh zurück. In den Proteinversorgungsstufen (XP14, XP16 und XP18) wurde die angestrebte XP-Konzentration in der Gesamtration entsprechend dem Versuchsplan sehr genau erreicht. Dadurch nahm erwartungsgemäß auch die nXP- und UDP-Aufnahme vom niedrigen bis zum hohen XP-Versorgungsniveau zu.

Die Gesamtfutteraufnahme unterschied sich zwischen den Rassen signifikant (*Tabelle 4*). Unter Berücksichtigung der Lebendmasse war die Gesamtfutteraufnahme der BV-Kühe mit 172 g/kg LM^{0,75} um 8 % und der HF-Kühe mit 178 g/kg LM^{0,75} um 12 % höher als die der FV-Kühe, welche 159 g/kg LM^{0,75} aufnahmen. Dabei ist allerdings der auf Grund der erzielten höheren Milchleistung bei den HF-Tieren bedingte geringfügig höhere KF-Rationsanteil (+1,7 % KF) zu berücksichtigen.

3.2.2 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Die Milchleistungsergebnisse für die Haupteffekte über den gesamten Versuchszeitraum sind in *Tabelle 5* sowie in den *Abbildungen 3* und *4* zusammengefasst. Im Tabellenanhang sind auch die Ergebnisse der Untergruppen (*Tabelle 5a*) angeführt. In den *Abbildungen 5* und *6* sind ausgewählte Ergebnisse im Laktationsverlauf dargestellt (Laktationswoche 1 - 15).

Der UDP-Anteil im Kraftfutter beeinflusste im Durchschnitt die Milchleistung über die Versuchsperiode nicht signifikant. Tendenziell fiel die ECM-Leistung von UDPn mit 32,7 kg, allerdings bei etwas höherem Milcheiweißgehalt,

von den Versuchsgruppen UDPm und UDPh ab, welche 34,5 bzw. 34,2 kg erreichten. Im Gegensatz zu den Futtergruppen UDPm und UDPh erhöhte sich in UDPn mit steigender XP-Versorgung die Milchfettleistung nicht. Wie die Ergebnisse der Untergruppen zeigen (*Abbildung 2, Tabelle 5a*), lag insbesondere die Milchleistung in UDPn bei hoher XP-Versorgung deutlich unter den Vergleichsgruppen. Dies zeigt sich auch im P-Wert für die Wechselwirkung (UDP × XP) der beim Merkmal Milchleistung an der Signifikanzgrenze lag.

Überraschenderweise wurde im Versuch kein Einfluss des UDP-Anteils im Kraftfutter auf den Harnstoffgehalt der Milch sowie des Bluteserums festgestellt (*Tabelle 5* bzw. *6*). Der Milchwarnstoffgehalt lag in UDPn bei 24, in UDPm ebenfalls bei 24 und in UDPh bei 23 mg/100 ml, der Harnstoffgehalt im Blut bei 27, 26 bzw. 27 mg/100 ml. Diese Übereinstimmung der Ergebnisse der UDP-Gruppen trat in allen XP-Versorgungsniveaus und Laktationsabschnitten auf.

Mit steigender XP-Versorgung (14, 16 bzw. 18 %) nahm die Milchleistung vor allem vom Versorgungsniveau 14 % auf 16 % deutlich zu. Dies konnte sowohl bei der ECM-Leistung (31,9 bzw. 34,4 kg) und der Eiweißleistung (0,99 bzw. 1,06 kg) als auch bei der Milchmenge bezogen auf die metabolische Lebendmasse (248 bzw. 266 g/kg LM^{0,75}) festgestellt werden. Bei der ECM- und Eiweißleistung zeigte sich auch vom Versorgungsniveau 16 % auf 18 % XP noch ein weiterer Anstieg der Leistung. Bei der Milchleistung fiel aber, wie bereits oben angeführt, die Versuchsgruppe UDPn im hohen XP-Niveau deutlich ab, sodass damit der Gruppenmittelwert gedrückt wurde. Ohne Berücksichtigung der Untergruppe UDPnXP18 stieg die Eiweißleistung (kg/Tag, g/kg LM^{0,75}) je 1 % XP-Steigerung um etwa 2,5 - 3,5 % (relativ zu Versorgungsniveau 14 %) nahezu linear von 14 auf 18 % XP-Gehalt in der Gesamtration an.

Auch im Versuchsverlauf zeigte sich ein vergleichbares Ergebnis. Der beschriebene Leistungsanstieg konnte nicht nur zu Versuchsbeginn (Laktationswochen 4 - 9) sondern auch noch zu Versuchsende (Laktationswochen 10 - 15) festgestellt werden.

Mit steigender XP-Versorgung nahmen auch die Milchfettleistung (1,34, 1,46 bzw. 1,47 kg/Tag) und der Milchwarnstoffgehalt (15, 24 bzw. 31 mg/100 ml) zu.

Wie bei der Futteraufnahme wurde auch bei der Milchleistung ein signifikanter Rasseneinfluss festgestellt (*Tabelle 5*).

Unter Berücksichtigung der Lebendmasse war die ECM- bzw. Milchleistung der BV-Kühe um 11 bzw. 13 % und die der HF-Kühe um 23 bzw. 25 % über der der FV-Kühe. Die Milcheiweißleistung je kg LM^{0,75} lag für BV-Kühe mit 8,2 g um 12 % und für die HF-Kühe mit 8,8 g um 19 % über der der FV-Kühe, welche eine Eiweißleistung von 7,4 g/kg LM^{0,75} erzielten. Auch in der Milchfett- und in der Laktoseleistung zeigten sich vergleichbare Rasseneinflüsse. Demgegenüber war der Milchwarnstoffgehalt der HF-Tiere mit durchschnittlich 20 mg am geringsten und die BV-Kühe wiesen mit 26 mg/100 ml den höchsten Gehalt auf.

3.2.3 Nährstoffversorgung und Lebendmasse

Die Ergebnisse zur Nährstoffversorgung der Kühe über den gesamten Versuchszeitraum sind für die Haupteffekte in *Tabelle 5* zusammengefasst.

Im Tabellenanhang sind auch die Ergebnisse der Untergruppen (*Tabelle 5a*) angeführt. In *Abbildung 7* bzw. *7a* sind ausgewählte Ergebnisse im Laktationsverlauf (Laktationswoche 1 - 15) dargestellt.

Die errechnete Energiebedarfsdeckung wurde von der Zusammensetzung des Proteinkraftfutters (UDP) signifikant beeinflusst. In Gruppe UDPn erreichten die Kühe im Versuchsmittel eine ausgeglichene Energieversorgung. In UDPm und UDPh zeigte sich durchschnittlich eine Unterversorgung von 5 MJ NEL/Tag. In diesem Zusammenhang muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Tiere in UDPn auch in den Laktationswochen 1 - 3 (vor Versuchsbeginn) bereits eine etwas günstigere Energiebedarfsdeckung aufwiesen (*Abbildung 7*).

Auch bei den mittleren Tageszunahmen wurde eine vergleichbare Tendenz festgestellt, diese lagen für Gruppe UDPn bei +23 g und für UDPm und UDPh bei -70 bzw. -161 g. Unabhängig von der Kraftfutterzusammensetzung verloren

im Mittel alle Kühe bis zur 7. Laktationswoche (47., 49., 49. Laktationstag in UDPn, UDPm, UDPH) an Lebendmasse und nahmen ab diesem Zeitpunkt wieder zu. Die LM-Abnahme von Laktationswoche 3 bis Laktationswoche 7 war mit 17 kg in UDPn etwas geringer als in UDPm und UDPH, wo die Abnahme 20 kg betrug. Die Tiere in UDPn nahmen im weiteren Laktationsverlauf auch wieder etwas rascher an Lebendmasse zu, sodass in Laktationswoche 11 die Lebendmassen der Kühe in UDPn um 7 kg, in UDPm um 12 kg und in UDPH um 14 kg unter der Lebendmasse in Laktationswoche 3 lagen.

Dies zeigte sich auch in der errechneten Energiebedarfsdeckung, wobei eine ausgeglichene Energiebilanz für die Gruppe UDPn in Laktationswoche 8 und für die Gruppen UDPm und UDPH in Laktationswoche 10 errechnet wurde. Bei der Interpretation der Hauptgruppen-ergebnisse ist wiederum zu berücksichtigen, dass die Untergruppe UDPnXP18 wie bei der Milchleistung auch bei der Energieversorgung und der Lebendmasseentwicklung deutlich von den anderen Versuchsgruppen abwich. Die Kühe in UDPn verloren bei hoher XP-Versorgung weniger Lebendmasse zu Laktationsbeginn und nahmen im weiteren Verlauf der Laktation auch wieder rascher an Lebendmasse zu.

Im Futter-, Energie- und N-Aufwand (kg T/kg ECM, MJ NEL/kg ECM, g N/kg ECM) schnitten die Gruppen UDPm und UDPH insbesondere im hohen, aber auch im mittleren und niedrigen XP-Versorgungsniveau besser als UDPn ab.

In der nXP-Bedarfsdeckung wurde im Versuchsmittel in allen Proteinkraftfuttergruppen eine positive nXP-Versorgung errechnet (220 g UDPn, 241 g UDPm und 336 g UDPH). Bereits ab Laktationswoche 4 (Versuchsbeginn) wurde in allen Hauptversuchsgruppen eine positive nXP-Bilanz festgestellt (Abbildung 7).

Das Proteinversorgungsniveau beeinflusste im Durchschnitt über alle UDP-Gruppen bzw. über die gesamte Versuchsperiode die Energiebedarfsdeckung nicht signifikant. Wie die Ergebnisse in den Untergruppen zeigen, ging in den Kraftfuttergruppen UDPm und UDPH die Energiebedarfsdeckung mit steigender

Tabelle 5: Milchleistung, Nährstoffversorgung und errechnete N-Ausscheidung (Haupteffekte)
Milk yield, nutrient supply and calculated N-excretion (main effects)

	n	UDP			h	14	XP	18	Rasse (R)			P-Werte		
		m	16	18					FV	BV	HF	s ₀	UDP	XP
Milchmenge	32,72	33,90	34,18	34,22	34,83	31,89	32,52	36,40	3,35	0,152	0,001	< 0,001	0,059	
Milchmenge	251	263	263	266	263	232	258	286	31	0,200	0,035	< 0,001	0,097	
ECM ^{3,2 MJ/kg}	32,68	34,45	34,23	34,38	35,12	31,77	32,90	36,69	3,73	0,098	0,001	< 0,001	0,329	
Eiweiß	3,20	3,15	3,09	3,10	3,21	3,18	3,19	3,07	0,22	0,080	0,112	0,047	0,225	
Eiweiß	1,044	1,067	1,053	1,057	1,115	1,011	1,038	1,115	0,108	0,670	< 0,001	< 0,001	0,580	
Eiweiß	8,00	8,25	8,08	8,20	8,40	7,36	8,21	8,76	0,94	0,516	0,010	< 0,001	0,409	
Fett	4,15	4,30	4,22	4,24	4,21	4,14	4,24	4,30	0,37	0,236	0,955	0,181	0,307	
Fett	1,357	1,464	1,446	1,456	1,471	1,319	1,384	1,564	0,196	0,053	0,011	< 0,001	0,465	
Laktose	4,80	4,78	4,78	4,78	4,77	4,82	4,80	4,73	0,11	0,788	0,728	0,004	0,087	
Milchharnstoff	23,6	23,6	22,8	23,8	31,2	23,3	26,4	20,3	3,2	0,527	< 0,001	< 0,001	0,860	
Zellzahl	110	133	162	112	159	119	113	173	162	0,397	0,473	0,262	0,244	
Bedarfsdeckung														
Energie-Bedarf	146,4	151,8	151,5	151,6	155,0	145,4	145,7	158,6	12,2	0,118	< 0,001	< 0,001	0,307	
Energie-Aufnahme	146,4	146,8	146,0	145,9	152,9	144,5	144,0	150,7	10,4	0,950	< 0,001	0,017	0,572	
Energie-Bedarfsdeckung	0,0	-5,0	-5,5	-5,7	-2,1	-0,9	-1,7	-7,9	10,0	0,041	0,279	0,009	0,259	
nXP-Bedarf	3,059	3,107	3,079	3,087	3,236	2,986	3,031	3,228	260	0,733	< 0,001	< 0,001	0,625	
nXP-Aufnahme	3,279	3,348	3,415	3,337	3,617	3,305	3,296	3,441	240	0,063	< 0,001	0,026	0,364	
nXP-Bedarfsdeckung	220	241	336	250	381	319	265	213	189	0,028	< 0,001	0,064	0,303	
Futteraufwand														
Futteraufwand	0,68	0,64	0,65	0,64	0,65	0,69	0,66	0,62	0,06	0,048	0,314	< 0,001	0,331	
Energieaufwand	4,48	4,26	4,27	4,24	4,35	4,55	4,38	4,11	0,40	0,034	0,253	< 0,001	0,295	
N-Aufwand	17,6	16,5	16,6	16,5	18,8	17,7	17,2	15,9	1,7	0,006	< 0,001	< 0,001	0,059	
N-Ausscheidungen														
N-Ausscheidungen (Kot + Harn)	406	396	397	398	478	398	398	403	37	0,386	< 0,001	0,788	0,304	
N-Verwertung Milchbildung	29,4	30,3	30,1	29,8	27,1	29,0	29,7	31,1	2,7	0,336	< 0,001	0,006	0,367	

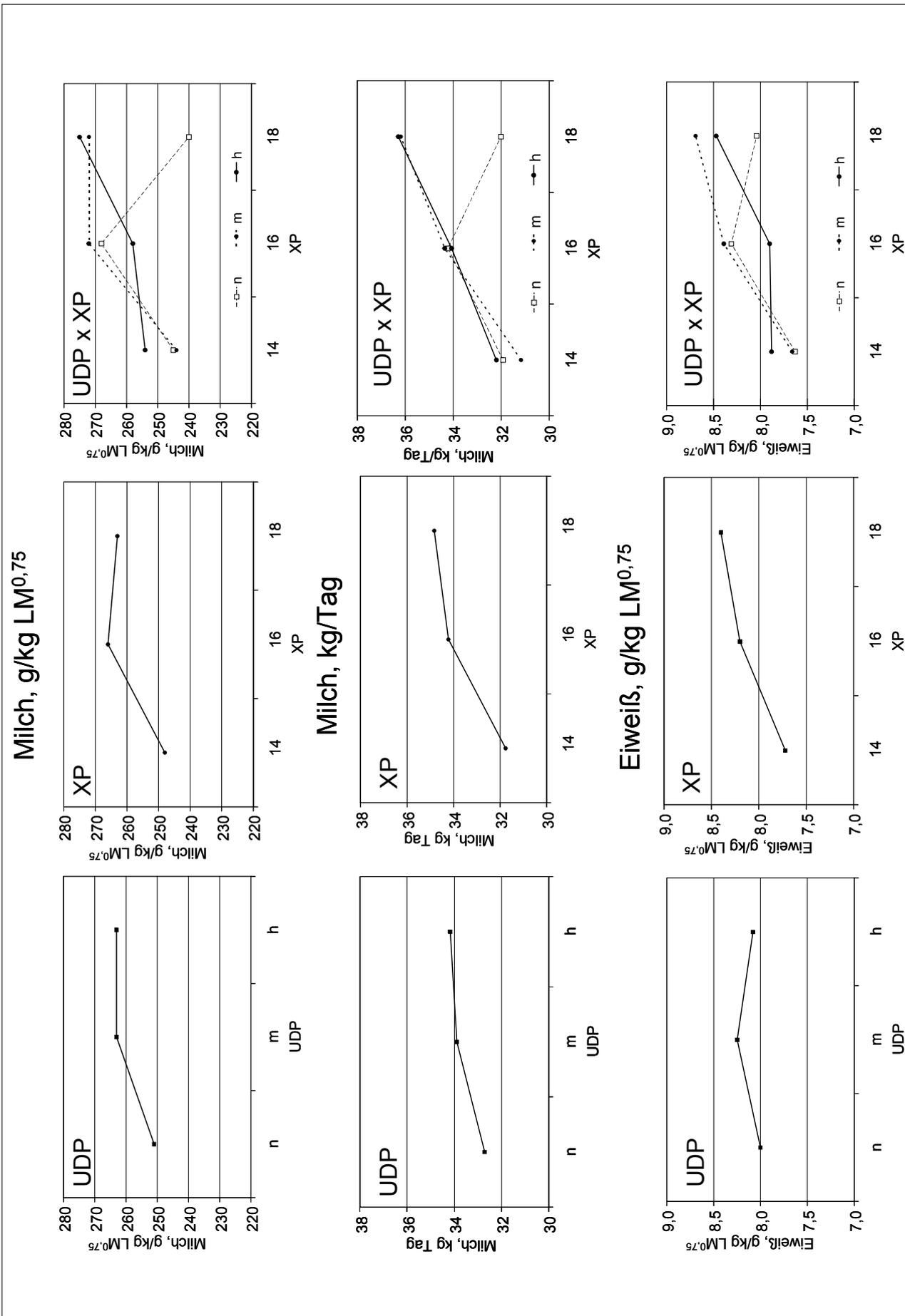


Abbildung 3: Milcheistung
Milk yield

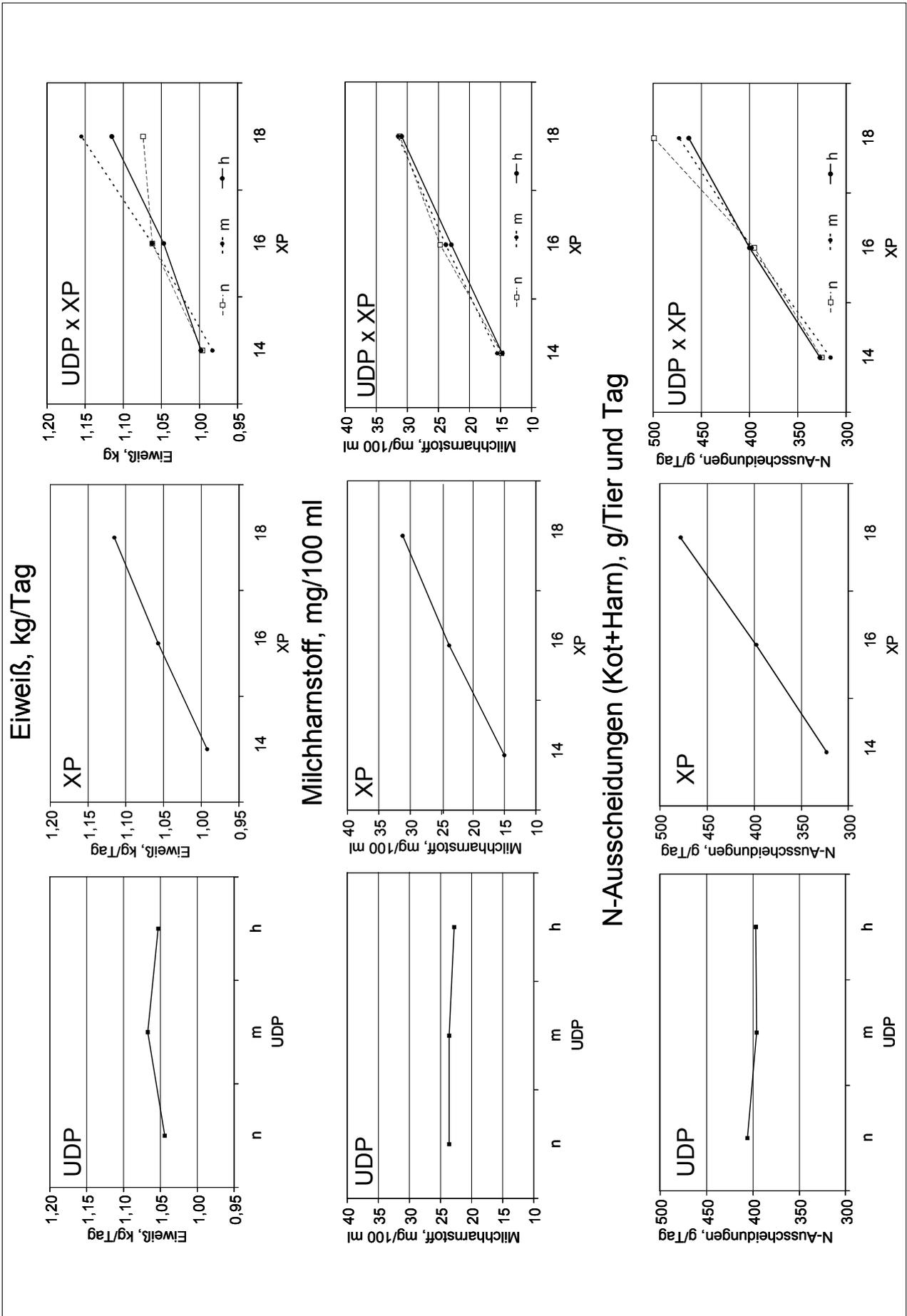


Abbildung 4: Milchinhaltstoffe und N-Ausscheidungen
Milk yield and N-excretion

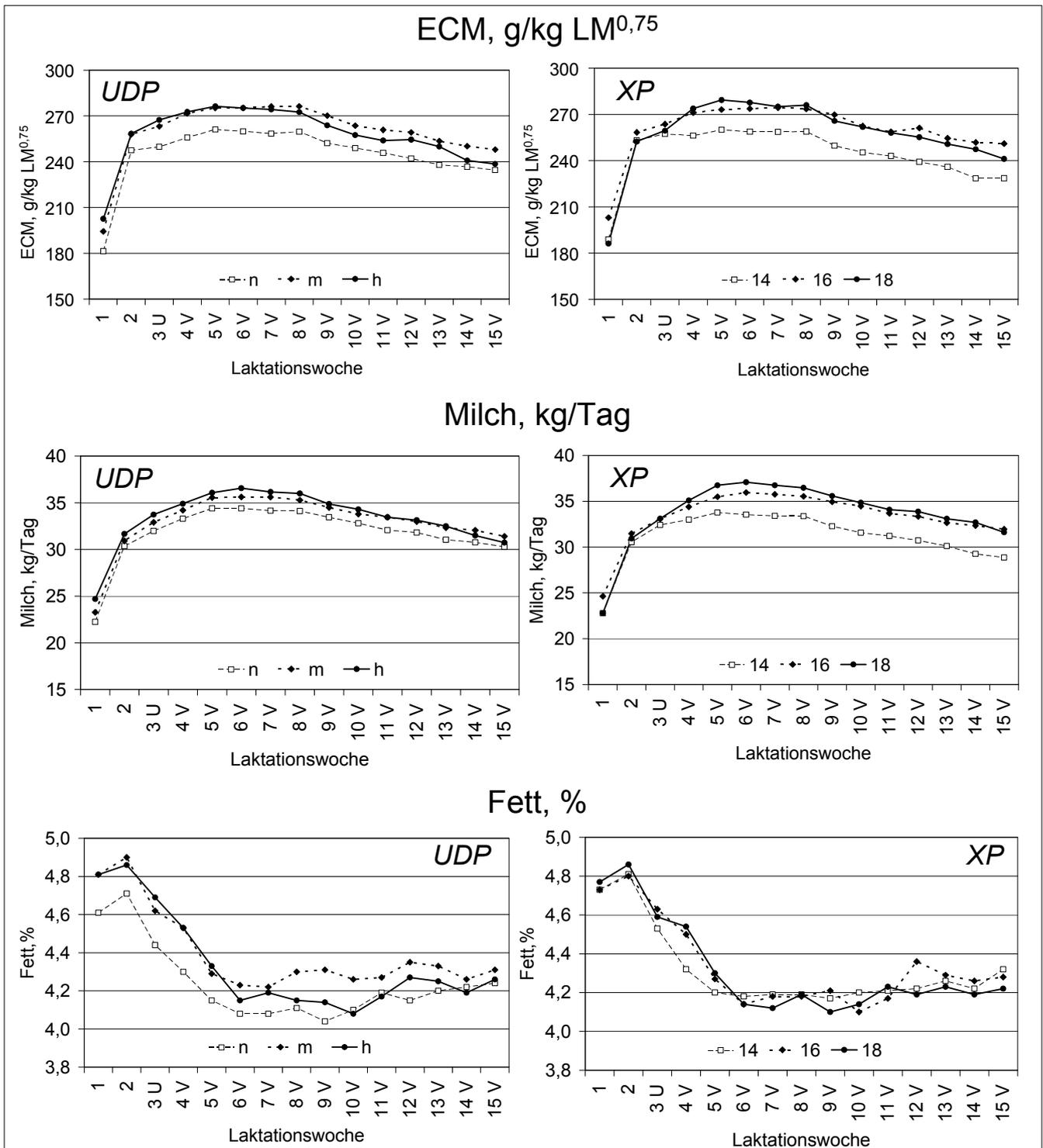


Abbildung 5: Milchleistung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)
 Milk yield 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

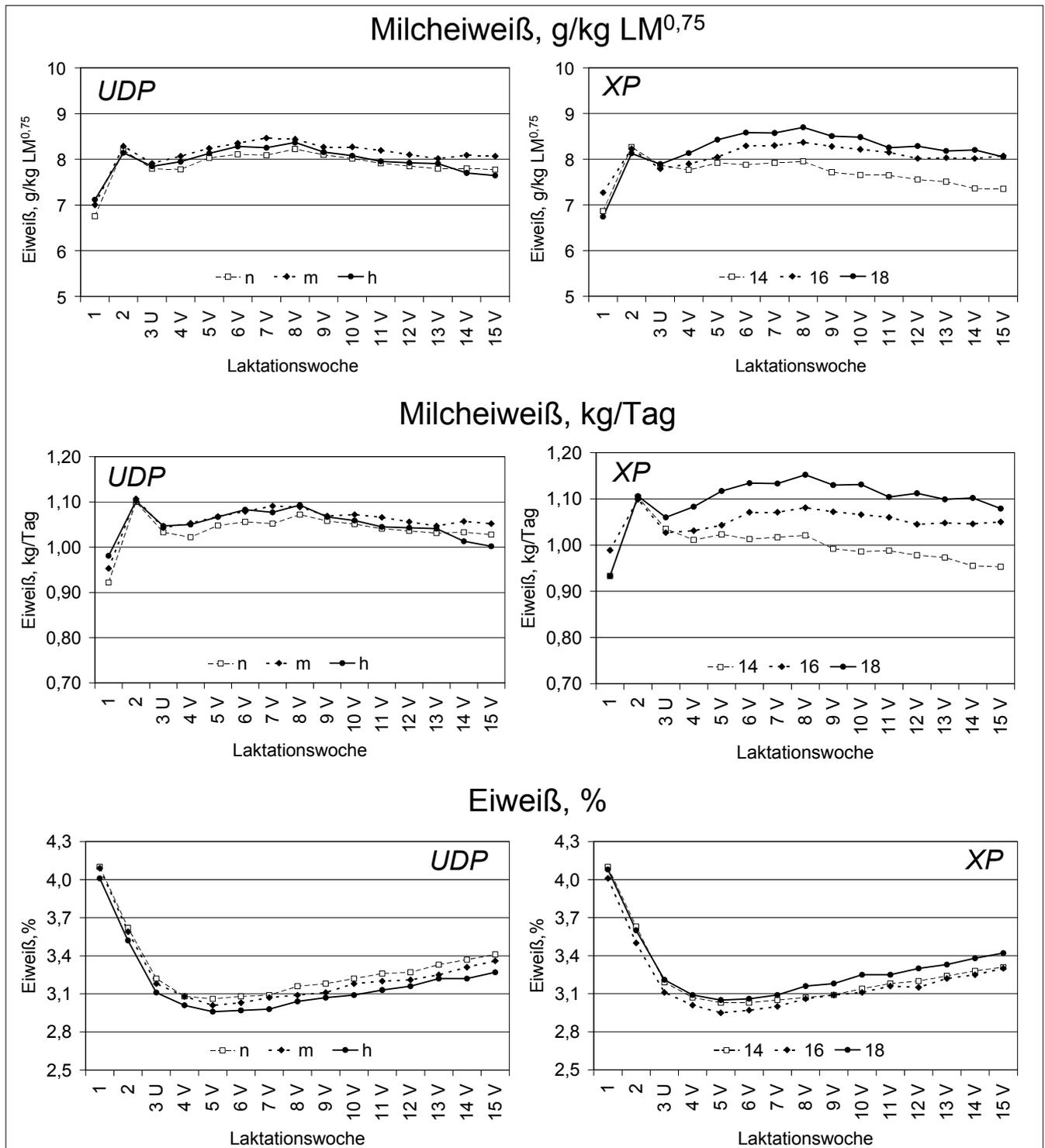


Abbildung 6: Milchleistung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)
 Milk protein yield 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

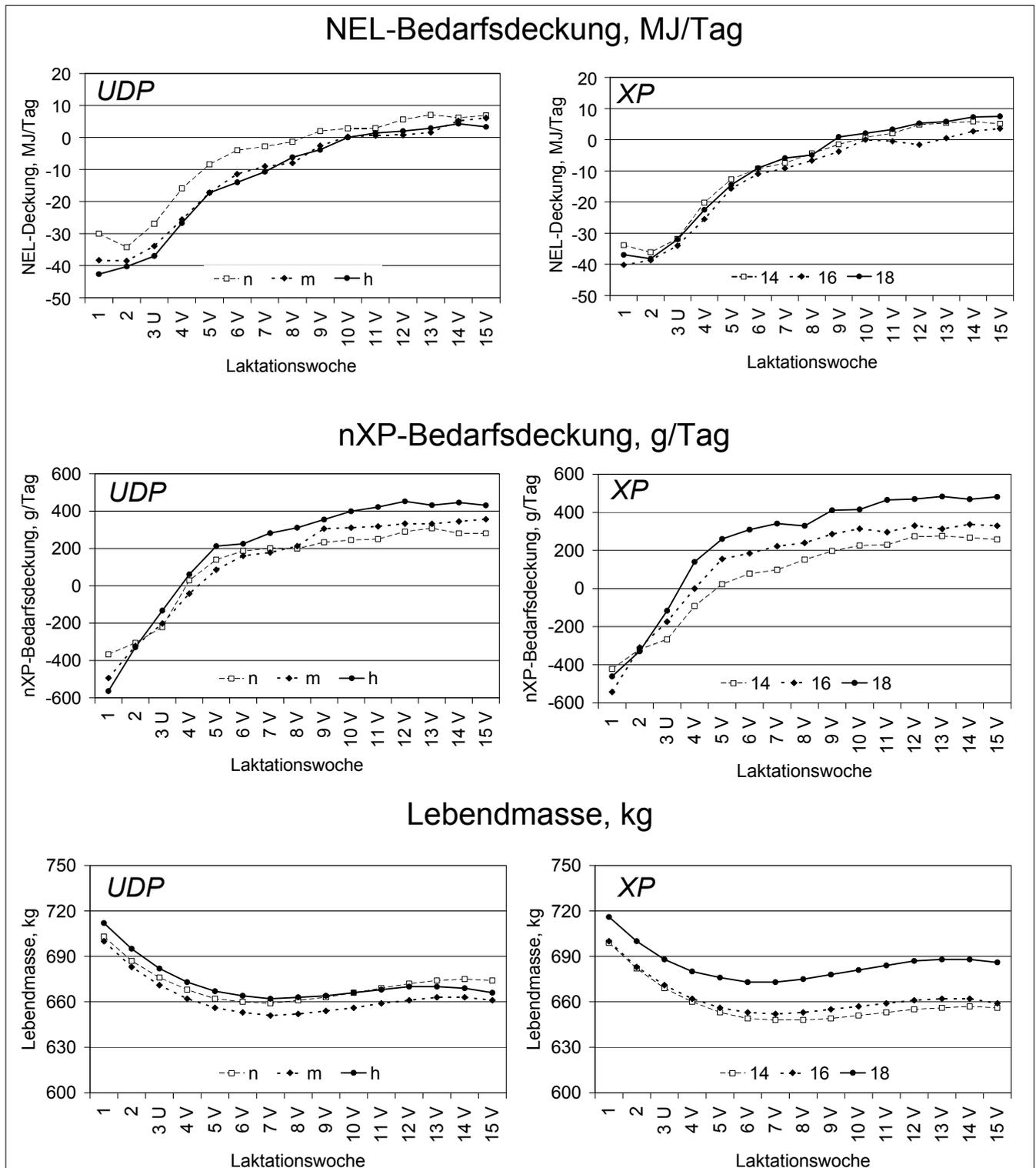


Abbildung 7: Energie- und nXP-Bedarfsdeckung sowie Lebendmasseentwicklung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)

Energy and nXP-supply as well as live weight from 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

Proteinversorgung (14 auf 18 %) tendenziell leicht zurück (*Tabelle 5a*).

Die Versuchsgruppe UDPn wich wie oben bereits angeführt bei hoher Proteinversorgung (18 %) deutlich von den Vergleichsgruppen ab. Bei geringerer Milchleistung erreichten die Kühe dieser Gruppe im Mittel eine positive Energiebilanz.

In allen UDP-Gruppen verloren die Kühe bei hoher Proteingänzung (XP18) von der 3. Laktationswoche bis zum Wendepunkt der LM-Verlaufskurve (51., 49. und 44. Laktationstag in Gruppe 14, 16 bzw. 18 % XP) mit -16 kg am wenigsten Lebendmasse. In den XP-Gruppen 14 bzw. 16 betrug der LM-Verlust relativ zur 3. Laktationswoche -22 bzw. -19 kg.

Die Tiere in XP18 nahmen im weiteren Laktationsverlauf auch wieder etwas rascher an Lebendmasse zu. In der 11. Laktationswoche lag die Lebendmasse der Kühe in den Gruppen XP14, XP16 und XP18 um -16, -12 bzw. -4 kg unter dem Niveau der Laktationswoche 3.

Mit steigender Proteingänzung erhöhte sich die nXP-Bedarfsdeckung von 166 über 250 auf 381 g/Tag. (*Tabelle 5*). Im Laktationsverlauf wurde eine positive nXP-Versorgung bei niedriger Proteinversorgung im Mittel um etwa 1 Woche später (5. statt 4. Laktationswoche) erreicht (*Abbildung 7*).

Im Futter- und Energieaufwand je kg ECM unterschieden sich die Proteinversorgungsniveaus nicht signifikant, demgegenüber stieg der N-Aufwand je kg ECM mit zunehmender XP-Versorgung signifikant an.

Die Energiebedarfsdeckung unterschied sich signifikant zwischen den Rassen (*Tabelle 5*).

Die HF-Kühe wiesen praktisch über die gesamte Versuchsdauer eine um 5 - 8 MJ NEL geringere tägliche Energiebedarfsdeckung als die FV- und BV-Kühe auf, welche auf vergleichbarem Niveau lagen. In der Lebendmasseentwicklung (relativ zur Lebendmasse in der 3. Laktationswoche) spiegelte sich die unterschiedliche Energiebedarfsdeckung jedoch nicht wider. Alle 3 Rassen hatten im Mittel in der 7. Laktationswoche die geringste Lebendmasse und nahmen von Laktationswoche 3 bis 7 rund 18 kg Lebendmasse ab.

3.3 Physiologische Parameter, Fruchtbarkeitsergebnisse und N-Ausscheidungen

3.3.1 Physiologische Parameter

Mit Ausnahme des Blutharnstoffgehalts und des P-Gehalts im Blut wurden die untersuchten physiologischen Parameter im Blut und im Harn weder vom Proteinversorgungsniveau noch vom UDP-Anteil im Kraftfutter im Mittel über die gesamte Versuchsdauer und auch nicht im Laktationsverlauf signifikant beeinflusst (*Tabelle 6*). Der Blutharnstoffgehalt wurde, wie auch der Milchlarnstoffgehalt, nicht von der Zusammensetzung des Proteinkraftfutters beeinflusst. Demgegenüber lag der Blutharnstoffgehalt bei hoher Proteinversorgung über die gesamte Versuchsdauer mit 30 - 35 mg/100 ml auf höherem Niveau als in den Gruppen XP14 und XP16, wo dieser zwischen 15 - 20 bzw. zwischen 25 - 30 mg/100 ml variierte (*Abbildung 8*).

Hinsichtlich der im Versuch eingesetzten Rassen konnte bei einigen untersuchten physiologischen Parametern ein Rassen Einfluss ermittelt werden (*Tabelle 6*).

3.3.2 Fruchtbarkeitsparameter

In den *Tabellen 7* und *7a* sind die wichtigsten Fruchtbarkeitskennzahlen zusammengefasst. Bei allen untersuchten Parametern konnten auf Grund der großen Streuung keine signifikanten Einflüsse der Proteinversorgung festgestellt werden. In allen Untergruppen zeigte sich beim Besamungsindex (Anzahl der Besamungen pro trächtiger Kuh) in UDPn ein leichter Trend zu schlechteren Ergebnissen.

3.3.3 N-Ausscheidungen und N-Verwertung

Die Ergebnisse zu den N-Ausscheidungen und der N-Verwertung sind in *Tabelle 5* und *Tabelle 5a* angeführt. Die Proteinkraftfutterzusammensetzung beeinflusste die N-Ausscheidungen und die N-Verwertung nicht signifikant. Im Mittel schieden die Kühe pro Tier und Tag 400 g N (33,6 kg N im Versuchszeitraum) aus und die N-Verwertung (N-Milch in % der N-Aufnahme) lag bei 30 %. Demgegenüber erhöhten sich mit steigender Proteinversorgung die N-Ausscheidungen von 323 g über 398 g auf 478 g linear. Über die gesamte

Versuchsperiode entsprach dies einer Zunahme der N-Ausscheidung von 27,1 auf 33,4 bzw. 40,2 kg pro Tier. Die N-Verwertung ging dadurch von 33 über 30 auf 27 % linear zurück. In der N-Verwertung schnitten die HF-Kühe (31 %) besser als die BV-Kühe (30 %) und FV-Kühe (29 %) ab.

3.4 Ökonomische Bewertung

Wie die Ergebnisse in *Tabelle 8* zeigen, erzielte bei den Kraftfuttermischungen die Variante UDPm die größte Differenz zwischen Milcherlös und Futterkosten. Die Mischungen UDPn und UDPh lagen auf vergleichbarem Niveau. Würde man dabei nur bei Einsatz der UDPn-Mischung den GVO-Verzichtszuschlag abziehen, so würde diese Variante deutlich abfallen.

Mit steigender XP-Versorgung wurde, unabhängig von den unterstellten Grundfutterkosten und Kraftfuttermischungen, eine Verbesserung der Spanne zwischen Milcherlös und Futterkosten festgestellt. Bei unterstellten Grundfuttervollkosten und Berücksichtigung des GVO-Verzichtszuschlages erhöhte sich die Spanne zwischen Milcherlös und Futterkosten von 755 Euro (XP14) über 816 Euro (XP16) auf 854 Euro (XP18) pro Kuh und Versuchsperiode.

Bei den im Versuch eingesetzten Rassen erzielten die HF-Tiere die größte Differenz zwischen Milcherlös und Futterkosten.

3.5 Pansenparameter – pansenfistulierte Rinder

Die Mittelwerte der bei den pansenfistulierten Ochsen erhobenen Pansenparameter sind in *Tabelle 9* zusammengefasst bzw. in den *Abbildungen 9* und *10* dargestellt.

Der pH-Wert der Pansensaftproben wurde weder von der UDP-Gruppe noch von der XP-Versorgung signifikant beeinflusst. Der NH₃-Gehalt ging von UDPn auf UDPm um 1,5 mmol/l (19,1 auf 17,6 mmol/l) und von UDPm auf UDPn um weitere 0,9 mmol/l (16,7 mmol/l in UDPn) signifikant zurück. In UDPm und UDPn lag die NH₃-Konzentration um 8 bzw. 13 % unter der in Gruppe UDPn. In allen Fütterungsgruppen wurden jeweils 3 - 4 Stunden nach Fütterungsbeginn die höchsten NH₃-Konzentrationen im

Tabelle 6: Physiologische Parameter in Blut und Harn (Haupteffekte)
Physiological parameters in blood and urine (main effects)

	UDP			XP				Rasse (R)			P-Werte			
	n	m	h	14	16	18	FV	BV	HF	s _e	UDP	XP	R	UDP × XP
Blutparameter														
Harnstoff	27,0	26,4	27,2	20,4	27,5	33,0	26,9	29,5	24,5	3,1	0,466	< 0,001	< 0,001	0,854
Creatinin	1,19	1,16	1,19	1,19	1,17	1,18	1,32	1,18	1,03	0,11	0,567	0,658	< 0,001	0,273
Gesamtbilirubin	2,57	2,65	2,89	2,64	2,71	2,77	2,83	2,53	2,75	0,61	0,087	0,639	0,159	0,077
P	1,84	1,76	1,80	1,79	1,79	1,83	1,83	1,81	1,77	0,09	0,038	0,171	0,218	0,017
Ca	2,48	2,46	2,46	2,47	2,49	2,46	2,45	2,51	2,47	2,62	0,403	0,254	0,056	0,907
Mg	1,15	1,15	1,17	1,15	1,16	1,17	1,13	1,21	1,14	0,69	0,414	0,536	< 0,001	0,029
GGT	13,4	12,5	12,4	13,1	12,5	12,7	12,8	12,2	13,2	2,2	0,106	0,495	0,243	0,645
GOT	40,3	43,7	42,8	43,0	42,0	41,8	39,7	46,2	40,9	9,4	0,305	0,862	0,025	0,890
GLDH	7,9	8,2	8,4	8,1	8,0	8,4	8,3	8,9	7,3	3,1	0,810	0,880	0,179	0,074
βHBS	1,41	1,56	1,54	1,43	1,57	1,52	1,42	1,62	1,47	0,56	0,489	0,582	0,399	0,834
Glucose (Vollblut)	47,2	46,6	46,1	47,0	46,1	46,8	48,2	44,9	46,7	4,9	0,624	0,720	0,041	0,870
Harnparameter														
pH	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	0,1	0,341	0,355	0,432	0,566
Basengehalt	202	211	204	209	214	193	200	222	195	27	0,308	0,007	0,003	0,045
Säuregehalt	68,6	62,4	61,6	66,3	65,2	61,2	67,6	64,9	601,2	20,8	0,334	0,590	0,367	0,504
Ammoniumstickstoff	6,8	6,8	7,2	6,2	7,1	7,5	7,2	7,6	6,1	2,6	0,781	0,103	0,119	0,616
Netto-Säuren-														
Basenausscheidung	126	142	135	137	142	125	125	150	128	30	0,100	0,066	0,015	0,041
Basen-Säure-Quotient	3,01	3,24	3,18	3,07	3,17	3,21	3,06	3,38	3	0,34	0,137	0,492	0,031	0,208
Ketonkörper	0,60	0,70	0,74	0,81	0,71	0,53	0,45	0,72	0,87	0,84	0,814	0,399	0,135	0,413

Tabelle 7: Fruchtbarkeitsparameter (Haupteffekte)
Fertility parameters (main effects)

	UDP			XP				Rasse (R)			P-Werte			
	n	m	h	14	16	18	FV	BV	HF	s _e	UDP	XP	R	UDP × XP
Remontierung ¹⁾	24	34	35	28	23	43	25	39	29	46	0,524	0,170	0,493	0,834
vorgesehen ¹⁾	14	22	18	16	19	20	17	19	20	40	0,732	0,929	0,939	0,909
Besamungsindex ²⁾	2,2	2,3	2,9	2,7	2,2	2,5	2,6	2,7	2,1	1,3	0,128	0,302	0,221	0,907
Zwischenkalbezeit ²⁾	397	384	412	409	387	397	395	410	389	52	0,233	0,326	0,552	0,657
Rastzeit ²⁾	68	65	64	68	66	63	58	71	68	18	0,693	0,645	0,047	0,120
Güsterzeit ²⁾	111	98	125	122	102	110	105	124	105	51	0,216	0,382	0,545	0,753
Verzögerungszeit ²⁾	43	33	61	54	36	47	47	53	37	47	0,144	0,406	0,579	0,958
Rastzeit														
(Güsterzeit < 105 Tage) ²⁾	63	62	54	56	65	57	53	57	68	14	0,393	0,261	0,051	0,766

¹⁾ im weiteren Laktationsverlauf (nach Versuchsende)

²⁾ der nicht abgegangenen Kühe

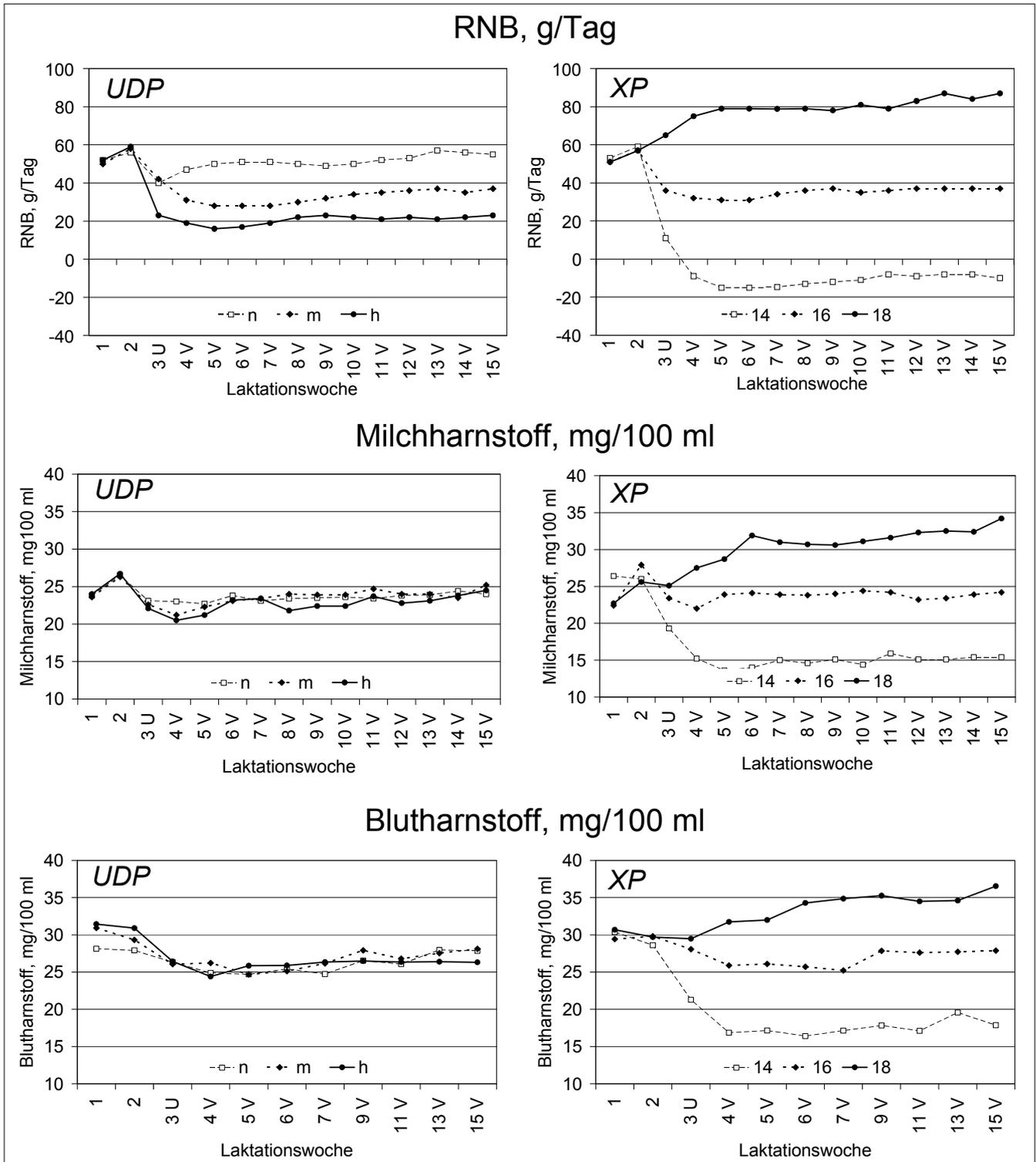


Abbildung 8: Ruminale N-Bilanz (RNB), Milch- und Blutharnstoffgehalt 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)

Ruminal N balance (RNB), milk and blood urea content from 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

Pansensaft festgestellt (Abbildung 10). Der UDP-Anteil im Kraftfutter hatte keinen Einfluss auf die weiteren erhobenen Pansenparameter. Mit steigender Proteinversorgung erhöhte sich in allen UDP-Gruppen die NH₃-Konzentration

signifikant. In den Hauptgruppen lag die NH₃-Konzentration in XP16 um 16 % und in XP18 um 33 % über der Gruppe XP14. Die NH₃-Konzentration betragen 15,3 mmol/l in XP14, 17,7 in XP16 und 20,4 mmol/l in XP18.

Bei hoher XP-Versorgung war in den Untergruppen UDPn und UDPm die Konzentration an Essig-, Propion- und Buttersäure jeweils leicht erhöht. In den Untergruppen UDPh wurde dieser Effekt demgegenüber nicht festgestellt.

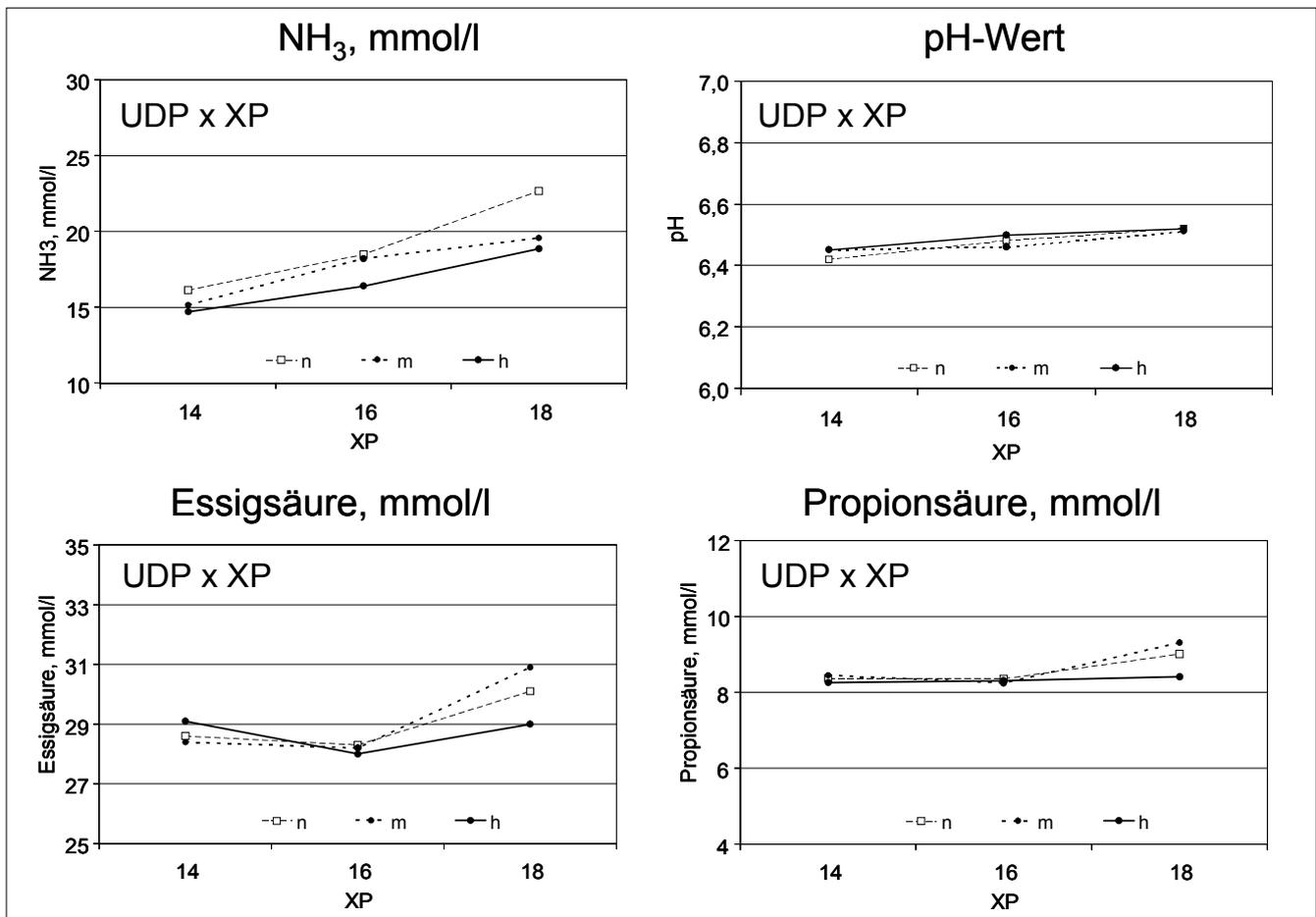


Abbildung 9: Pansenparameter (pansenfistulierte Rinder)
Parameters of ruminal fermentation (ruminally fistulated cattle)

4. Diskussion

Der vorliegende Versuch zur Proteinversorgung von Milchkühen wurde mit multiparen Kühen (Ø 3,3 Laktationen) im ersten Laktationsdrittel (21. - 105. Laktationstag) durchgeführt. Zu Laktationsbeginn bzw. bei hoher Milchleistung ist die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) ein für die Nährstoffbedarfsdeckung bzw. Leistung begrenzender Faktor (FLACHOWSKY et al. 2000, STEINWIDDER 1997, STEINWIDDER und GRUBER 2001). Durch die enge Beziehung von Energieaufnahme und mikrobieller Proteinsynthese wird die Proteinversorgung des Tieres durch die niedrige Futteraufnahme und die daraus resultierende eingeschränkte Mikrobenproteinsynthese limitiert. In diesem Fall werden in der Fütterung Kraftfuttermischungen mit höheren nXP-Gehalten und Proteinkomponenten mit höheren UDP-Anteilen empfohlen. Vor allem bei Grünland-Grundfütterungen, wo

mit steigender XP-Versorgung häufig Stickstoffüberschüsse im Pansen auftreten, wird dem UDP-Anteil besondere Beachtung geschenkt. Es wird auch der Einsatz von „pansenstabilen“ Proteinen bzw. Aminosäuren diskutiert, um die damit verbundenen Stickstoffüberschüsse im Pansen zu verhindern und gleichzeitig eine bedarfsgerechte Versorgung mit Aminosäuren zu erreichen. In Literaturübersichtsarbeiten zum Einsatz geschützter Proteine bzw. Aminosäuren werden jedoch keine eindeutig positiven Ergebnisse beschrieben (JOCHMANN et al. 1996, FLACHOWSKY et al. 2000). STEINWIDDER und GRUBER (2000a) konnten zeigen, dass das französische PDI- und das holländische DVE-Proteinbewertungssystem den Einsatz von höheren Proteinkraftfuttermengen bzw. eine höhere UDP-Versorgung erfordern würden.

In amerikanischen Normen sowie in der Fütterungspraxis werden zu Laktationsbeginn relativ hohe Rohproteinkonzent-

rationen erreicht, wobei mit steigendem UDP-Anteil die XP-Konzentration deutlich reduziert werden kann (HUTJENS 1996, NRC 2001). Im Vergleich dazu ergeben sich nach den nXP-Versorgungsempfehlungen der GfE (2001), je nach UDP-Anteil in der Ration, um etwa 1 % (0 - 2 %) geringere Rohproteinkonzentrationen in der Gesamtration.

Im zweifaktoriellen Versuch sollten darauf aufbauend drei Proteinversorgungsniveaus (14, 16 und 18 %) sowie drei Kraftfuttermischungen mit unterschiedlichen errechneten UDP-Anteilen (20, 29 und 43 %) geprüft werden. Um auch im niedrigen Proteinversorgungsniveau eine Differenzierung in der UDP-Versorgung über die Kraftfuttermischungen zu erreichen, wurde bei der Grünlandration auf Heu und Grassilage mittlerer Qualität (niedriger XP-Gehalt) zurück gegriffen. Da die Mehrzahl der Versuchstiere in der Trockenstehzeit vor Versuchsbeginn in einem Versuch zum Einsatz saurer Salze standen, wurden die

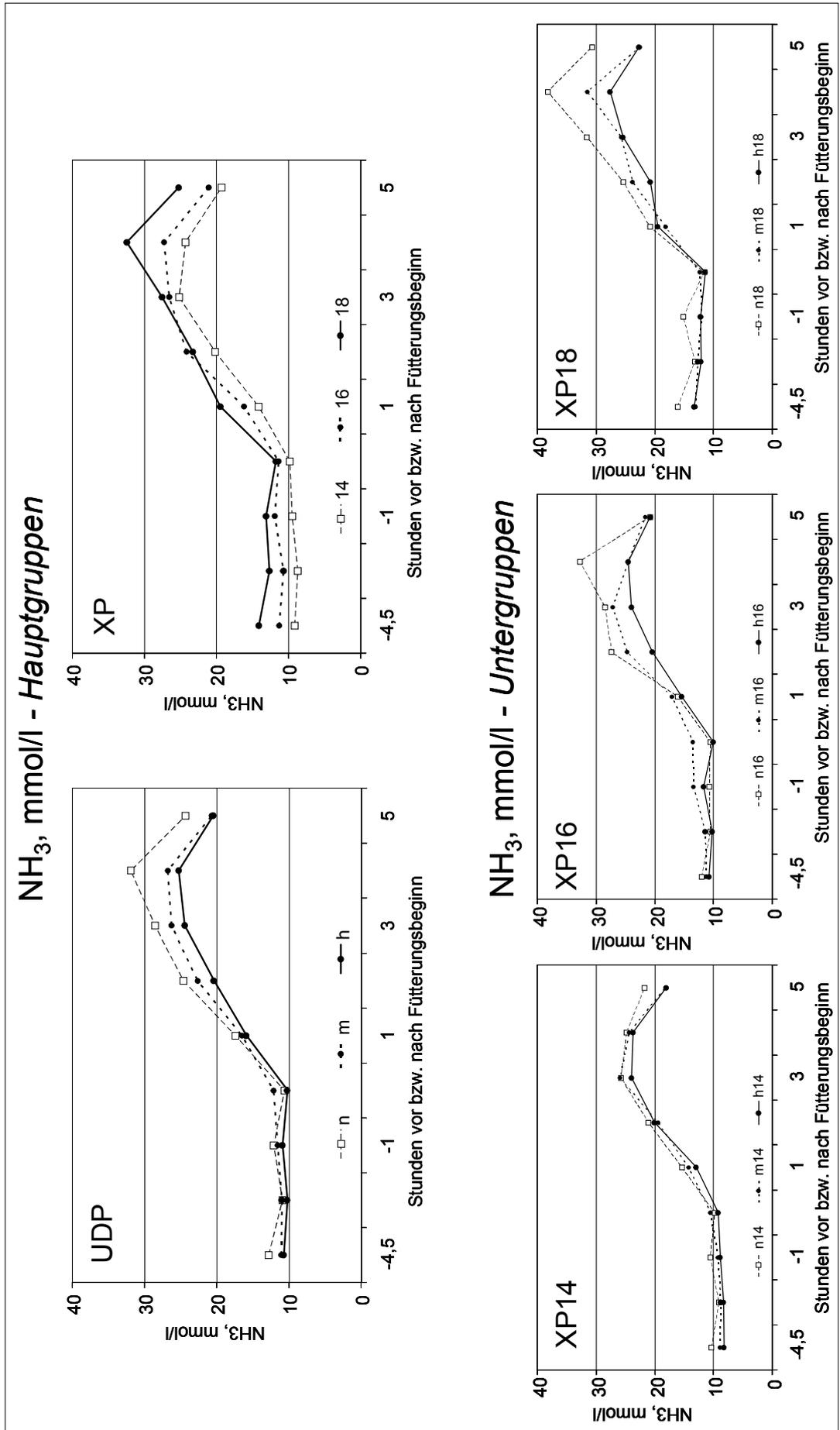


Abbildung 10: NH₃-Konzentration im Pansensaft (pansenfistulierte Rinder)
 NH₃-concentration in the rumen liquor (ruminally fistulated cattle)

Tabelle 8: Ökonomische Effekte – Milcherlös und Futterkosten (Haupteffekte)
Economic evaluation – milk proceeds and costs for feedstuffs (main effects)

	UDP			XP				Rasse (R)		
	n	m	h	14	16	18	FV	BV	HF	
Futterkosten										
variable Grundfutterkosten	110,5	109,8	111,7	108,4	111,3	112,0	110,4	111,0	110,5	
Vollkosten Grundfutter	162,0	160,5	162,7	157,6	162,5	165,0	161,9	160,9	162,4	
Kraft- und Mineralfutterkosten	265,0	287,6	285,8	262,8	278,1	297,1	273,5	270,8	293,8	
Milcherlös										
Milcherlös ohne GVO verz. Zuschlag	42,83	42,91	41,74	42,20	41,93	43,19	42,54	43,2	41,73	
Milcherlös mit GVO verz. Zuschlag	43,83	43,91	42,74	43,20	42,93	44,19	43,54	44,2	42,73	
Milcherlös ohne GVO verz. Zuschlag	1.177,2	1.221,9	1.198,4	1.125,8	1.205,3	1.263,6	1.139,5	1.180,1	1.275,9	
Milcherlös mit GVO verz. Zuschlag	1.204,7	1.250,4	1.227,1	1.152,5	1.234,0	1.292,9	1.166,3	1.207,4	1.306,5	
Differenz (Milcherlös - Futterkosten)										
Ohne GVO verz. Zuschlag - GF-Vollkosten	750	774	750	705	765	802	704	748	820	
Ohne GVO verz. Zuschlag - variable GF-Kosten	802	824	801	755	816	854	756	798	872	
Mit GVO verz. Zuschlag - GF-Vollkosten	778	802	779	732	793	831	731	776	850	
Mit GVO verz. Zuschlag - variable GF-Kosten	802	824	801	755	816	854	756	798	872	

Tabelle 9: Parameter der Pansenfermentation – pansen fistulierte Rinder
Parameters of ruminal fermentation – ruminally fistulated cattle

	UDP			XP				UDP x XP				P-Werte							
	n	m	h	14	16	18	n14	n16	n18	m14	m16	m18	h14	h16	h18	s ₀	UDP	XP	UDP x XP
pH-Wert frisch	6,5	6,5	6,5	6,4	6,5	6,5	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	0,2	0,896	0,179	0,983
pH-Wert nach Gefrierlagerung	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,4	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	0,3	0,908	0,495	0,833
NH ₃	19,1	17,6	16,7	15,3	17,7	20,4	16,1	18,5	22,7	15,1	18,2	19,6	14,7	16,4	18,9	2,5	0,001	<0,001	0,349
Essigsäure	29,0	29,2	28,7	28,7	28,2	30,0	28,6	28,3	30,1	28,4	28,2	30,9	29,1	28,0	29,0	2,9	0,820	0,039	0,688
Propionsäure	8,6	8,7	8,3	8,4	8,3	8,9	8,4	8,4	9,0	8,5	8,3	9,3	8,3	8,3	8,4	0,9	0,311	0,022	0,563
Buttersäure	6,7	6,8	6,7	6,8	6,5	7,0	6,7	6,6	6,9	6,6	6,6	7,2	6,9	6,3	6,8	0,7	0,817	0,018	0,559

Kühe in den ersten 2 Laktationswochen einheitlich gefüttert und vom 14. bis 21. Laktationstag auf die Versuchsrationen umgestellt. Entsprechend dem Versuchsplan standen in allen Versuchsgruppen 12 Milchkühe vom 21. - 105. Laktationstag im Versuch. Durch die dreimal wöchentliche Rationsanpassung konnte in allen Versuchsgruppen das angestrebte XP-Versorgungsniveau (14, 16 bzw. 18 %) sehr genau erreicht werden. Bei der Versuchsplanung wurde bei der Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen (EKF, UDPn, UDPm, UDPh) neben der Differenzierung der Rohproteinabbaubarkeit im Pansen ein Energiegehalt von 8 MJ NEL je kg Trockenmasse angestrebt. Der tatsächlich festgestellte Energiegehalt der Mischungen variierte zwischen 7,8 und 8,2 MJ NEL (EKF 7,81, UDPn 7,95, UDPm 8,21 und UDPh 8,06 MJ NEL/kg T). Der errechnete Anteil an Methionin+Cystin im Rohprotein lag in UDPn etwas unter dem von UDPm, UDPh und EKF. Demgegenüber war der Lysinanteil in UDPn über dem der anderen Kraftfutterkomponenten. Die Einteilung der Versuchstiere in die Versuchsgruppen erfolgte entsprechend der Rasse, der bisherigen Milchleistung und der Laktationszahl. Bei der Interpretation der Versuchsergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Lebendmasse der Kühe im hohen XP-Niveau etwas über der in den Vergleichsgruppen lag. Es wurden daher bei der Auswertung die Ergebnisse mehrfach auch auf die metabolische Lebendmasse (LM^{0,75}) bezogen. Die Kraftfutterergänzung wurde in den ersten vier Laktationswochen entsprechend einer Steigerungskurve erhöht. Danach wurde bei der Rationsvorschrift eine bedarfsgerechte Energieversorgung angestrebt, wobei jedoch ein Kraftfutteranteil von mehr als 45 % an der Gesamtration, auch bei errechneter energetischer Unterversorgung, nicht überschritten werden sollte. Trotz dieser Vorgangsweise ließ sich damit eine geringfügige Erhöhung des Kraftfutteranteils mit steigender Milchleistung nicht vollständig vermeiden.

Der unterschiedliche UDP-Anteil im Kraftfutter (UDPn, UDPm, UDPh) hatte zwar auf die errechnete RNB (+52, +32, +20 g N/Tag) sowie auf die UDP- (731, 836, 928 g/Tag) und nXP-Aufnahme (3.279, 3.348, 3.415 g nXP/Tag) einen

signifikanten Einfluss, wirkte sich jedoch nicht auf die Grund- und Kraftfutter- sowie Energieaufnahme (22,1 kg T/Tag bzw. 168 - 170 g T/kg LM^{0,75}) aus. Nur bei hoher XP-Versorgung wurde ein Einfluss des Proteinkraftfutters auf die Milch- und Eiweißleistung festgestellt. Hier fiel in der Gruppe UDPn die Milchleistung gegenüber UDPm und UDPH ab. Bei einer XP-Konzentration von 14 bzw. 16 % lag die Milchleistung aller drei Mischungen, innerhalb des selben XP-Versorgungsniveaus, auf gleicher Höhe. Eine Erklärung für den Milchleistungsrückgang in UDPnXP18 könnte die Zusammensetzung der Proteinkraftfuttermischung UDPn (66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen, 14 % Weizenkleie) liefern. Im Mittel nahmen die Kühe dieser Gruppe täglich 5,7 kg T Erbsen und 1,7 kg T Rapskuchen auf. In Kombination könnten die Gehalte an antinutritiven Inhaltsstoffen die Nährstoffverwertung negativ beeinflusst haben (JEROCH et al. 1999, HOFFMANN und STEINHÖFEL 2005).

Wie die Ergebnisse der pansenfistulierten Ochsen zeigen, ging mit steigendem UDP-Anteil im Kraftfutter die NH₃-Konzentration im Pansensaft von UDPn auf UDPm im Mittel um 8 % bzw. von UDPn auf UDPH um 13 % zurück. Dieser bei den Ochsen ermittelte Effekt spiegelte sich jedoch nicht, wie zu erwarten gewesen wäre, im Blut- und Milchnharnstoffgehalt der Milchkühe wider. Die Blut- und auch die Milchnharnstoffgehalte der UDP-Gruppen aller XP-Versorgungsniveaus lagen auf vergleichbarem Niveau. Die Erhöhung der UDP-Versorgung von UDPm auf UDPH (geschützter Sojaextraktionsschrot) hatte auch keinen Effekt auf die Milchleistung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Kühe im vorliegenden Versuch im Mittel bereits ab der 4. - 5. Laktationswoche (ab 1. - 2. Versuchswoche) eine bedarfsdeckende nXP-Versorgung erreichten bzw. überschritten. Vergleichbare Ergebnisse werden von ALERT (2004) beschrieben. Der Autor tauschte in drei Fütterungsversuchen mit frischlaktierenden Milchkühen bei maissilagebetonter Grundfutterzusammensetzung jeweils Sojaextraktionsschrot gegen pansengeschützten Sojaextraktionsschrot (BioprofinS bzw. SoyPass) bzw. pansengeschützten Rapsxpeller (RaPass) aus. In allen

drei Versuchen wurde die Milchleistung durch den Einsatz der geschützten Proteinquellen nicht signifikant beeinflusst. Bei Einsatz von SoyPass stieg die Milchleistung leicht um 2 % relativ zur Soja-Kontrollgruppe und erhöhte sich die Eiweißmenge um 9,2 kg in den ersten 120 Laktationstagen. Wie in der vorliegenden Untersuchung kam es zu keiner Beeinflussung des Milchnharnstoffgehalts sowie der untersuchten Leberstoffwechselfparameter. OLMOS COLMENERO und BRODERICK (2006a) verglichen mit hochleistenden Milchkühen (40 kg/Tag) auf drei Proteinversorgungsniveaus (15,6, 16,6 bzw. 17,6 %) Rationen mit differenzierter UDP-Versorgung (Sojaprotein unterschiedlicher Pansenabbaubarkeit). Vergleichbar mit der vorliegenden Untersuchung konnte bei 15,6 % XP trotz höherem UDP-Anteil im Kraftfutter ein Milchleistungsrückgang nicht verhindert werden. Bei 16,6 % XP-Versorgung hatte der UDP-Anteil keinen Einfluss auf Leistung und Futtereffizienz. Die Erhöhung der XP-Versorgung von 16,6 auf 17,6 % – über höhere RDP-Versorgung – führte zu einem leichten Anstieg der Futtermittelaufnahme, hatte aber keinen Einfluss auf die Milchleistung und erhöhte die N-Ausscheidungen und den Futteraufwand. Die Autoren vermuten, dass der fehlende Effekt der UDP-Versorgung auf die Leistung auf ein zu geringes Methioninangebot zurückzuführen war. Methionin wird bei sojabetonter Proteinergänzung als erstlimitierende Aminosäure beschrieben (CASPER und SCHINGOETHE 1988). Auch im vorliegenden Versuch könnte bei niedriger XP-Versorgung in den ersten Laktationswochen die Methioninversorgung leistungslimitierend gewesen sein.

Demgegenüber konnten KALSCHUR et al. (1999) zu Laktationsbeginn bei reduzierter XP-Versorgung durch Erhöhung des UDP-Anteils einen positiven Effekt auf die Milchleistung feststellen. Die Autoren führten 3 Fütterungsversuche zu unterschiedlichen Laktationszeitpunkten (4. - 14. Woche, 19. - 29. Woche, 34. - 44. Woche) durch und verglichen dabei zwei Proteinniveaus bzw. drei UDP-Anteile bei niedriger Proteinversorgung. Zu Laktationsbeginn stieg die Milchleistung bei Erhöhung der Proteinversorgung von 15,2 % XP

auf 17,4 % XP an. Durch Erhöhung des UDP-Anteils von UDPn über UDPm auf UDPH nahm die Milchleistung im Proteinversorgungsniveau 15,2 % zu, lag aber auch in Untergruppe UDPH noch unter dem Niveau der Kontrollgruppe, welche eine Ration mit 17,4 % XP erhielt. In der Futtermittelaufnahme konnten keine gesicherten Gruppenunterschiede festgestellt werden, obwohl die Kühe in der Kontrollgruppe (XP 17,4 %) bzw. Versuchsgruppe XP 15,2 % UDPm tendenziell die höchsten Futtermittelaufnahmen erreichten. Zu Laktationsmitte (2. Versuch) hatte weder die Proteinversorgung (15,2 bzw. 13,3 % XP) noch der UDP-Anteil einen signifikanten Einfluss auf Futtermittelaufnahme und Milchleistung. Zu Laktationsende war im hohen Proteinversorgungsniveau (14,2 bzw. 12,6 % XP) die Futtermittelaufnahme und Lebendmassezunahme erhöht, es zeigte sich aber kein Einfluss auf die Milchleistung. Mit steigendem UDP-Anteil gingen der Milchlaktat- und der Milcheiweißgehalt sogar zurück.

Im Gegensatz zum UDP-Anteil im Kraftfutter beeinflusste im vorliegenden Versuch das Proteinversorgungsniveau die Futtermittelaufnahme, die Milchleistung, den Milch- und Blutharnstoffgehalt und die N-Ausscheidungen signifikant. In den Untersuchungen mit den pansenfistulierten Ochsen nahm mit steigender XP-Versorgung der NH₃-Gehalt im Pansensaft zu und erhöhte sich bei hoher XP-Versorgung auch die Essigsäure-, Propionsäure- und Buttersäurekonzentration leicht. Die Erhöhung der XP-Versorgung von 14 über 16 auf 18 % führte bei den Milchkühen zu einer Zunahme der Gesamtfuttermittelaufnahme von 165 über 170 auf 172 g/kg LM^{0,75} (21,3, 22,1 bzw. 22,9 kg T), wobei die Grundfutttermittelaufnahme leicht und die Kraftfutttermittelaufnahme signifikant anstiegen. Die Tiere verloren zu Versuchsbeginn in XP18 auch etwas weniger Lebendmasse und nahmen im weiteren Versuchsverlauf auch wieder stärker zu. GRUBER et al. (2004, 2005) konnten bei der Auswertung eines umfangreichen Datenmaterials aus Fütterungsversuchen in Deutschland, Österreich und der Schweiz ebenfalls einen deutlichen Effekt der Proteinversorgung (XP/NEL-Verhältnis) auf die Futtermittelaufnahme von Milchkühen feststellen. Die Futtermittelaufnahme wurde in dieser Auswertung deutlich mehr

vermindert, wenn der Proteingehalt abnahm, als die Futteraufnahme zunahm, wenn der Proteingehalt erhöht wurde. Die Autoren führen diesen kurvilinearen Zusammenhang auf den N-Stoffwechsel im Pansen, mit Auswirkungen auf die Pansenfermentation bei zunehmender N-Unterversorgung, zurück. RIEMEIER et al. (2004) konnten diesbezüglich bei Milchkühen zeigen, dass bei deutlich negativer RNB (-0,6 g/MJ ME) die Menge an fermentierbarer organischer Masse im Pansen und die mikrobielle Proteinsynthese zurückgehen. In Untersuchungen von KRÖBER et al. (1999) führte die Reduktion des XP-Angebots von ca. 14 auf 11 % in der Trockenmasse zu einer tendenziellen Abnahme der Verdaulichkeit der OS sowie der XF-Fraktion und zu einem signifikanten Rückgang der Futteraufnahme. Der Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft lag in der Gruppe mit hoher XP-Versorgung tendenziell auf höherem Niveau. Neben diesen Effekten, die bei negativer RNB auftreten können, werden aber auch metabolische Wirkungen bei steigender XP- bzw. Aminosäurenversorgung und einem daraus folgenden Milchleistungsanstieg diskutiert (OLDHAM und SMITH 1980, FAVERDIN et al. 2003). Mit Ausnahme der Ergebnisse in UDPnXP18 führte auch im vorliegenden Versuch die XP-Steigerung von 14 über 16 auf 18 %, trotz errechneter positiver nXP-Bilanz ab Versuchswoche 2, zu einem signifikanten Anstieg der Milch- und Eiweißleistung. Ohne Berücksichtigung der Untergruppe UDPnXP18 stieg die Eiweißleistung (kg/Tag, g/kg LM^{0,75}) je 1 % XP-Steigerung um 2,5 - 3,5 % (relativ zu Versorgungsniveau 14 %) nahezu linear von 14 auf 18 % XP-Gehalt in der Gesamtration an. Die ECM-Leistung stieg in Gruppe UDPn von 31,9 (XP14) auf 33,5 kg (XP16), in UDPm von 31,5 (XP14) über 35,3 (XP16) auf 36,6 kg (XP18) und in UDPh von 32,2 (XP14) über 34,4 (XP16) auf 36,1 kg/Tag in Gruppe XP18 an.

Mit Ausnahme von UDPnXP18 stieg auch die Milchfettleistung von niedrigem XP- auf das hohe XP-Niveau an. Der Futter- und Energieaufwand je kg ECM wurde vom XP-Versorgungsniveau nicht beeinflusst, war jedoch in den UDPn Gruppen im Vergleich zu den anderen Gruppen leicht erhöht. Der N-Aufwand und die N-Ausscheidungen (323 g (14),

398 g (16) und 478 g/Tier und Tag in XP 18) stiegen jedoch mit zunehmender XP-Versorgung linear an.

Stellt man die vorliegenden Daten den Ergebnissen der Literatur gegenüber, dann zeigt sich ein uneinheitliches Bild. Hinsichtlich N-Effizienz und N-Ausscheidungen wurde in praktisch allen Untersuchungen mit steigender XP-Versorgung ein Rückgang der N-Effizienz und ein Anstieg der N-Ausscheidungen festgestellt (CASTILLO et al. 2001, GRUBER et al. 1991, GRUBER et al. 1997, KLUTH et al. 2003, KRÖBER et al. 1999, MÄNTYSAARI et al. 2004, OLMOS COLMENERO und BRODERICK 2006a, OLMOS COLMENERO und BRODERICK 2006b, VALKENERS et al. 2007, VELIK et al. 2008, ZIJDERVELD und STRAALEN 2007). Bei den Ergebnissen zur Futteraufnahme und Milchleistung werden in der Literatur jedoch indifferente Ergebnisse zum Effekt der XP-Versorgung beschrieben. Dabei muss bei der Interpretation neben der absoluten Höhe der XP-Versorgung auch das Leistungsniveau bzw. Laktationsstadium berücksichtigt werden. In Versuchen mit Tagesmilchleistungen unter 30 kg bzw. ab etwa Laktationsmitte werden im üblichen XP-Versorgungsbereich in der Mehrzahl der Versuche keine wesentlichen Effekte auf die Futteraufnahme und Milchleistung beschrieben. GRUBER et al. (1991) untersuchten im mittleren Leistungsbebereich (20 kg Milch) den Einfluss von drei Proteinversorgungsniveaus (85, 70 und 55 g XP/kg ECM) auf Futteraufnahme, Milchleistung, Nährstoffbedarfsdeckung und N-Ausscheidungen. Sowohl die Milchleistung als auch die Futteraufnahme wurden durch eine reduzierte Proteinversorgung nicht beeinflusst. Die N-Ausscheidungen gingen jedoch mit sinkender Proteinversorgung um 20 bzw. 48 % signifikant zurück. MÄNTYSAARI et al. (2004) erhöhten in einem Fütterungsversuch über die gesamte Laktation die XP-Versorgung von 16 auf 17,5 %. Von Laktationstag 1 bis 200 wurde die Futteraufnahme signifikant mit steigender XP-Versorgung erhöht, im letzten Laktationsdrittel wurde allerdings kein Effekt auf die Futteraufnahme festgestellt. Mit steigender XP-Versorgung wurden die Milch- und Eiweißleistung signifikant und die ECM-

Leistung tendenziell über die gesamte Laktationsperiode erhöht, gleichzeitig wurde damit aber die N-Effizienz verringert. VELIK et al. (2008) variierten in einem Bio-Fütterungsversuch den Rohproteingehalt der Ration (14,3 bzw. 15,9 %) durch teilweisen Austausch einer Getreidemischung durch eine Lupinen-Erbsen-Proteinmischung. Die Gesamtfutter- und Energieaufnahme sowie die Milchleistung wurden nicht beeinflusst. Bei niedrigem XP-Gehalt war der Milcheiweißgehalt höher, der Milchharnstoffgehalt niedriger und die N-Effizienz erhöht. Demgegenüber kam es in Untersuchungen von ETTLE und SCHWARZ (2002) bei einer XP-reichen Grassilage-Heu-Grundfütterration (19,4 bzw. 21,7 % XP) durch Erhöhung der nXP- (bzw. XP-) Versorgung zu einem Anstieg der Futteraufnahme (16,6 auf 17,9 kg T) und zu einer deutlichen Erhöhung der Milchleistung (22,3 auf 26,1 kg). Die Autoren führen den positiven Milchleistungseffekt, trotz deutlich positiver nXP-Versorgung in beiden Versuchsgruppen, auf die bessere Energie- und Nährstoffaufnahme in der proteinreichen Gruppe zurück. SUTTON et al. (1996) führten zu Laktationsbeginn (4. - 18. Laktationswoche, Kühe und Kalbinnen) Untersuchungen zum XP- und Kraftfutterangebot bei Grassilagefütterung durch. Bei einer begrenzten Kraftfutteraufnahme von 6 kg TM wurde die Grund- bzw. Gesamtfutteraufnahme nur tendenziell mit steigendem XP-Angebot (18, 21 und 24 %) in der Gesamtration erhöht. Die Milchleistung stieg in deren Untersuchung jedoch von 26,9 über 28,1 auf 30,9 kg an. ASTON et al. (1998) führten eine vergleichbare Untersuchung auf der Grundfutterbasis Grassilage und begrenzter Kraftfüttergabe (4,5 kg T/Tag) von der 4. bis 21. Laktationswoche durch. Die XP-Versorgung wurde von 16,0 über 18,2 auf 20,6 % gesteigert.

Die Gesamtfutteraufnahme erhöhte sich von der niedrigen auf die mittlere XP-Stufe deutlich und blieb danach auf selbem Niveau (16,7, 18,0 bzw. 18,1 kg T). Die Milchleistung erhöhte sich vom niedrigen XP-Niveau auf das mittlere Niveau um 2,6 kg/Tag und vom mittleren auf das hohe XP-Niveau um 0,9 kg (24,3 kg, 26,9 bzw. 27,9 kg). Im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung, wo ab der 4. - 5. Laktationswoche schon eine über

dem Bedarf liegende nXP-Versorgung errechnet wurde, dürfte es in den Untersuchungen von SUTTON et al. (1996) sowie ASTON et al. (1998) mit steigender XP-Versorgung zu einer verbesserten nXP-Versorgung gekommen sein.

Mit Ausnahme der Versuchsgruppe UDP-nXP18 kam es auch in der vorliegenden Untersuchung mit hochlaktierenden Milchkühen (21. - 105. Laktationstag) trotz bedarfsüberschreitender nXP-Versorgung zu einer deutlichen Erhöhung der Futtermittel- und Milchleistung mit steigendem XP-Angebot. Die errechnete ruminale N-Bilanz war auch bei geringer XP-Versorgung in allen UDP-Gruppen fast ausgeglichen. Wie oben bereits ausgeführt, könnten für den deutlichen und nahezu linearen Anstieg in der Futtermittel- mit steigender XP-Versorgung metabolische Effekte auf die Milchleistung verantwortlich sein (OLDHAM und SMITH 1980, FAVERDIN et al. 2003). Neben dem Einfluss auf die physiologische Sättigung und der damit verbundenen positiven Rückkoppelung auf die Futtermittel- Aufnahme, könnte aber auch die mit steigender Milchleistung höhere Kraftfuttergabe indirekt zur Erhöhung der Gesamtfutter-, Energie- und Nährstoffaufnahme beigetragen haben. Im Versuch erfolgte die individuelle Kraftfutterzuteilung nämlich auch auf Grund der Nährstoffbedarfsdeckung (Milchleistung) der Kühe. Mit steigender Leistung erhielten die Tiere daher auch geringfügig höhere Kraftfuttermengen was den Kraftfutteranteil an der Gesamtration erhöhte. Auf Grund der Mehrzahl an Literaturergebnissen wäre im untersuchten Leistungsbereich bei Steigerung der XP-Versorgung von 16 auf 18 % mit einer Abnahme des XP-Effektes zu rechnen gewesen (BRODERICK 2003, KALSCHUR et al. 1999, OLMOS COLMENERO und BRODERICK 2006a, OLMOS COLMENERO und BRODERICK 2006b, KLUTH et al. 2003). OLMOS COLMENERO und BRODERICK (2006b) stellten bei einer XP-Versorgung von 16,5 % die höchste Futtermittel- und Milchleistung von hochlaktierenden Milchkühen fest. Die N-Ausscheidungen erhöhten sich linear vom geringsten (13,5 % XP) bis zum höchsten XP-Versorgungsniveau (19,4 %). In einer weiteren Untersuchung stellte demgegenüber BRODERICK

(2003) mit steigender XP-Versorgung (15,1 - 18,4 %) eine Erhöhung der Futtermittel- Aufnahme fest, die Milchleistung erhöhte sich aber ab einem XP-Niveau von 16,6 % nicht mehr. ZIJDERVELD und STRAALLEN (2007) stellten bei einer Milchleistung von etwa 30 kg bei reduzierter XP-Versorgung (15 statt 16 %) eine höhere N-Effizienz fest, erzielten bei reduzierter XP-Versorgung aber auch eine geringere Futtermittel- Aufnahme und Milchleistung. KLUTH et al. (2003) untersuchten mit Milchkühen im ersten Laktationsdrittel bei bedarfsgerechter nXP-Versorgung die Einflüsse der XP-Versorgung (17,4 % bzw. 18,6 - 18,3 %) bzw. der RNB (0 bzw. +50 g/Tag) auf die Futtermittel- Aufnahme, Milchleistung und N-Effizienz. Hier war bei hoher XP-Versorgung die Futtermittel- Aufnahme leicht erhöht, die Milchleistung wurde nicht beeinflusst und die N-Ausscheidungen stiegen bei höherer XP-Versorgung an. In Untersuchungen von VALKENERS et al. (2007) zur Wirkung einer steigenden Versorgung von Milchkühen (Milchleistung ca. 30 kg) mit metabolisierbarem Rohprotein (bzw. Stickstoff) erhöhte sich von der geringen auf die mittlere Versorgungsstufe die Milch-N-Leistung, verringerte sich die N-Effizienz und stiegen die N-Ausscheidungen im Harn deutlich aber auch im Kot signifikant vom geringen auf das hohe Versorgungsniveau an.

Fasst man die Literaturdaten und die eigenen Versuchsergebnisse zum Einfluss der Höhe der Proteinversorgung zu Laktationsbeginn zusammen, dann kann im XP-Versorgungsbereich von 14 - 18 % XP/kg T ein positiver Effekt des XP-Angebots auf Futtermittel- Aufnahme und Milchleistung erwartet werden. In der vorliegenden Untersuchung erhöhte sich jedoch mit steigender XP-Versorgung auch der Kraftfuttermiteinsatz, sodass über den Verlauf des XP-Effektes (linear, degressiv) keine abschließenden Aussagen getroffen werden können. Jedenfalls muss mit zunehmenden XP-Aufnahmen mit einem Anstieg der N-Ausscheidungen und einem Rückgang der N-Effizienz für die Milchproteinbildung gerechnet werden.

Die Fruchtbarkeits- und Tiergesundheitsergebnisse wurden in der vorliegenden Untersuchung weder durch die

Proteinversorgung noch den UDP-Anteil (Kraftfutterzusammensetzung) signifikant beeinflusst. Der Besamungsindex war im Mittel auf hohem Niveau und die Fruchtbarkeitsparameter wiesen generell eine große Streuung auf. Der Einsatz von geschütztem Protein hatte keinen positiven Effekt auf die Ergebnisse. Auch die im Harn und Blut erhobenen physiologischen Parameter wurden, mit Ausnahme des Harnstoffgehalts in den XP-Versorgungsstufen, nicht von den Proteinversorgungsniveaus und der Kraftfutterzusammensetzung beeinflusst. Mögliche NH_3 -Überschusseffekte auf Stoffwechsel- und Leber- sowie Fruchtbarkeitsparameter, wie sie in der Literatur teilweise beschrieben werden, wurden nicht festgestellt (BRUCKENTAL et al. 1989, ELROD und BUTLER 1993, FERGUSON et al. 1986, SONDEREGGER und SCHÜRCH 1976, WEEKES et al. 1979, LEONARD et al. 1977, ROSSOW 1980). In diesem Zusammenhang muss berücksichtigt werden, dass selbst bei hoher XP-Versorgung in keiner Gruppe der Blut- und Milchlarnstoffgehalt in kritische Bereiche anstieg.

5. Schlussfolgerungen

UDP-Anteil im Proteinkraftfutter (Proteinkraftfutter-Zusammensetzung)

- Mit Ausnahme der Versuchsgruppe UDPnXP18, wo die Milchleistung im Vergleich zu den anderen Gruppen zurückging, hatte der UDP-Anteil im Kraftfutter bzw. die Proteinkraftfutter-Zusammensetzung keinen Einfluss auf die Futtermittel- Aufnahme und Milchleistung der Kühe. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bereits nach der ersten Versuchswoche (4. - 5. Laktationswoche) eine positive nXP-Bilanz festgestellt wurde.
- Die bei reduzierter XP-Versorgung eingeschränkte Futtermittel- Aufnahme und Milchleistung konnte durch Erhöhung des UDP-Anteils im Kraftfutter nicht verhindert werden.
- Die bei den pansenfistulierten Ochsen festgestellten Einflüsse des UDP-Anteils auf die NH_3 -Konzentration im Pansensaft spiegelten sich im Blut- und Milchlarnstoffgehalte der Kühe nicht wider.

- Stellt man dem Milcherlös die Futterkosten gegenüber, dann ergab sich für UDPm die höchste Differenz zwischen Milcherlös und Futterkosten.

XP-Versorgung

- Die XP-Versorgung (14, 16 bzw. 18 % XP) zeigte über die gesamte Versuchsdauer (4. - 15. Laktationswoche) einen signifikant positiven Einfluss auf die Futteraufnahme und Milchleistung der Kühe. Die Futteraufnahme stieg von 14 auf 16 % deutlich aber auch von 16 auf 18 % XP noch an. Mit Ausnahme von Gruppe UDPnXP18 stieg die Milchleistung nahezu linear von 14 über 16 auf 18 % an.
- Mit steigender XP-Versorgung erhöhte sich die NH_3 -Konzentration im Pansen saft der pansenfistulierten Ochsen. Die Essig-, Propion- und Buttersäurekonzentration war bei hoher XP-Versorgung leicht erhöht.
- Übereinstimmend mit allen Literaturquellen ging mit steigender XP-Aufnahme die N-Umwandlungseffizienz in Milch-N zurück und die N-Ausscheidungen stiegen linear an.
- Die erhobenen Parameter zur Tiergesundheit und Fruchtbarkeit wurden von der Proteinversorgung nicht signifikant beeinflusst.
- Mit steigender XP-Versorgung erhöhte sich die Differenz zwischen Milcherlös und Futterkosten.

6. Zusammenfassung

In einem 2-faktoriellen Versuch mit 108 multiparen Milchkuhen (41 Holstein Friesian-, 31 Braunvieh-, 36 Fleckviehkühe) wurden vom 21. - 105. Laktationstag die Einflüsse des Proteinversorgungsniveaus (XP) und der Proteinabbaubarkeit (UDP) auf Futteraufnahme, Pansen- und Blutparameter, Milchleistung, Milch-inhaltsstoffe, Tiergesundheit und N-Ausscheidungen untersucht. Es wurden drei XP-Versorgungsniveaus (14, 16 und 18 % XP in der Gesamtration; XP14, XP16, XP18) bei niedrigem, mittlerem und hohem UDP-Anteil im Kraftfutter (UDPn, UDPm, UDPh) untersucht. Das Grundfutter (Heu + Grassilage) wurde mit einer Energie- und mit einer von drei Proteinkraftfutmischungen ergänzt. Das Proteinkraftfutter UDPn setzte sich aus 66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen und

14 % Weizenkleie zusammen. UDPm bestand aus 80 % Sojaextraktionsschrot (48) und 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot und UDPn aus jeweils 40 % geschütztem (SoyPass®) und ungeschütztem Sojaextraktionsschrot (48) sowie 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot.

Der UDP-Anteil im Proteinkraftfutter (UDPn, UDPm, UDPh) hatte keinen Effekt auf die Futteraufnahme der Milchkuhe. Bei einem Kraftfutteranteil von 44 % am Gesamtfutter wurde im Mittel eine Gesamtfutteraufnahme von 22,1 kg T bzw. 168 - 170 g T/kg LM^{0,75} festgestellt. Im Gegensatz zur errechneten ruminalen N-Bilanz (+52, +32, +20 g N/Tag) wurden weder der Milch- noch der Blutharnstoffgehalt von der Kraftfutzusammensetzung signifikant beeinflusst. Bei der Milchleistung (32,7, 33,9 bzw. 34,2 kg Milch; 32,7, 34,5 bzw. 34,2 kg ECM) und der Milcheiweißleistung (1.044, 1.067 bzw. 1.053 g) fiel die Gruppe UDPn im Mittel aller Proteinversorgungsniveaus tendenziell von UDPm und UDPn ab. Die durchschnittlich geringere Leistung in UDPn kann auf die vergleichsweise geringere Milchleistung im hohen Proteinversorgungsniveau (18 %) zurückgeführt werden.

Das Proteinversorgungsniveau beeinflusste die Futteraufnahme, die Milchleistung, den Milch- und Blutharnstoffgehalt und die N-Ausscheidungen der Kühe signifikant. Die Erhöhung der XP-Versorgung von 14 über 16 auf 18 % führte zu einer Zunahme der Gesamtfutteraufnahme von 165 über 170 auf 172 g T/kg LM^{0,75} (21,3, 22,1 bzw. 22,9 kg T), wobei die Grundfutteraufnahme leicht und die Kraftfutteraufnahme signifikant anstiegen. Damit erhöhte sich auch die errechnete ruminale N-Bilanz und auch die Milch- und Blutharnstoffgehalte von XP14 über XP16 auf XP18. Mit Ausnahme der Untergruppe UDPnXP18, welche in der Milchleistung abfiel, nahm die Milch- und Eiweißleistung in den anderen Versuchsgruppen mit steigender Proteinversorgung nahezu linear zu. Die ECM-Leistung stieg mit zunehmendem XP-Gehalt in der Ration in Gruppe UDPn von 31,9 (XP14) auf 33,5 kg (XP16), in UDPm von 31,5 (XP14) über 35,3 (XP16) auf 36,6 kg (XP18) und in UDPn von 32,2 (XP14) über 34,4 (XP16) auf 36,1 kg/Tag (XP18) an. In UDPn lag bei

hoher XP-Versorgung die ECM-Leistung bei 32,7 kg. Ohne Berücksichtigung der Untergruppe UDPnXP18 stieg über den gesamten Versuchszeitraum die Eiweißleistung (kg/Tag, g/kg LM^{0,75}) je 1 % XP-Steigerung um etwa 2,5 - 3,5 % (relativ zu Versorgungsniveau 14 %) nahezu linear von 14 auf 18 % XP-Gehalt in der Gesamtration an. Demgegenüber erhöhten sich mit steigender XP-Versorgung auch die N-Ausscheidungen von 323 über 398 auf 478 g/Tier und Tag und die N-Verwertung verschlechterte sich.

Summary

In a two factorial experiment 108 multiparous cows (41 Holstein, 36 Simmental, 31 Brown Swiss) were randomly assigned to three levels of crude protein (XP14, XP16 and XP18) and three protein concentrate groups differing in ruminal degradability of crude protein (UDPn, UDPm, UDPh) in the beginning of lactation (21st - 105th lactation day). The hay and grassilage forage ration was supplemented with an energy concentrate and one of three protein concentrates according to experimental group. The protein concentrate UDPn consisted of 66 % peas, 20 % rapeseed cake and 14 % wheat bran. UDPm consisted of 80 % soybean meal and 20 % sunflower seed meal and UDPn of 40 % protected soybean meal (SoyPass® : xylose and heat treatment), 40 % soybean meal and 20 % sunflower seed meal.

The UDP-rate of the protein concentrates (UDPn, UDPm, UDPh) had no effect on feed intake. At a concentrate percentage of 44 % of total ration, feed intake was 22.1 kg DM and 168 - 170 g DM/kg LW^{0,75} respectively. In contrast to calculated ruminal N-balance (+52, +32, +20 g N/day), milk and blood urea contents were not affected by the UDP-groups. Milk yield (32.7, 33.9, 34.2 kg milk/day; 32.7, 34.5, 34.2 kg ECM/day resp.) and milk protein yield (1,044, 1,067, 1,053 g) in group UDPn tended to be lower compared to UDPm and UDPn. Even at the high CP-level (XP18) milk yield declined.

Level of crude protein (XP14, XP16 and XP18) had significant effects on feed intake, milk yield, milk and blood urea content as well as N-excretion. At an increasing CP-content (14, 16 and 18

% CP) feed intake increased from 165 to 170 and 172 g DM/kg LM^{0.75} (21.3, 22.1, 22.9 kg DM/day, resp.), whereas forage intake increased tendentially and concentrate intake significantly. With the exception of subgroup UDPnXP18, milk and protein yield increased almost linearly from CP-level 14 to 16 and 18%. In subgroup UDPnXP18 milk yield declined. The energy corrected milk yield increased in protein concentrate group UDPn from 31.9 (XP14) to 33.5 (XP16), in group UDPm from 31.5 (XP14) to 35.3 (XP16) and 36.6 (XP18) and in group UDPh from 32.2 (XP14) to 34.4 (XP16) to 36.1 (XP18), respectively. In subgroup UDPnXP18 the ECM yield was 32.7 kg. With the exception of UDPnXP18, milk protein yield increased about 2.5 - 3.5% (comparatively to XP14) per increasing CP percentage in the ration. On the other hand, N-excretion increased and N-efficiency decreased linearly from CP-level XP14 to XP18.

Danksagung:

Die Autoren bedanken sich bei allen Mitarbeitern/Innen in den Stallungen des LFZ Raumberg-Gumpenstein sowie der Analytik für die gewissenhafte Versuchsdurchführung, Datengewinnung und Tierbetreuung sowie den Mitarbeitern/Innen im Büro des Instituts für Nutztierforschung für die korrekte Datenverarbeitung.

7. Literatur

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten, 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Wien.
- ALERT, H.-J., 2004: Pansengeschütztes Protein aus Soja und Rapskuchen. Forum angewandte Forschung 24.-25.03.2004, Tagungsband, 29-32.
- ASTON, K., W.J. FISHER, A.B. McALLAN, M.S. DHANOA und R.J. DEWHURST, 1998: Supplementation of grass-silage based diets with small quantities of concentrates: strategies for allocating concentrate crude protein. Anim. Sci. 67, 17-26.
- BRODERICK, G.A., 2003: Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86, 1370-1381.
- BRUCKENTAL, I., D. DRORI, M. KAIM, R. LEHRER und Y. FOLMAN, 1989: Effect of source and level of protein on milk yield and reproductive performance of high-producing primiparous and multiparous dairy cows. Anim. Prod. 48, 319-329.
- CASPER, D.P. und D.J. SCHINGOETHE, 1988: Protected methionine supplementation to a barley-based diet for cows during early lactation. J. Dairy Sci. 71, 164-172.
- CASTILLO, A.R., E. KEBREAB, D.E. BEEVER, J.H. BARBI, J.D. SUTTON, H.C. KIRBY und J. FRANCE, 2001: The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. J. Anim. Sci. 79, 247-253.
- ESSL, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar, 316 S.
- ETTLE, T. und F.J. SCHWARZ, 2002: Auswirkungen einer gestaffelten Versorgung mit nutzbarem Rohprotein auf Leistungskriterien in der Milchviehhaltung bei unterschiedlichen Grundfutterarten. 2. Mitteilung: Gras- und Maissilage. Züchtungskunde 74, 266-275.
- ELROD, C.C. und W.R. BUTLER, 1993: Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. J. Anim. Sci. 71, 694-701.
- FAVERDIN, P., D. M'HAMED und R. VERITE, 2003: Effects of metabolizable protein on intake and milk production of dairy cows independent of effects on ruminal digestion. Anim. Sci. 76, 137-146.
- FERGUSON, J.D., T.L. BLANCHARD, D. HOSHALL und W. CHALUPA, 1986: High rumen degradable protein as a possible cause of infertility in a dairy herd. ADSA Annual Meeting and Divisional Abstracts, 23-26 Juni 1986, Davis-Kalifornien, J. Dairy Sci. 69, 120.
- FLACHOWSKY, G., P. LEBZIEN und U. MEYER, 2000: Zur Fütterung von Hochleistungskühen. Züchtungskunde 72, 471-485.
- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere – Ausschuß für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. J. Anim. Physiol. And Nutr. 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuß für Bedarfsnormen), 2001: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt, 136 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 Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2005: Prediction equations for feed intake of lactating dairy cows (Schätzgleichungen zur Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen). Proc. Soc. Nutr. Physiol. 14, 42.
- GRUBER, L., B. STEFANON und A. STEINWIDDER, 1997: Influence of cutting frequency of permanent grassland in Alpine regions and concentrate level on stocking rate and N excretion of dairy cows. 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 25.-28. August 1997, Vienna, Austria, Abstract 252, 1-4.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und A. SCHAUER, 1991: Milk yield and nitrogen balance in dairy cows at different protein levels and constant energy supply. 6th Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition. Herning, Denmark 9.-14. June 1991. Tagungsband 315-317.
- HOFFMANN M. und O. STEINHÖFEL, 2005: Futtermittelspezifische Restriktionen – Rind. 2. Auflage (<http://www.portal-rind.de/portal/artikel/detail.php?artikel=102>).
- HUTJENS, M.F., 1996: Practical approaches to feeding the high producing cow. Anim. Feed Sci. Technol. 59, 199-206.
- JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 1999: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 544 S.
- JOCHMANN, K., P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 1996: Zum Einsatz pansenstabiler Aminosäuren in der Milchviehfütterung. Übers. Tierernähr. 24, 255-292.
- KALSCHEUR, K.F., J.H. VANDERSALL, R.A. ERDMAN, R.A. KOHN und E. RUSSEK-COHEN, 1999: Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid and late lactation dairy cows. J. Dairy Sci. 82, 545-554.
- KENNY, D.A., M.P. BOLAND, M.G. DISKIN und J.M. SREENAN, 2002: Effect of rumen degradable protein with or without fermentable carbohydrate supplementation on blood metabolites and embryo survival in cattle. Anim. Sci. 74, 529-537.
- KLUTH, H., T. ENGELHARD und M. RODEHUTSCORD, 2003: Zur Notwendigkeit eines Überschusses in der Stickstoffbilanz im Pansen von Kühen mit hoher Milchleistung. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 87, 280-291.
- KRÖBER, T.F., H. STEINGASS, R. FUNK und W. DROCHNER, 1999: Einflüsse unterschiedlicher Rohproteingehalte in der Ration auf Grundfutteraufnahme, Verdaulichkeit, N-Ausscheidungen und Leistung von Milchkühen über den Zeitraum einer Laktation. Züchtungskunde. 71, 182-195.
- LEONARD, M.C., P.J. BUTTERY und D. LEWIS, 1977: The effects on glucose metabolism of feeding a high-urea diet to sheep. Br. J. Nutr. 38, 455-462.
- MALCHER, M., 2000: Milchviehmischfutter mit geschütztem Protein. Kraftfutter 2, 28.
- MÄNTYSAARI, P., P. HUHTANNEN, J. NOUTSIAINEN und M. VIRKKI, 2004: The effect of concentrate crude protein and feeding strategy of total mixed ration on performance of primiparous dairy cows. Livest. Prod. Sci. 85, 223-233.
- NRC (National Research Council), 1989: Nutrient Requirements of dairy cattle. 7th Ed. National Academy Press, Washington D.C., 381 S.

- OLDHAM, J. und T. SMITH, 1980: Protein-energy interrelationships for growing and for lactating cattle. In: E.L. MILLER, I.H. PIKE and A.J.H. VAN ES (eds). Protein Contribution of Feedstuffs for Ruminants: Application to Feed Formulation. Butterworth-Scientific, London, 103-130.
- OLMOS COLMENERO, J.J. und G. A. BRODERICK, 2006a: Effect of amount and ruminal degradability of soybean meal protein on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 1635-1643.
- OLMOS COLMENERO, J.J. und G. A. BRODERICK, 2006b: Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 1704-1712.
- RIEMEIER, A., P. LEBZIEN, G. FLACHOWSKY und J. KAMPHUES, 2004: Einfluss der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auf Pansenfermentation, mikrobielle Proteinsynthese, nXP-Menge und Stickstoffausscheidung. *Forum angewandte Forschung*, 24.-25.03.2004, Tagungsband, 33-37.
- ROSSOW, N., 1980: Störungen der N-Verwertung beim Wiederkäuer. *Mh. Vet.-Med.* 35, 338-342.
- SONDEREGGER, H. und A. SCHÜRCH, 1976: Der Einfluß der Ernährung auf die Fruchtbarkeit der Milchkühe. *Schweiz. Landwirtsch. Monatshefte* 11, 373-384.
- STEINWIDDER, A. und L. GRUBER, 2001: Einfluss der biologischen Wirtschaftsweise auf die Energie- und Proteinversorgung von Milchkühen – Modellkalkulationen auf Basis neuer gesetzlicher Normen. *Die Bodenkultur* 52, 71-83.
- STEINWIDDER, A., 1997: Optimale Energie- und Proteinergänzung von Grünlandrationen bei Milchkühen. *Alpenländisches Expertenforum, BAL Gumpenstein* 21.-23. Jänner 1997, Tagungsband, 93-106.
- STEINWIDDER, A. und L. GRUBER, 2000: Vergleich verschiedener Proteinbewertungssysteme für Wiederkäuer. 24. Tierzuchttagung, BAL Gumpenstein, 6.-7. Mai 1997, Tagungsband, 9-24.
- SUTTON, J.D., K. ASTON, D.E. BEEVER und M.S. DHANOA, 1996: Milk production from grass silage diets: Effects of high-protein concentrates for lactating heifers and cows on intake, milk production and milk nitrogen fractions. *Anim. Sci.* 62, 207-215.
- SÜDEKUM, K.-H., D. NIBBE, P. LEBZIEN, H. STEINGASS und H. SPIEKERS, 2003: Comparative evaluation of the protein values of soybean and rapeseed meals by in vivo, in situ and laboratory methods. *Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress*. 6.-10. July 2003, Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen, 1241-1243.
- TUNCER, S.D. und P. SAKAKLI, 2003: Rumen degradability characteristics of xylose treated canola and soybean meal. *Anim. Feed Sci. a. Technol.* 107, 211-218.
- UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen), 2007: Heimische Körnerleguminosen mit geschütztem Protein in der Milchviehfütterung. *UFOP-Schriften*, Heft 33, 87 S.
- VALK, H., H.W. KLEIN POEHLHUIS und H.J. WENTNIK, 1990: Effect of fibrous and starchy carbohydrates in concentrates as supplements in a herbage-based diet for high-yielding dairy cows. *Neth. J. of Agric. Sci.* 38, 475-486.
- VALKENERS, D., H. LAPIERRE, J. MARINI und D.R. OUELLET, 2007: Effects of metabolizable protein supply on nitrogen metabolism and recycling in lactating dairy cows. In: *Energy and protein metabolism and nutrition*. EAAP publication 124, Vichy, France, 9.-13. Sept. 2007, 417-418.
- VELIK, M., A. STEINWIDDER und W.F. KNAUS, 2008: Lupin-pea-cereal mixture or cereals as supplements for organic dairy cows. *Biological Agriculture and Horticulture (in Vorbereitung)*.
- WEEKES, T.E.C., J.R. RICHARDSON und N. GEDDES, 1979: The effect of ammonia on gluconeogenesis by sheep liver cells. *Proc. Nutr. Sci.* 38, 3A.
- ZIJDERVELD, S.M. und W.M. Van STRAALLEN, 2007: Feeding measures to improve nitrogen efficiency in dairy cattle. In: *Energy and protein metabolism and nutrition*. EAAP publication No. 124, Vichy, France, 9.-13. Sept. 2007, 147-148.

Tabellen- und Abbildungsanhang:**Tabelle 4a: Futter- und Nährstoffaufnahme (Untergruppen)**
Feed and nutrient intake (sub groups)

		n14	n16	n18	m14	UDP × XP			h14	h16	h18
						m16	m18				
Anzahl		12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Grundfutter	kg T/Tag	11,95	11,89	12,72	11,50	12,30	12,37	12,04	12,42	12,18	
Grassilage	kg T/Tag	8,63	8,60	9,30	8,29	8,88	9,01	8,63	8,99	8,83	
Heu	kg T/Tag	3,32	3,28	3,42	3,21	3,42	3,36	3,41	3,43	3,35	
Krafftutter	kg T/Tag	9,39	9,78	10,01	9,26	9,72	10,59	9,16	9,68	10,27	
Energie-KF	kg T/Tag	8,58	5,17	1,31	8,95	8,25	7,80	8,88	8,23	7,58	
UDPn	kg T/Tag	0,81	4,61	8,70	-	-	-	-	-	-	
UDPm	kg T/Tag	-	-	-	0,31	1,47	2,79	-	-	-	
UDPp	kg T/Tag	-	-	-	-	-	-	0,28	1,45	2,69	
Anteil an GES	%	43,6	44,7	43,7	44,2	43,7	45,7	42,8	43,4	45,3	
Gesamtfutter	kg T/Tag	21,53	21,88	22,92	20,94	22,22	23,18	21,39	22,30	22,67	
Gesamtfutter	g/kg LM ^{0,75}	164	170	171	162	174	174	168	167	170	
Lebendmasse	kg	667	649	685	652	642	678	639	682	679	
LM-Veränderung	g/Tag	-4	-65	138	125	-97	11	-193	-147	-143	
Nährstoffe aus Grundfutter											
Energie	MJ NEL/Tag	69,1	66,9	73,4	65,6	70,3	71,4	68,7	70,8	69,8	
XP	g/Tag	1710	1700	1810	1636	1752	1761	1710	1782	1738	
nXP	g/Tag	1551	1510	1648	1478	1584	1603	1548	1599	1570	
Nährstoffe aus Gesamtfutter											
Energie	MJ NEL/Tag	142,6	144,0	152,7	138,0	146,9	155,4	140,4	146,9	150,6	
XP	g/Tag	3048	3545	4216	2966	3561	4126	3040	3562	4026	
nXP	g/Tag	3116	3228	3493	3037	3353	3655	3111	3431	3702	
UDP	g/Tag	672	725	797	678	836	995	710	927	1148	
RNB	g/Tag	-11	51	116	-11	33	75	-11	21	52	
Nährstoffkonzentrationen											
Energie	MJ NEL/kg T	6,62	6,58	6,66	6,59	6,61	6,70	6,56	6,59	6,64	
XP	g/kg T	142	162	184	142	160	178	142	160	178	
nXP	g/kg T	145	148	152	145	151	158	145	154	163	
UDP	g/kg T	31	33	35	32	38	43	33	42	51	
RNB	g/kg T	-0,5	2,3	5,0	-0,5	1,5	3,3	-0,5	0,9	2,3	
XF	g/kg T	178	188	190	178	182	176	181	181	179	
NDF	g/kg T	376	389	383	378	376	364	382	382	370	
XP/ME-Verhältnis	g/MJ	13,0	15,0	16,8	13,1	14,7	16,2	13,2	14,7	16,3	

¹⁾ inkl. Mineral- und Wirkstoffe

Tabelle 5a: Milchleistung, Nährstoffversorgung und N-Ausscheidung (Untergruppen)
Milk yield, nutrient supply and calculated N-excretion (sub groups)

		n14	n16	n18	m14	UDP × XP				
						m16	m18	h14	h16	h18
Milchmenge	kg/Tag	31,92	34,22	32,01	31,17	34,35	36,19	32,20	34,07	36,29
Milchmenge	g/Tag u. LM ^{0,75}	245	268	240	244	272	272	254	258	275
ECM _{3,2 MJ/kg}	kg/Tag	31,92	33,45	32,67	31,48	35,25	36,62	32,17	34,44	36,08
Fett	%	4,19	4,01	4,24	4,26	4,41	4,24	4,21	4,30	4,15
Fett	kg/Tag	1,340	1,375	1,357	1,328	1,523	1,541	1,353	1,470	1,514
Eiweiß	%	3,14	3,11	3,36	3,16	3,11	3,19	3,10	3,08	3,07
Eiweiß	kg/Tag	0,996	1,062	1,074	0,983	1,062	1,155	0,998	1,047	1,115
Eiweiß	g/Tag u. LM ^{0,75}	7,63	8,31	8,04	7,66	8,39	8,69	7,88	7,90	8,47
Laktose	%	4,84	4,80	4,74	4,76	4,82	4,77	4,79	4,74	4,81
Milchharnstoff	mg/100 ml	14,8	24,7	31,2	15,5	23,8	31,5	14,7	22,9	30,9
Zellzahl	x1000	58	84	186	129	103	168	215	149	123
Nährstoffbedarfsdeckung										
Energie-Bedarf	MJ NEL/Tag	143,9	148,3	147,1	141,8	153,7	159,9	143,5	152,8	158,2
Energie-Aufnahme	MJ NEL/Tag	142,6	144,0	152,7	138,0	146,9	155,4	140,4	146,9	150,6
Energie-Bedarfsdeckung	MJ NEL/Tag	-1,3	-4,3	5,6	-3,8	-6,8	-4,5	-3,1	-5,9	-7,6
nXP-Bedarf	g/Tag	2939	3089	3148	2892	3099	3330	2936	3072	3230
nXP-Aufnahme	g/Tag	3116	3228	3493	3037	3353	3655	3111	3431	3702
nXP-Bedarfsdeckung	g/Tag	177	139	345	145	254	325	175	359	472
Futtermittelverbrauch										
Futtermittelverbrauch	kg T/kg ECM	0,67	0,65	0,70	0,67	0,63	0,63	0,66	0,65	0,63
Energieaufwand	MJ NEL/kg ECM	4,47	4,30	4,67	4,38	4,17	4,24	4,36	4,27	4,17
N-Aufwand	g N/kg ECM	15,3	17,0	20,6	15,1	16,2	18,0	15,1	16,5	17,9
N-Ausscheidungen (N-Aufn. – N-Milch)										
N-Ausscheidungen (Kot+Harn)	g/Tag	325	395	499	316	398	473	327	400	463
N-Verwertung Milchbildung	%	32,7	30,0	25,5	33,1	29,9	28,0	32,9	29,6	27,7

Tabelle 6a: Physiologische Parameter in Blut und Harn (Untergruppen)
Physiological parameters in blood and urine (sub groups)

		n14	n16	n18	m14	UDP × XP				
						m16	m18	h14	h16	h18
Blutparameter										
Harnstoff	mg/100 ml	20,1	27,4	31,8	20,6	27,4	33,7	20,4	27,6	33,5
Creatinin	mg/100 ml	1,22	1,19	1,15	1,20	1,12	1,17	1,16	1,19	1,22
Gesamtbilirubin	µmol/l	2,37	2,84	2,50	2,85	2,44	2,67	2,68	2,84	3,14
P	mmol/l	1,78	1,83	1,92	1,73	1,79	1,77	1,85	1,73	1,82
Ca	mmol/l	2,48	2,51	2,46	2,48	2,52	2,46	2,46	2,46	2,45
Mg	mmol/l	1,14	1,17	1,15	1,14	1,19	1,14	1,17	1,13	1,22
GGT	IU/l	14,1	13,1	13,1	12,5	12,8	12,1	12,8	11,7	12,7
GOT	IU/l	42,6	39,8	38,6	43,4	43,0	44,7	42,9	43,3	42,1
GLDH	IU/l	8,0	7,6	8,0	7,1	9,7	8,0	9,3	6,7	9,1
βHBS	mmol/l	1,39	1,39	1,46	1,54	1,59	1,56	1,36	1,72	1,54
Glucose (Vollblut)	mg/100 ml	47,5	46,4	47,7	47,6	46,3	45,7	45,8	45,5	46,9
Harnparameter										
pH		8,4	8,4	8,4	8,3	8,5	8,4	8,4	8,4	8,4
Basengehalt	mmol/l	219	207	180	215	225	194	195	210	207
Säuregehalt	mmol/l	70,0	63,5	72,4	65,8	66,3	55,1	63,0	65,7	56,2
Ammoniumstickstoff	mmol/l	6,5	7,0	7,0	6,4	7,1	7,1	5,7	7,3	8,6
Netto-Säuren-Basenausscheidung		142	136	100	143	152	132	127	137	142
Basen-Säure-Quotient	Quotient	3,06	3,08	2,90	3,08	3,38	3,28	3,06	3,05	3,44
Ketonkörper	Ketostix Punkte	0,91	0,40	0,50	0,94	0,66	0,49	0,57	1,06	0,58

Tabelle 7a: Fruchtbarkeitsparameter (Untergruppen)
Fertility parameters (sub groups)

		n14	n16	n18	m14	UDP × XP			h14	h16	h18
						m16	m18				
Remontierung ¹⁾	% d. Kühe	25	10	36	25	24	53	33	34	39	
Remontierung nicht vorgesehen ¹⁾	% d. Kühe	16	9	18	17	24	26	16	25	39	
Besamungsindex ²⁾	Anzahl	2,39	2,07	2,05	2,64	1,72	2,58	3,17	2,73	2,89	
Zwischenkalbezeit ²⁾	Tage	414	394	384	381	371	401	432	396	407	
Rastzeit ²⁾	Tage	74	69	62	55	69	70	75	60	57	
Güstzeit ²⁾	Tage	126	108	98	95	87	111	144	111	121	
Verzögerungszeit ²⁾	Tage	52	39	36	40	18	41	69	51	64	
Rastzeit (Güstzeit < 105 Tage) ²⁾	Tage	67	66	56	56	65	64	45	63	53	

¹⁾ im weiteren Laktationsverlauf (nach Versuchsende)

²⁾ der nicht abgegangenen Kühe

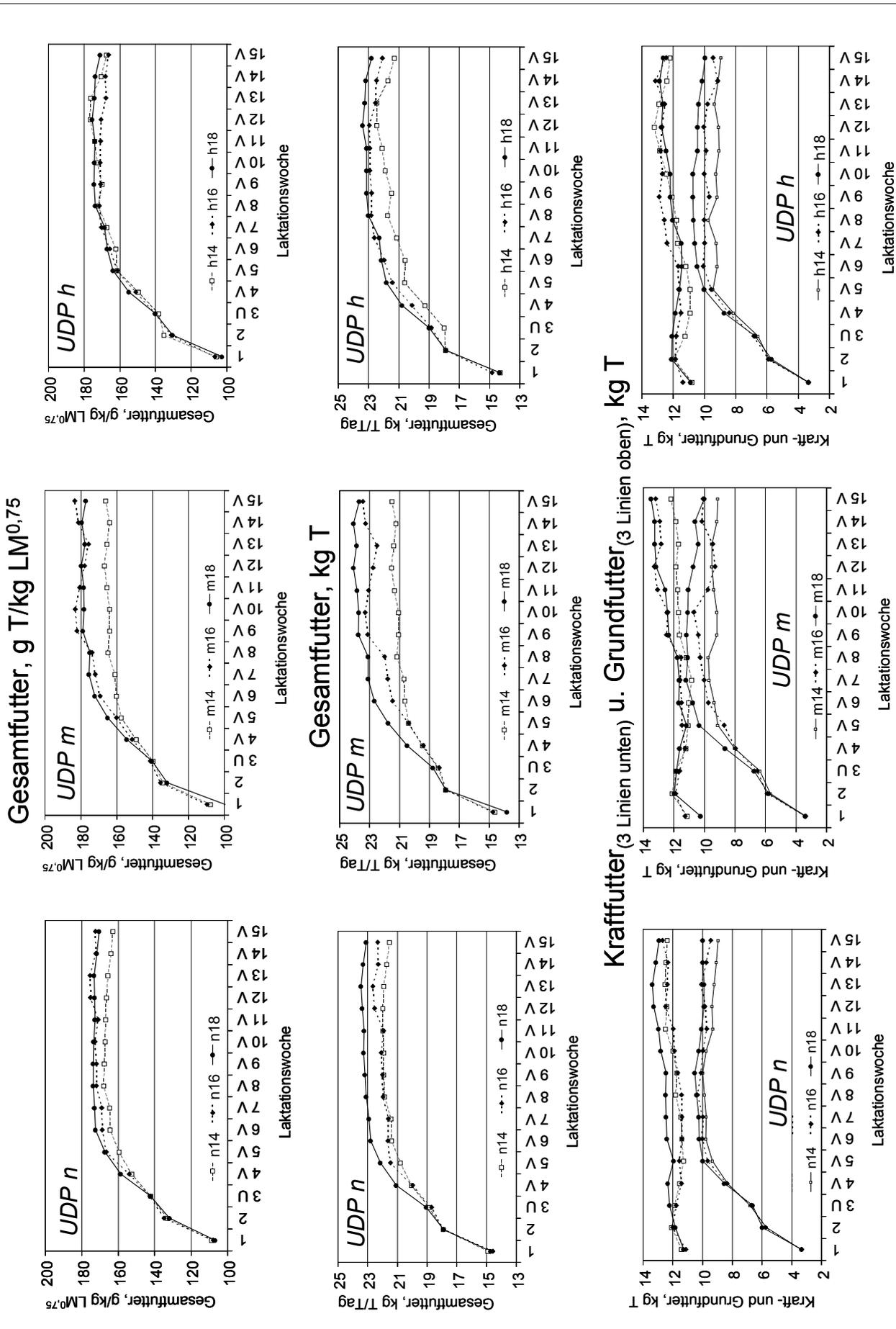


Abbildung 2a: Futteraufnahme 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)
 Feed intake from 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

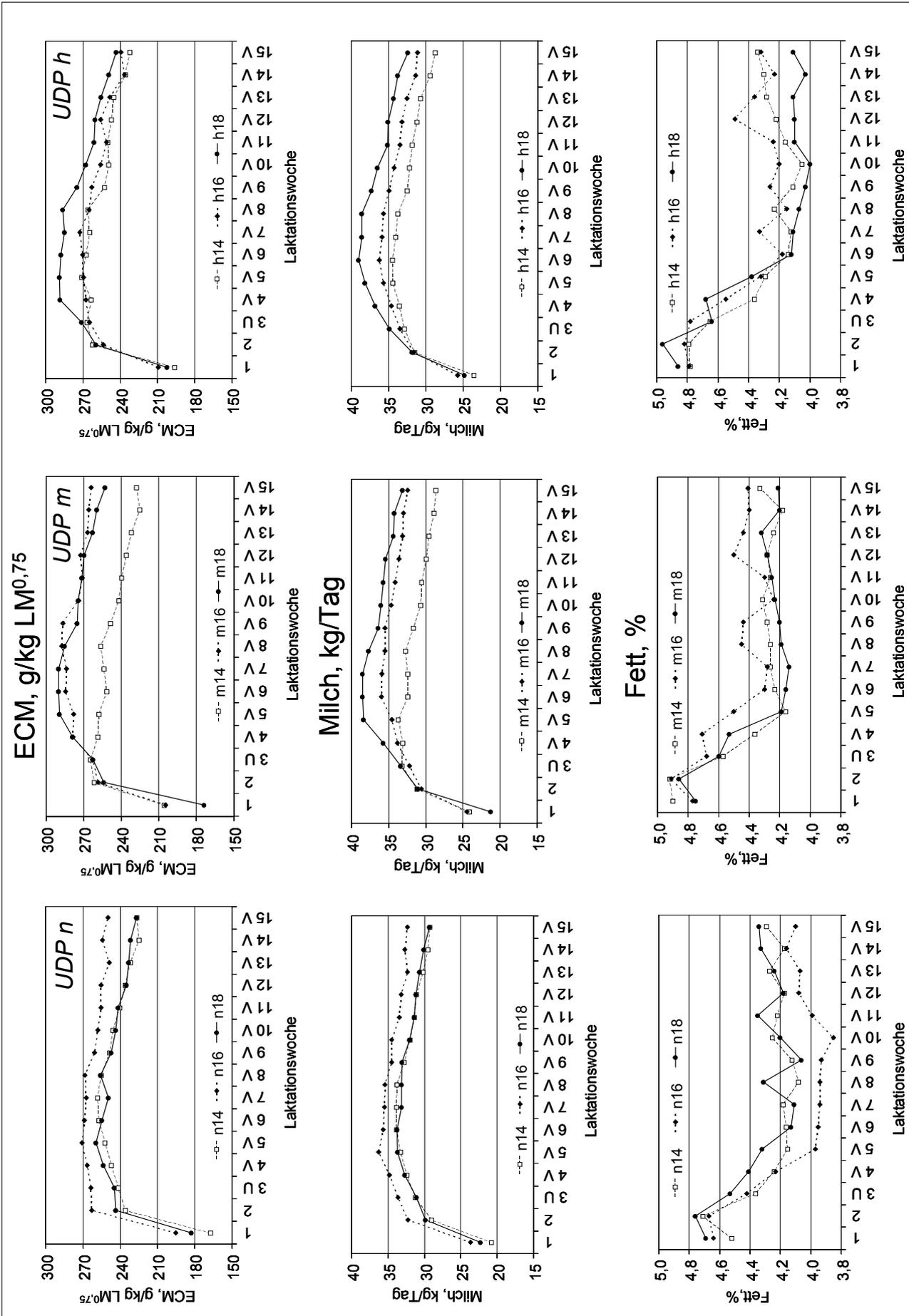


Abbildung 5a: Milchleistung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)
 Milk yield from 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

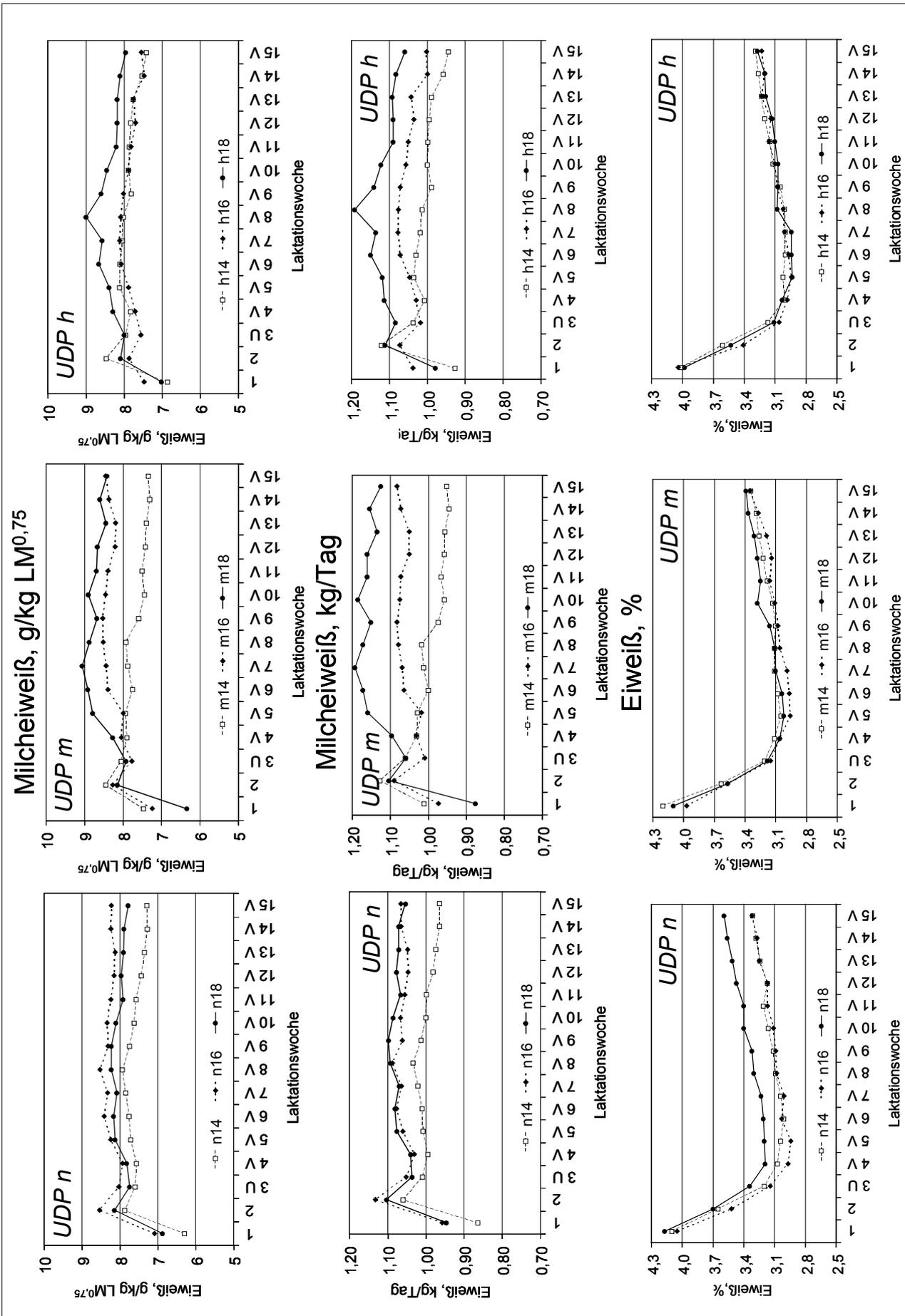


Abbildung 6a: Milcheiweißleistung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche) Milk protein yield from 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

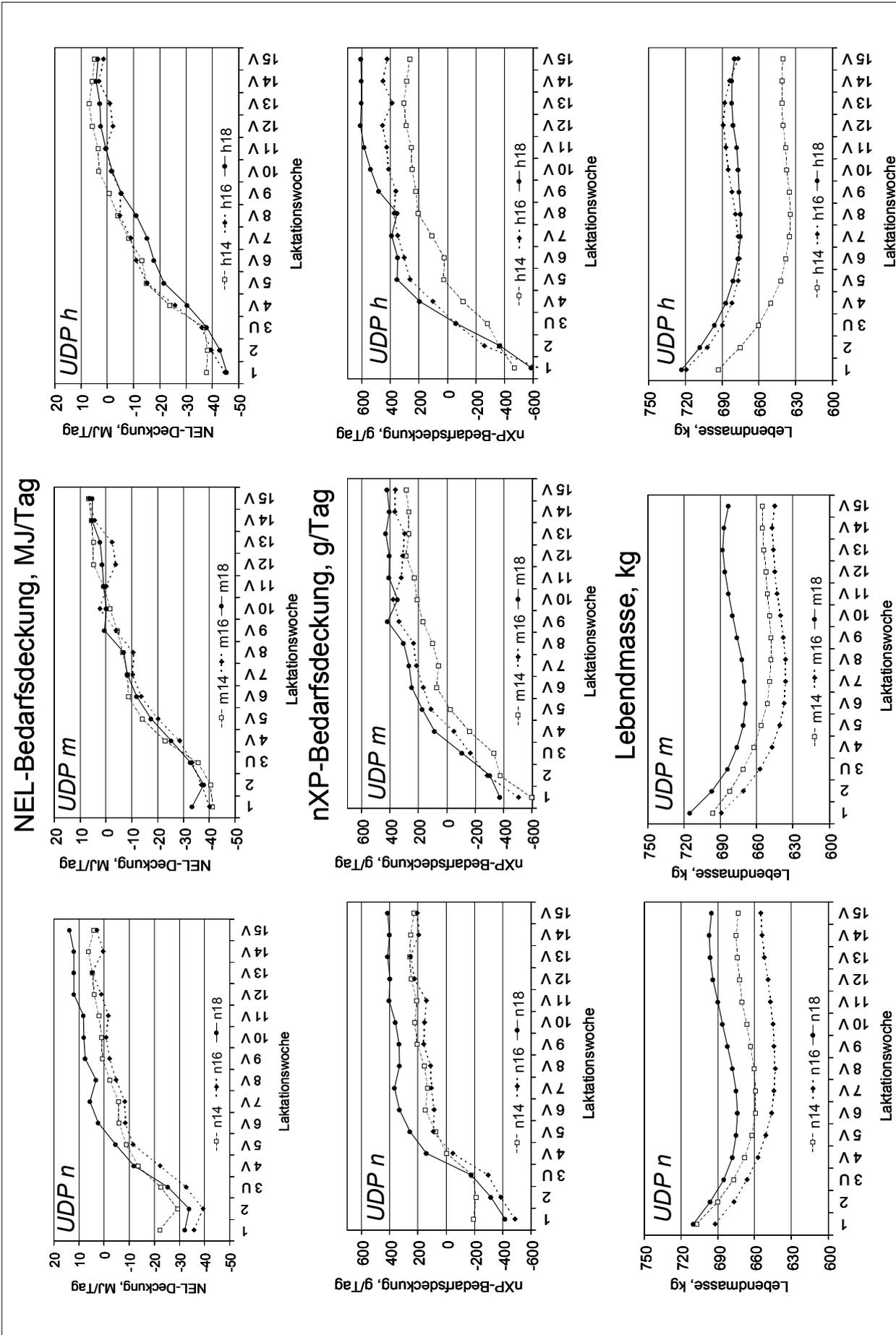


Abbildung 7a: Energie- und nXP-Bedarfsdeckung sowie Lebendmasseentwicklung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)
 Energy and nXP-supply as well as live weight from 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

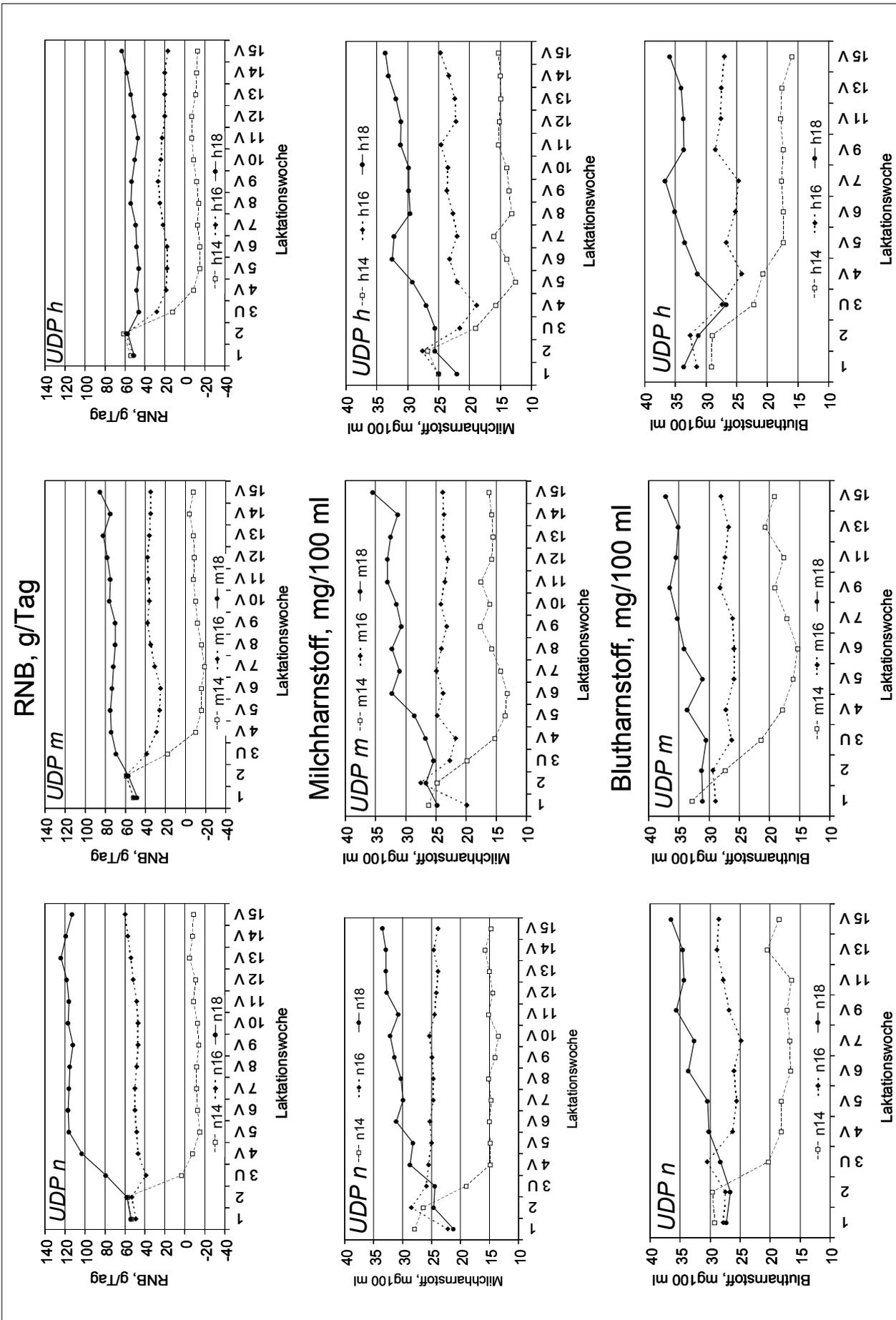


Abbildung 8a: Ruminale N-Bilanz (RNB), Milch- und Blutharnstoffgehalt 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)
Ruminal N balance (RNB), milk and blood urea content from 1st to 15th week of lactation (adjustment period 3rd and experimental period from 4th to 15th week of lactation)

Milchkühe zwischen Leistungsanforderungen und Anpassungsvermögen

W. KNAUS

Einleitung

Die Fähigkeit, über viele Jahre sowohl Milch als auch Nachkommen zu erzeugen, ist ein erstrebenswertes Ziel in der Milchkühhaltung. Ein langes produktives Leben ist ökonomisch vorteilhaft, da die bis zum Beginn der ersten Laktation anfallenden Aufzuchtkosten auf mehr Kilogramm Milch umgelegt werden können. Bringen Kühe in ihrem Leben viele Kälber, kann strenger selektiert werden und von den besseren Kühen einer Herde steht schließlich eine größere Anzahl an Tieren für die Remontierung zur Verfügung (HOQUE und HODGES 1980). Darüber hinaus ermöglicht nur eine lange Nutzungsdauer die volle Ausnutzung des altersbedingten Leistungsmaximums (GAALAAS und PLOWMAN 1963, ESSL 1982a, ESSL 1998). In einer von STEINWIDDER und GREIMEL (1999) durchgeführten ökonomischen Bewertung der Lebensleistung unter Berücksichtigung von Unterschieden im Milchleistungspotenzial, der Laktationszahl und dem erreichten Lebensalter der Kühe zeigte sich, dass sich bis zu einer Nutzungsdauer von 6 Laktationen der jährliche Betriebsgewinn deutlich erhöhte.

Bereits Ende der 1950er Jahre hat Bakels ein Absinken der Nutzungsdauer bei Braunvieh-Kühen in Deutschland beobachtet, wenn diese hohe Erstlingsleistungen erbrachten (BAKELS 1959). In Österreich wies Haiger 1973 auf negative Auswirkungen der Hochleistungszucht im Merkmalskomplex Fruchtbarkeit hin (HAIGER 1973). Und ESSL (1982a) hat schon vor 26 Jahren in der Einleitung zu einer wissenschaftlichen Publikation festgehalten: „In vielen Rinderpopulationen kann man heute neben kontinuierlich steigenden Erstlingsleistungen eine abnehmende Tendenz in der Nutzungsdauer feststellen. Diese alarmierende Beobachtung steht im Einklang mit den

Erkenntnissen aus Langzeitversuchen mit Labortieren, wo man bei fortgesetzter Selektion auf andere als Reproduktionsmerkmale einen deutlichen Fitnessverlust festgestellt hat (z.B. LATTER und ROBERTSON 1962).“

Frühreife und Langlebigkeit

Nach FINCH (1994) gibt es zahlreiche Vergleichsstudien, durchgeführt an Säugetieren und Vögeln, die auf eine negative Beziehung zwischen dem Alter zum Zeitpunkt der ersten Reproduktion und der Lebenserwartung der Tiere hinweisen. Je früher die ersten Nachkommen geboren werden, desto kürzer ist die Lebensspanne für das erwachsene Tier. Werden Rinder auf Frühreife selektiert und in der Jugendphase so gefüttert, dass die Geschlechtsreife und gewichtsabhängige Zuchtreife früher eintreten, muss daher mit einer sinkenden Lebenserwartung gerechnet werden. Selektionsexperimente untermauern die Hypothese, dass frühreife Tiere im Durchschnitt eine geringere Zahl an problemlosen Reproduktionszyklen haben als spätreife Tiere (ESSL 1998).

Wegen der starken Steigerung der Laktationsleistung bei Milchkühen in den USA ist dort bis Anfang der 1970er Jahre die durchschnittliche Nutzungsdauer bereits auf 3,5 Laktationen gesunken. Als Reaktion auf diese Entwicklung hat HARGROVE (1974) aus ökonomischen Gründen von der „Philosophie des Wartens“, bis spätreife Kühe ihr Leistungsmaximum erreichen, abgeraten: Da Milchkühe nicht mehr länger in der Herde verbleiben, sind hohe Leistungen früh erforderlich. Das massive Bestreben, die Aufzuchtperiode in der Milchviehhaltung durch Maßnahmen der Zucht und Fütterung möglichst kurz zu halten, um Kosten zu sparen und das Erstkalbealter zu reduzieren, ist ungebrochen groß. So berichten LOSAND et al. (2007), dass

nicht nur aus ökonomischer Sicht eine möglichst frühe produktive Nutzung anzustreben ist. Nach Meinung dieser Autoren entspricht ein Erstkalbealter von 24 Monaten der biologischen Veranlagung des Holstein-Rindes aus Sicht des körperlichen Wachstums und der Entwicklung leistungsfähiger reproduktiver Organe und des Eutergewebes.

Steigende (Erst-)Laktation, sinkende Nutzungsdauer

ESSL (1998) zitiert in einer Übersichtsarbeit eine Vielzahl von Autoren, die in ihren Ergebnissen hoch positive Schätzwerte für die additiv genetische Korrelation zwischen der Erstlaktationsleistung und verschiedenen Merkmalen der Langlebigkeit ausweisen. Demnach hätte die Selektion auf hohe Erstlaktationsleistungen zu einer verlängerten Nutzungsdauer führen müssen. In der tatsächlichen, phänotypischen Entwicklung der Nutzungsdauer von Milchkühen hat die wiederholt in der Literatur dokumentierte positive Beziehung zwischen Erstlaktationsleistung und Nutzungsdauer keine Bestätigung gefunden (HAIGER 1983). Im Gegenteil, die enorme Steigerung der Laktationsleistungen hatte einen dramatischen Rückgang der Nutzungsdauer zur Folge. Gestützt auf zahlreiche Belege in der Literatur wurde versucht insbesondere das Erstkalbealter zu senken und bereits in der ersten Laktation eine möglichst hohe Leistung zu erreichen. ESSL (1982a und b, 1993) und SÖLKNER (1989) konnten jedoch zeigen, dass zwischen einer hohen Erstlaktationsleistung und der Langlebigkeit bei Milchkühen eine antagonistische Beziehung besteht.

Wie tief die Krise ist, in die sich die Milchkühhaltung aufgrund des drastischen Rückganges der Nutzungsdauer in den letzten Jahrzehnten hinein entwickelt hat, lässt sich bereits aus dem Titel

Autor: Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wilhelm KNAUS, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 WIEN, email: wilhelm.knaus@boku.ac.at

einer Publikation von LUCY (2001) im renommierten *Journal of Dairy Science* ablesen: „Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? (Übersetzung: Rückgang der Fruchtbarkeit bei Hochleistungskühen: Wie weit kann das noch gehen?)“. Zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen dokumentieren das Absinken der Reproduktionsleistung bei Milchkühen. Im Bundesstaat New York

(USA) hat die Erstbesamung laktierender Kühe im Jahre 1951 im Durchschnitt in 65 % der Fälle zu einer Konzeption geführt. Trotz Weiterentwicklung und Verfeinerung der Besamungstechnik und der Wissenserweiterung auf dem Gebiet der Reproduktionsbiologie kam es 45 Jahre später im erwähnten Untersuchungsgebiet nur mehr bei 40 % der Erstbesamungen zu einer erfolgreichen Befruchtung (BUTLER 1998). Wissen-

schaftlicher Erkenntniszuwachs sowie Anpassungen der Haltungsumwelt (z.B. Schlagwort „Kuhcomfort“), der Fütterung und Betreuung vermochten den seit Jahrzehnten anhaltenden Abwärtstrend bisher nicht umzukehren. Der Rückgang der Fruchtbarkeit bei Kühen der Rasse Holstein Friesian ist international zu einem so großen Problem geworden, dass in den USA bereits erste Einkreuzungsversuche unternommen wurden (HEINS et al. 2006).

Für die vorliegende Arbeit erscheint es zweckmäßig, die Entwicklung der Milchleistung und Nutzungsdauer bei Kühen in den USA zu beleuchten, da ein wesentlicher Teil der in Österreich gehaltenen Braunvieh- und Holstein Friesian-Kühe mit Samen aus den USA belegt wird.

Entwicklung in den USA

Von 1950 bis 2007 ist die durchschnittliche Milchleistung der Kühe in den USA von 2.400 kg/Jahr auf 9.200 kg/Jahr angestiegen, eine Erhöhung um das 3,8fache (Abbildung 1).

In der Literatur liegen zwei umfassende Arbeiten vor, welche die phänotypischen Trends der amerikanischen Milchkühe hinsichtlich Langlebigkeit zum Inhalt haben. Die Publikation von NIEUWHOF et al. (1989) zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Zahl der Abkalbungen jener Kühe, die in der Zeit von Anfang 1966 bis Ende 1976 abgekalbt haben und bis zu 8 Trächtigkeiten überlebten. In die Folgearbeit von HARE et al. (2006) sind Kühe einbezogen worden, die zwischen Anfang 1980 und Ende 1994 gekalbt haben und ebenso bis zu 8 Abkalbungen hatten (Abbildung 2).

Einem starken Anstieg der Leistung bei amerikanischen Milchkühen (Abbildung 1) steht ein drastischer Rückgang der Zahl der Abkalbungen gegenüber. Der geringste Rückgang bei der Anzahl der Abkalbungen wurde bei Kühen der Rasse Jersey beobachtet (von 3,41 auf 3,20). Holstein Friesian-Kühe, die 1966 geboren wurden, brachten es in ihrem Leben auf durchschnittlich 3,40 Abkalbungen. Kühe derselben Rasse, die 28 Jahre später geboren wurden, schafften im Durchschnitt gerade noch 2,79 Kälber. Für die Rasse Brown Swiss lag die Vergleichszahl 1966 bei 3,58 und

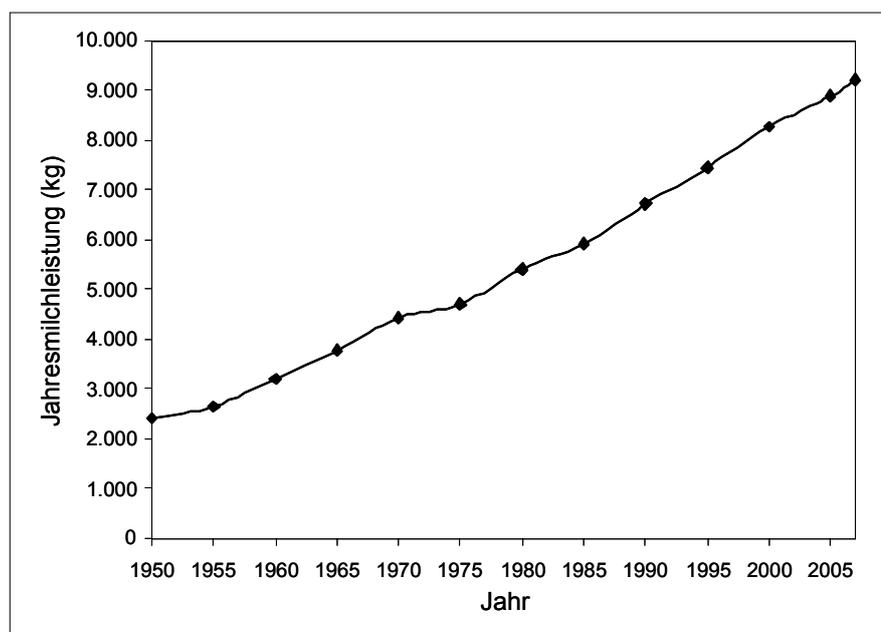


Abbildung 1: Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Milchleistung aller Kühe in den USA (USDA 2008)

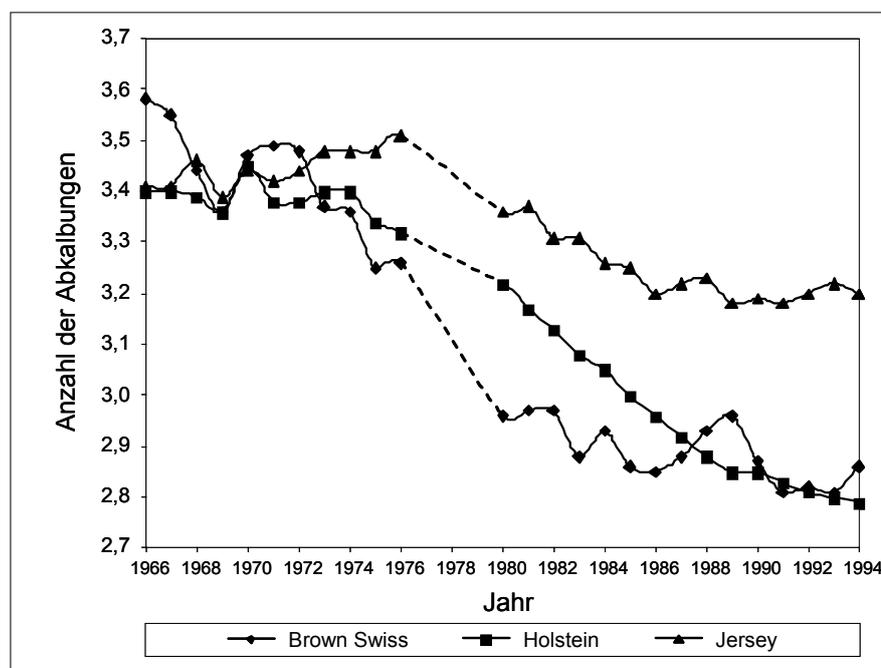


Abbildung 2: Entwicklung der durchschnittlichen Anzahl an Abkalbungen von Brown Swiss-, Holstein Friesian- und Jersey-Kühen in den USA (NIEUWHOF et al. 1989, HARE et al. 2006)

1994 bei 2,86 Abkalbungen. Allgemein gilt es festzuhalten, dass amerikanische Kühe aller Milchviehrassen bereits Mitte der 1960er im Durchschnitt weniger als 4 Mal kalbten. Milchkühe der Rassen Ayrshire, Guernsey, Holstein Friesian und Jersey, die 1966 erstmals kalbten, brachten es schon damals nicht einmal mehr auf 3,5 Kälber. Trotzdem ist in den

folgenden 30 Jahren die Nutzungsdauer weiter gesunken. Anfang der 1990er Jahre hat sich bei den amerikanischen Milchviehrassen der Abwärtstrend in der Nutzungsdauer abgeflacht und auf historisch niedrigem Niveau stabilisiert.

Entwicklung in Österreich

In Österreich wurde die Laktations-

leistung der Kontrollkühe seit 1992 bei Holstein Friesian um 38 %, bei Fleckvieh um 36 % und bei Braunvieh um 26 % gesteigert (*Abbildung 3*). Ausgehend von einem niedrigeren Niveau war der Leistungsanstieg bei Pinzgauer – (+ 18 %) und Grauvieh-Kühen (+ 11 %) weniger stark ausgeprägt. Besonders auffallend ist die Leistungssteigerung in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre. Kraftfutter war als Folge des EU-Beitritts zu deutlich niedrigeren Preisen verfügbar und wurde daher auch verstärkt in der Milchvieh-Fütterung eingesetzt. Es ist jedenfalls davon auszugehen, dass die in dieser Zeit beobachtete zusätzliche Leistungssteigerung nicht genetisch bedingt war.

Bei der Interpretation der beiden nachfolgenden *Abbildungen 4* und *5* ist zu berücksichtigen, dass in diese Auswertungen keine Kühe eingegangen sind, die zur Zucht weiterverkauft wurden.

Abbildung 4 stellt als ein wesentliches Merkmal der Fitness die Anzahl der Abkalbungen dar.

Fleckvieh-Kühe, die 1992 abgegangen sind, brachten es im Durchschnitt auf 4,1 Abkalbungen (= Anzahl angefangener Laktationen). Zehn Jahre später waren es nur mehr 3,8 Abkalbungen pro Kuh, wobei sich die Zahl der Abkalbungen seither auf diesem Wert stabilisiert hat. Abgegangene Braunvieh-Kühe hatten 1992 durchschnittlich 4,3 Abkalbungen, 2007 waren es nur noch 3,7. Obwohl Holstein Friesian-Kühe bereits 1992 im Durchschnitt nur auf 3,9 Abkalbungen kamen, ist der Wert in den darauf folgenden zehn Jahren auf den historischen Tiefststand von 3,3 abgefallen und hat sich seither auf diesem Niveau eingependelt.

Die Entwicklung der Lebensleistung der abgegangenen Kühe wird in *Abbildung 5* dargestellt. Im Jahr 2007 lagen Fleckvieh-Kühe bei 24.219 kg, Braunvieh-Kühe bei 25.299 kg und Holstein Friesian-Kühe bei 28.007 kg Milch-Lebensleistung. In den letzten 15 Jahren wurden in diesem Merkmal Steigerungen von 26 % (Fleckvieh), 10 % (Braunvieh) und 21 % (Holstein Friesian) beobachtet. Im selben Zeitraum stiegen die Laktationsleistungen jedoch um 36 % (Fleckvieh), 26 % (Braunvieh) und 38 % (Holstein Friesian). Diese Zahlen belegen, dass die steigenden Laktati-

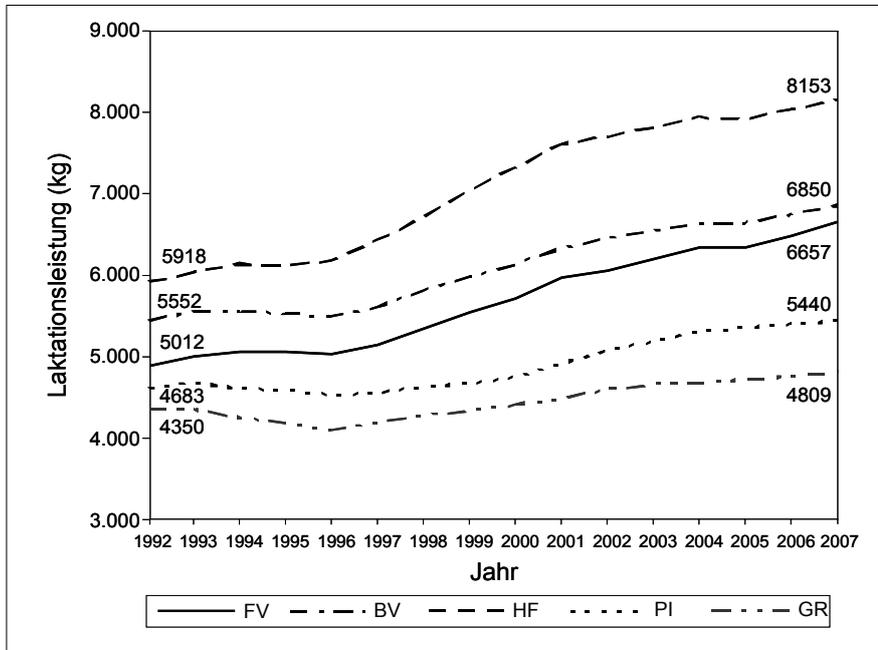


Abbildung 3: Entwicklung der durchschnittlichen Laktationsleistung der Fleckvieh-, Braunvieh-, Holstein Friesian-, Pinzgauer- und Grauvieh-Kontrollkühe in Österreich (ZUCHTDATA 2007, FÜRST 2008)

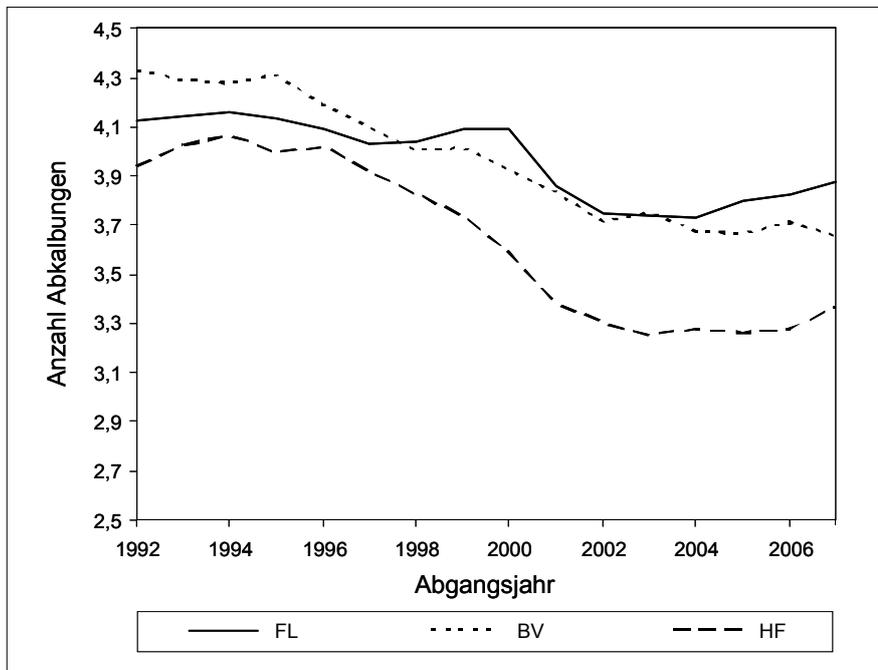


Abbildung 4: Entwicklung der durchschnittlichen Anzahl an Abkalbungen der abgegangenen Fleckvieh-, Braunvieh- und Holstein Friesian-Kühe in Österreich (ZUCHTDATA 2007, FÜRST 2008)

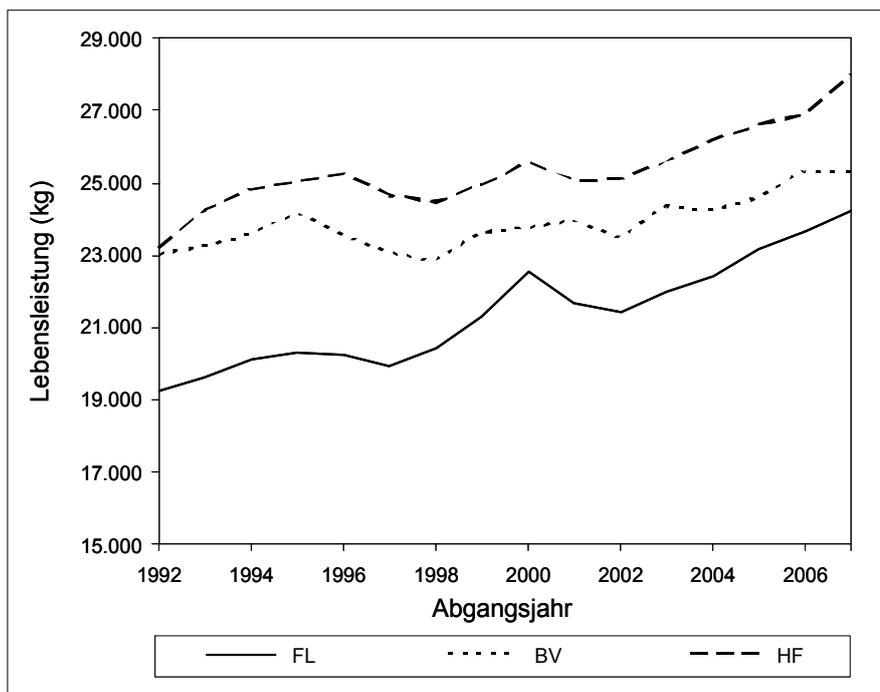


Abbildung 5: Entwicklung der durchschnittlichen Lebensleistung der abgegangenen Fleckvieh-, Braunvieh- und Holstein Friesian-Kühe in Österreich (ZUCHTDATA 2007, FÜRST 2008)

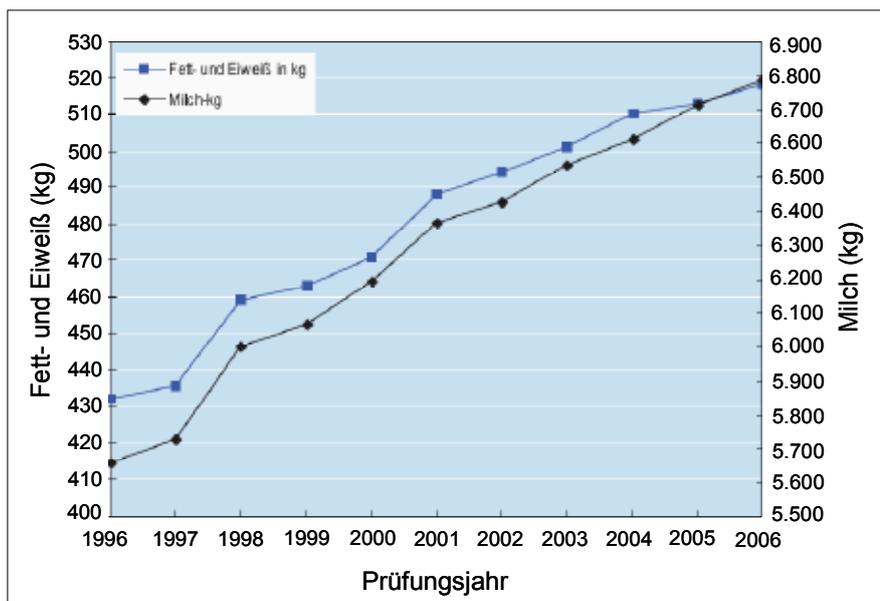


Abbildung 6: Entwicklung der durchschnittlichen Laktationsleistung aller geprüften Milchkühe in Bayern (LKV 2006)

onsleistungen der letzten 15 Jahre einen weiteren Rückgang der Nutzungsdauer zur Folge hatten.

Entwicklung in Bayern

Es ist davon auszugehen, dass die Mehrzahl der Milchkühe in Bayern unter ähnlichen Umweltbedingungen gehalten wird, wie Milchkühe in Österreich und auch dort ist Fleckvieh die mit Abstand am stärksten vertretene Rasse.

Aus diesen Gründen ist ein Vergleich der Milchleistungen von bayerischen und österreichischen Milchkühen aufschlussreich.

Im Durchschnitt brachten es Milchkühe aller Rassen in Bayern 2006 auf eine Laktationsleistung von 6.788 kg (Abbildung 6). Ausgehend von einer durchschnittlichen Leistung von 5.640 kg im Jahre 1996 bedeutete dies in den letzten zehn Jahren einen Anstieg

um 20 % (LKV 2006). Im Vergleich dazu lag die durchschnittliche Milchleistung aller österreichischen Kontrollkühe mit Vollabschlüssen 1996 bei 5.160 kg und stieg in den darauf folgenden 10 Jahren auf 6.627 kg (ZAR 2007). Das entspricht einem Anstieg um 28 %.

Die Entwicklung der Lebensleistung der abgegangenen Kühe in Bayern wird in *Abbildung 7* dargestellt. Die im Jahr 2006 abgegangenen Fleckvieh-Kühe erreichten eine Lebensleistung von 18.841 kg, Braunvieh-Kühe kamen auf 25.035 kg und Schwarzbunt-Kühe erzielten lediglich 22.814 kg Milch. Im Vergleich zu den im Jahr 1996 abgegangenen Milchkühen ergeben sich Leistungssteigerungen im Ausmaß von 13 % (Fleckvieh), 15 % (Braunvieh) bzw. 17 % (Schwarzbunte) dar. Während in Bayern die im Jahre 2006 abgegangenen Milchkühe nur ein durchschnittliches Alter von 5,5 Jahren erreichten, waren die in Österreich 2006 abgegangenen Milchkühe im Durchschnitt 6,24 Jahre alt (LKV 2006, ZuchtData 2007).

Die Gründe für die deutlich niedrigeren Lebensleistungen der abgegangenen Milchkühe in Bayern sind nicht bekannt, könnten jedoch zum Teil mit den größeren Betriebsstrukturen zusammenhängen. WEIGEL et al. (2003) haben in Wisconsin, USA, festgestellt, dass das unfreiwillige Ausscheiden von Milchkühen zunimmt, wenn die Zahl der zu betreuenden Tiere pro Arbeitskraft steigt. Die Intensität der Individualbetreuung, wie sie bei Hochleistungskühen erforderlich ist, stößt bei steigender Tierzahl je Arbeitskraft an ihre Grenzen.

Anpassungsvermögen

Züchterische Maßnahmen haben zu einer beträchtlichen Steigerung der Milchleistungen bei Kühen beigetragen. Die über Jahrmillionen vorausgegangene natürliche Selektion hat Tiere hervorgebracht, die unter den jeweiligen Umweltbedingungen imstande waren, die größtmögliche Anzahl an lebensfähigen Nachkommen für die Folgegeneration zu erzielen. Nach ESSL (1999) muss mit einer Verschlechterung bezüglich Fruchtbarkeit und Vitalität (Fitness) gerechnet werden, wenn dieses von Natur aus für eine hohe Reproduktionsleistung gefundene Zusammenspiel der Erbanla-

gen (künstlich) gestört wird.

Außer der Verbesserung der genetischen Veranlagung (= Zuchtfortschritt) haben Verbesserungen der Qualität des Futters, Rationszusammensetzung, Fütterungsstrategie, medizinischen Betreuung, Haltungsbedingungen sowie der Betriebsausstattung und Betriebsorganisation die massive Steigerung der Laktationsleistungen erst ermöglicht.

In diesem Zusammenhang muss der grundlegende Wandel hervorgehoben werden, der sich in der Fütterung von Rindern vollzogen hat. Bis Ende der 1960er Jahre wurden die heimischen Rinder nahezu ausschließlich mit Grundfutter (Grobfutter) versorgt. Steigende Erträge auf den heimischen Äckern, ermöglicht durch den Einsatz von Mineraldünger und Pestiziden, günstiger werdende Transportmöglichkeiten für agrarische Produkte über große Entfernungen und internationale Handelsmöglichkeiten haben eine Forcierung des Einsatzes von Kraftfutter bei Wiederkäuern lukrativer gemacht. Bis in diese Zeit war es das Ziel, Milchkühe mit bestem Grundfutter zu versorgen und daraus möglichst viel Milch zu erzeugen. Diese Art der Fütterung und die daraus resultierenden Stoffwechselprozesse entsprachen grundsätzlich der evolutionären Anpassung der Rinder, die auf

das Verdauen von faserreiche Pflanzen (Grasbestände) und deren Nutzung als Nährstoff- und Energiequelle ausgerichtet ist. Schließlich war es auch kein Zufall, dass der Mensch in erster Linie solche Wiederkäuerarten domestiziert hat, die durch ihre evolutionäre Anpassung faserreiche Futterstoffe leicht verwerten können (v. ENGELHARDT et al. 1985) und dadurch nie Nahrungskonkurrenten des Menschen waren.

Extrem hohe Leistungen in kurzer Zeit zu erbringen (Laktationsleistungen von 10.000 kg und mehr), wie dies bei Milchkühen angestrebt wird, verlangt während der ersten Laktationshälfte eine maximal hohe Nährstoffdichte in der Ration und damit einen maximalen Kraftfuttereinsatz. Das wiederum bedeutet, dass das angebotene Futter hinsichtlich Zusammensetzung und Struktur in höchstem Ausmaß dem widerspricht, wofür sich Wiederkäuer in einem Jahr Millionen dauernden strengen Ausleseprozess angepasst haben.

Warum die Wiederkäuerernährung diese Entwicklung genommen hat, beschreibt der renommierte amerikanische Professor für Wiederkäuer-Ernährung Van SOEST (1994) in seinem Buch (Titel: Ernährungsökologie der Wiederkäuer):

„Die Machbarkeit der ausschließlichen Verfütterung von Kraftfutter an Wiederkäuer wurde bis 1950 bezweifelt, aber die Tatsache, dass die Kosten für eine Einheit Nettoenergie aus Körnermais niedriger waren als aus Grundfutter, hat die Forschung auf dem Gebiet der Wiederkäuerernährung dazu gedrängt, Lösungen für die Verdauungsstörungen zu finden, die aus der Kraftfutterfütterung resultierten“. Van SOEST (1994) verweist auch explizit auf die Konsequenzen in der Rindermast, wenn diese mit höchster Intensität betrieben wird:

„Die meisten Mastrinder leben nicht lange genug, um das volle Ausmaß der Pansenazidose, der Parakeratose und der Leberabszesse zu erfahren, die das Resultat einer Überfütterung mit Getreide und von zuwenig Faser im Futter sind“. Der massive Kraftfuttereinsatz hat Leistungen möglich gemacht, wie man sie bis dahin nicht kannte, gleichzeitig sind (Stoffwechsel-)Krankheiten (z.B. Pansenazidose, Labmagenverlagerung, Laminitis) aufgetreten, die damit in unmittelbarem Zusammenhang stehen, das Wohlbefinden der Kühe beeinträchtigen und in zunehmendem Ausmaß von ökonomischer Relevanz sind.

Nach ESSL (1999) kommt es durch die gezielte Zucht auf hohe Produktionsleistungen zu einer einseitigen Forcierung bestimmter Stoffwechselprozesse. Die enorm gestiegenen Laktationsleistungen und die gleichzeitige gravierende Verschlechterung bezüglich Fruchtbarkeit und Vitalität (Fitness) belegen, dass es nicht gelungen ist, durch Maßnahmen der Fütterung und Haltung (Umweltgestaltung) über viele Laktationen gesundheitlichen Störungen bei Milchkühen vorzubeugen.

Lebensmittelbilanz

Laktationsleistungen von 9.000 kg und mehr verlangen im Herdendurchschnitt über die gesamte Laktation einen Kraftfutteranteil in der Futter-Trockenmasse von mehr als 40 % (HAIGER 2005). Von einer Milchkuh mit einer Laktationsleistung von 10.000 kg werden in der Phase zwischen 7. und 14. Laktationswoche Tagesleistungen von 45 bis 50 kg Milch erreicht (BREVES 2007). Will man das Energiedefizit im Stoffwechsel einer solchen Kuh möglichst gering halten und einen Leistungseinbruch verhindern, ist es aufgrund der limitierten täglichen

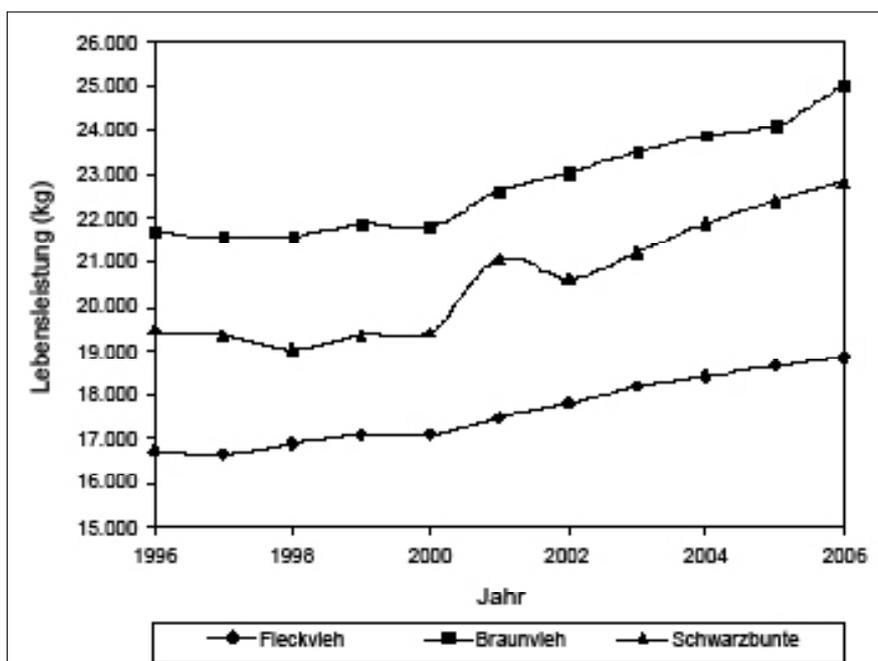


Abbildung 7: Entwicklung der durchschnittlichen Lebensleistung der abgegangenen Fleckvieh-, Braunvieh- und Schwarzbunt-Kühe in Bayern (LKV 2006)

Futteraufnahme-Kapazität von etwa 25 kg Trockenmasse zwingend erforderlich, an die Grenzen des maximalen Kraftfutter-Einsatzes zu gehen. Trotzdem ist bei optimaler Grundfutterqualität und einem Anteil des Grundfutters an der Gesamtration von nur mehr 40 %, bei solchen Tagesleistungen die Entwicklung einer negativen Energiebilanz unvermeidlich (BREVES 2007).

Neben den Fragen der Wiederkäuergerechtigkeit und den damit in Zusammenhang stehenden Aspekten der Tiergesundheit und des Wohlbefindens der Tiere ist es unbedingt notwendig, den maximale Kraftfuttereinsatz auch aus dem Blickwinkel eines sparsamen Umgangs mit Ressourcen (Energie) und Lebensmitteln zu beleuchten.

Allein der Transport von Getreide und Proteinkonzentraten (z.B. Sojaextraktionsschrot) über hunderte und tausende Kilometer zum Zweck der Rinderfütterung ist aus Sicht des Verbrauchs an fossiler Energie und der riesigen Nährstoffeinträge in das Ökosystem auf Dauer ökologisch nicht tragbar.

Nach heutigem Wissensstand wurden Rinder, Schafe und Ziegen vor ca. 8.500 bis 11.000 Jahren domestiziert, um sich in erster Linie nachhaltige Lebensmittelquellen zu erschließen, die auf Weidefutter basierten. Wiederkäuer haben in der Entwicklungsgeschichte des Menschen auch nur deshalb eine so große Bedeutung erlangt, weil sie nie Nahrungskonkurrenten des Menschen waren. Nach HOFMANN (1989) erscheint es daher „antibiologisch, wenn nicht gar unmoralisch, dass heutzutage in den reichen Ländern die Futtermengen der landwirtschaftlich genutzten Wieder-

käuer auf Getreide basieren“. Die ökologischen Konsequenzen eines massiven Kraftfuttereinsatzes bei Milchkühen hat HAIGER (1996) dargelegt.

An der Universität von Kalifornien, Davis, USA, wurden Milchviehrationen, die an Kühe mit einer Laktationsleistung von 8.600 kg verfüttert wurden, auf ihren Gehalt an pflanzlichen Produkten untersucht, die Lebensmittelcharakter haben und daher für den Menschen konsumtauglich sind (Tabelle 1).

Mit der Verfütterung einer Ration, die sich zur Hälfte aus Grundfutter und zur Hälfte aus Kraftfutter zusammensetzt (Ration I), macht die in Form von Milch und Fleisch bereitgestellte Energie nur 57 % der im Futter enthaltenen, vom Menschen verdaulichen Energie aus. Das in den tierischen Produkten enthaltene Eiweiß macht nur 96 % des im Futter enthaltenen und direkt vom Menschen verdaulichen Eiweißes aus. Diese Zahlen belegen, dass durch eine sehr kraftfutterreiche Fütterung die Menge an verfügbaren Lebensmitteln (Energie und Eiweiß) sogar verringert wird.

Eine positive Lebensmittel-Bilanz ergibt sich, wenn die Ration aus ca. 70 % Grundfutter und 30 % Kraftfutter zusammengesetzt ist und dieses Kraftfutter zu ca. 70 % aus Nebenprodukten besteht (Ration II). Für die vom Menschen verdauliche Energie ergibt sich ein Plus von 28 %, für das Eiweiß sind es plus 176 % im Vergleich zu dem, was im Futter enthalten und für den Menschen unmittelbar verdaulich wäre.

Fütterungsversuche von HAIGER und SÖLKNER (1995) haben gezeigt, dass es bei Hochleistungskühen (Holstein Friesian und Brown Swiss), basierend auf

den genetischen Voraussetzungen von 1970/80, bei einer Fütterung bestehend aus Grassilage, Maissilage und Heu und dem Verzicht auf Kraftfutter, zu keiner wesentlichen Erhöhung der Tierarztkosten, des Besamungsindex und der Serviceperiode gekommen ist.

Tierisches Wohlbefinden

Welcher Umgang mit landwirtschaftlich genutzten Tieren gepflegt wird und wie es um das Wohlbefinden dieser Tiere bestellt ist, wird in zunehmendem Maße diskutiert und hinterfragt. Die Akzeptanz und die Bereitschaft zur Förderung der heimischen Milchviehhalter und zum Kauf heimischer Milch (-Produkte) hängt wesentlich davon ab, wie weit man glaubhaft machen kann, dass auf den Betrieben den Bedürfnissen der Tiere möglichst weitgehend entsprochen wird.

Nach BROOM (2001) sind es bei Milchkühen in erster Linie Lahmheiten, Mastitiden, Fruchtbarkeitsstörungen, Beeinträchtigungen des Normalverhaltens, kritische physiologische Zustände (z.B. Milchfieber) und Verletzungen, die das Wohlbefinden einschränken. Einer Studie von FLEISCHER et al. (2001) zufolge ist die geschätzte Wahrscheinlichkeit des Auftretens verschiedener Erkrankungen (Mastitis, Klauenerkrankungen, Eierstockzysten, Gebärmutterentzündungen, Nachgeburtverhalten, Milchfieber) mit der Milchleistung hoch positiv korreliert.

Nachdem die Nutzungsdauer der Milchkühe sich derart verkürzt hat, muss man davon ausgehen, dass die Mehrheit der Kühe aufgrund der vorhin genannten gesundheitlichen Störungen und daher unfreiwillig aus den Betrieben ausgeschieden wird. Die Beobachtung der sinkenden Nutzungsdauer bei Milchkühen hat BROOM (1991) zu folgender Feststellung veranlasst: „Wenn die Betreuung erwarten lässt, dass eine Kuh nur 4 oder 5 Kälber bringt, dann ist das Stressniveau für diese Kuh höher und das Wohlbefinden schlechter als für eine Kuh, die so betreut wird, dass sie zehnmal oder noch öfter erfolgreich abkalben kann. Eine reduzierte Lebenserwartung ist ein Indikator dafür, dass das Tier gestresst und sein Wohlbefinden zeitweise oder während des ganzen

Tabelle 1: Lebensmittelbilanz in der Milchviehhaltung
(Laktationsleistung von 8.600 kg; OLTJEN und BECKETT 1996)

Merkmal	Ration I	Ration II
	% der Trockenmasse	
Maissilage	20	35
Luzerneheu	30	34
Körnermais	37	-
Sojaextraktionsschrot	10	-
Gerste	-	9
Nebenprodukte (Müllerei und Baumwollerzeugung)	-	22
	Ertrag (Milch + Fleisch) in % des Futtereinsatzes	
Für Menschen direkt verdauliche Energie	57	128
Für Menschen direkt verdauliches Eiweiß	96	276

Lebens beeinträchtigt war“ (BROOM 1988, HURNIK and LEHMAN 1988). Auch wenn einzelne Hochleistungskühe während ihrer gesamten Lebensdauer gesund sind und keine Anzeichen eines eingeschränkten Wohlbefindens zeigen, muss man auf Grund der Entwicklung der Nutzungsdauer davon ausgehen, dass dies im Durchschnitt einer Population nicht zutrifft. Nicht nur die Beeinträchtigung des Wohlbefindens der Kühe durch die enorm gestiegenen Laktationsleistungen ist problematisch, sondern auch die Tatsache, dass Tiere immer früher ausgeschieden werden. Die Einstellung, dass Tiere einen Wert *per se* darstellen (LUND 2007), geht damit zusehends verloren.

Konsequenzen für die Zukunft

Aus ökologischen, ethischen und langfristigen ökonomischen Gründen ist die Neuausrichtung der Milchkühhaltung auf eine hohe Produktionseffizienz auf der Basis einer Grundfutter betonten Nährstoff-Versorgung unumgänglich. Neben dem genetischen Potenzial der Kühe, hohe Dauerleistungen zu erbringen, wird das Grundfutter-Aufnahmevermögen entscheidend für die Realisierung dieser Leistungen sein.

Nordamerikanische Holstein Friesian-Kühe wurden über Jahrzehnte „aggressiv“ auf hohe Milchleistung selektiert, in erster Linie jedoch in einer Umwelt, die einen hohen Kraftfuttereinsatz unter Stallhaltungsbedingungen forcierte (HORAN et al. 2006). Ein umfassender Vergleich genetisch unterschiedlich veranlagter Holstein Friesian-Kühe in einem weidebasierten Milchproduktionssystem Irlands hat ergeben, dass Nachkommen von „aggressiv“ auf Milchleistung selektierten nordamerikanischen Holstein Friesian-Stieren zwar eine höhere Milchleistung erbrachten, diese aber nur eine geringfügig höhere Futteraufnahme auf der Weide zeigten. Folglich waren in dieser Untersuchung derart hoch veranlagte Kühe am Beginn der Laktation mit einem viel größeren Energiedefizit konfrontiert als für eine weidebasierte Fütterung genetisch besser angepasste neuseeländische Kühe. Bezogen auf das Körpergewicht zeigten neuseeländische Holstein Friesian-Kühe

die höchste Weidefutter-Aufnahme. Pro kg Kraftfutter-Ergänzung war bei diesen Tieren jedoch die Grundfutter-Verdrängung am größten.

Nach ESSL (1982a und b) „nimmt mit rückläufiger Nutzungsdauer die Wirtschaftlichkeit der Kühe progressiv ab. Der kritische Wert, unter den die mittlere Nutzungsdauer in einer Population nicht absinken sollte, liegt bei etwa 4 Laktationen“. In einem weidebasierten System, wie beispielsweise in Irland, erhöht sich der Erfolg dadurch, dass Kühe selektiert werden, die eine hohe Futteraufnahme auf der Weide zeigen, einmal im Jahr kalben und für eine Dauer von 4 bis 5 Laktationen in der Herde überleben (HORAN et al. 2006).

Diese von ESSL (1982b) und HORAN et al. (2006) formulierte Zielgröße für die Nutzungsdauer wurde von amerikanischen und bayerischen Milchkühen schon vor vielen Jahren unterschritten. Die durchschnittliche Nutzungsdauer der in Österreich abgegangenen Holstein Friesian-Kühe ist bereits 1998 unter 4 Jahre gesunken. Ab 2001 wurde in Österreich auch bei den abgegangenen Fleckvieh- und Braunvieh-Kühen eine derart verkürzte Nutzungsdauer beobachtet. Holstein Friesian-Kühe weisen derzeit mit durchschnittlich 3,3 Jahren die kürzeste Nutzungsdauer in Österreich auf.

Nach FÜRST (2006) ist in Österreich die absolute Nutzungsdauer zwar allgemein rückläufig, der genetische Trend ist demgegenüber aber leicht positiv. Durch die Einbeziehung von Fitness-Merkmalen in die Zuchtwert-Schätzung wurde in Österreich seit 1995 versucht dem genetischen Trend zu einem weiteren Absinken der Nutzungsdauer entgegenzuwirken.

Der phänotypische Abwärtstrend in diesem Merkmal konnte jedoch bisher nicht umgekehrt werden.

Das komplexe Merkmal Nutzungsdauer (Langlebigkeit) hat eine niedrige Heritabilität. Im Allgemeinen liegt sie unter 0,10, Schätzwerte schwanken zwischen 0,01 und 0,19 (NIEUWHOF et al. 1989). Zu etwa 90 % ist die Dauer des Verbleibens einer Kuh in einer Herde von der Haltungsumwelt, der Ernährung und der Betreuung abhängig. Den Fitness-Merkmalen (Nutzungsdauer, Zahl der Abkalbungen etc.) in der Zuchtwert-

Schätzung deutlich mehr Gewicht als bisher zu verleihen, scheint angesichts des dramatischen Verlustes an Vitalität und Fruchtbarkeit bei Milchkühen dringend notwendig. Nach CASSELL und McDANIEL (1983) sowie HAIGER (1983) sollte die Lebensleistung das vordringliche Selektionsziel bei Milchrindern sein, wobei HAIGER (1983) in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der Grundfutter-Verzehrleistung verweist. Eine biologische Konsequenz daraus sind Einbußen im Zuchtfortschritt bei den Merkmalen der Laktationsleistung. Wird in der Auswahl der Tiere für die nächste Generation weiterhin verstärkt auf eine Steigerung im Merkmal (Erst-) Laktationsleistung Wert gelegt, ist mit einem häufigeren Auftreten unerwünschter Nebeneffekte im Bereich Physiologie, Immunologie und Reproduktion und daher, nach BROOM (1991 und 2001), in der Folge mit einem beeinträchtigten Wohlbefinden zu rechnen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die bei Milchkühen während der letzten 60 Jahre enorm gestiegenen Laktationsleistungen hatten dramatische Folgen für die Fruchtbarkeit und Vitalität (Fitness) der Tiere. Nie dagewesene durchschnittliche Laktationsleistungen resultierten in einer historisch kurzen Nutzungsdauer.

Frühreife und Langlebigkeit sind negativ miteinander korreliert. Obwohl dies in der Literatur gut dokumentiert ist, ist das Bestreben in der Milchrinder-Haltung, eine auf Frühreife ausgerichtete (Auf-) Zucht zu forcieren, ungebrochen groß, um die Aufzuchtperiode kurz zu halten, das Erstkalbealter zu reduzieren und dadurch Kosten zu sparen. Das Vorverlegen der ersten Abkalbung lässt jedoch eine Verkürzung der Nutzungsdauer erwarten.

Mit sinkender Nutzungsdauer nimmt jedoch die Wirtschaftlichkeit der Kühe progressiv ab. Nach ESSL (1982b) liegt der kritische Wert, unter den die mittlere Nutzungsdauer in einer Population nicht absinken sollte, bei etwa 4 Laktationen. Davon haben sich Kühe der bedeutendsten Milchrassen in den USA, aber auch Milchkühe in Bayern vor vielen und in Österreich seit einigen Jahren zusehends weiter entfernt. Die in Österreich im ver-

gangenen Jahr abegangenen Holstein Friesian-Kühe hatten im Durchschnitt 3,3 Abkalbungen.

Wegen der Verschlechterung bezüglich Fruchtbarkeit und Vitalität ist in der Selektion deutlich mehr Gewicht auf Merkmale der Langlebigkeit (Nutzungsdauer) und Lebensleistung zu legen.

Rinder haben sich über Jahrmillionen an Futter mit einem hohen Fasergehalt und einer niedrigen Nährstoffdichte angepasst. Nur eine Grundfutter betonte Nährstoff-Versorgung wird ihrer evolutionären Anpassung dauerhaft gerecht. Der massive Kraftfutter-Einsatz erhöht für den Organismus des Rindes das Risiko für Verdauungs- und Stoffwechselstörungen und führt daher langfristig zu einer Einschränkung des Wohlbefindens. Schließlich verlangt der sparsame Umgang mit Ressourcen die Fütterung auf eine bestmögliche Lebensmittelbilanz abzustellen.

Literatur

- BAKELS, F., 1959: Relations between milk yield and length of useful life in an Allan herd. *Anim. Breeding Abstr.* 27(4): Abstr. 1754.
- BREVES, G., 2007: Züchtung und Stoffwechselstabilität beim Rind – Empfehlungen für die Zucht und Haltung. *Züchtungskunde* 79, 52-58.
- BROOM, D.M., 1988: Les concepts de stress et de bien-être. *Rec. Med. Vet.* 164: 715.
- BROOM, D.M., 1991: Animal welfare: Concepts and measurement. *J. Anim. Sci.* 69, 4167-4175.
- BROOM, D.M., 2001: Effects of dairy cattle breeding and production methods on animal welfare. *Proc. 21st World Buiatrics Congress*, 1-7. Punta del Este, Uruguay.
- BUTLER, W.R., 1998: Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81, 2533-2539.
- CASELL, B.G. and B.T. McDANIEL, 1983: Use of later records in dairy sire evaluation: a review. *J. Dairy Sci.* 66, 1-10.
- EGGER-DANNER, C., 1993: Zuchtwertschätzung für Merkmale der Langlebigkeit beim Rind mit Methoden der Lebensdaueranalyse. *Dissertation*, Universität für Bodenkultur Wien.
- ESSL, A., 1982a: Untersuchungen zur Problematik einer auf hohe Lebensleistung ausgerichteten Zucht bei Milchkühen. 1. Mitteilung: Grundsätzliche Überlegungen und Ergebnisse von Modellrechnungen. *Züchtungskunde* 54, 267-275.
- ESSL, A., 1982b: Untersuchungen zur Problematik einer auf hohe Lebensleistung ausgerichteten Zucht bei Milchkühen. 2. Mitteilung: Ergebnisse einer Felddatenanalyse. *Züchtungskunde* 54, 361-377.
- ESSL, A., 1993: Estimation of population parameters for herd life, days open and 1st, 2nd and 3rd lactation milk yield. Unpublished (results presented in Egger-Danner, 1993).
- ESSL, A., 1998: Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Livest. Prod. Sci.* 57, 79-89.
- ESSL, A., 1999: Biologische Grenzen. *Blick ins Land* 7/99.
- FINCH, C.E., 1994: Longevity, senescence, and the genome. *The University of Chicago Press*, Chicago and London, S. 34.
- FLEISCHER, P., M. METZNER, M. BEYERBACH, M. HOEDEMAKER and W. KLEE, 2001: The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2025-2035.
- FÜRST, C., 2006: Züchterische Strategien für die Bio-Rinderzucht. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning, 21.-22. März 2006.
- FÜRST, C., 2008: persönliche Mitteilung.
- GAALAAS, R.F. and R.D. PLOWMAN, 1963: Relationship between longevity and production in Holstein-Friesian cattle. *J. Dairy Sci.* 46, 27-33.
- HAIGER, A., 1973: Das Zuchtziel beim Rind. Jubiläumsschrift (Prof. Turek), Universität für Bodenkultur Wien.
- HAIGER, A., 1983: Rinderzucht auf hohe Lebensleistung. Sonderdruck aus „Der Alm- und Bergbauer“, 33, 1/2, 1-14.
- HAIGER, A., 1996: Wird die Kuh zur Sau gemacht? *Ernte-Zeitschrift*, 5, 22-23.
- HAIGER, A., 2005: Naturgemäße Tierzucht bei Rindern und Schweinen. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- HAIGER, A. und J. SÖLKNER, 1995: Der Einfluss verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. 2. Mitteilung: 2. bis 8. Laktation. *Züchtungskunde* 67, 263-273.
- HARE, E., H.D. NORMAN and J.R. WRIGHT, 2006: Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 89, 3713-3720.
- HARGROVE, G.L., 1974: Rate of maturity of dairy females. *J. Dairy Sci.* 57, 328-331.
- HEINS, B.J., L.B. HANSEN and A.J. SEYKORA, 2006: Fertility and survival of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J. Dairy Sci.* 89, 4944-4951.
- HOFMANN, R. R., 1989: Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78, 443-457.
- HOQUE, M. and J. HODGES, 1980: Genetic and phenotypic parameters of lifetime production traits in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 63, 1900-1910.
- HORAN, B., P. FAVERDIN, L. DELABY, M. RATH and P. DILLON, 2006: The effect of strain of Holstein-Friesian dairy cow and pasture-based system on grass intake and milk production. *Anim. Sci.* 82, 435-444.
- HURNIK, J.F. and H. LEHMANN, 1988: Ethics and farm animal welfare. *J. Agric. Ethics* 1, 305.
- LATTER, B.D.H. and A. ROBERTSON, 1962: The effects of inbreeding and artificial selection on reproductive fitness. *Genet. Res.* 3, 110-138.
- LKV, 2006: Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern. *Jahresbericht 2006*.
- LOSAND, B., E. CZERNIAWSKA-PIATKOWSKA, M. SZEWCZUK, E. BLUM and P. BLASZCZYK, 2007: Auswirkungen der Weidehaltung tragender Jungrinder in einer auf ein Erstkalbealter von 24 Monaten ausgerichteten intensiven Aufzucht auf Körperentwicklung, Abkalbung und Milchleistung. *Arch. Tierz.* 50, 427-441.
- LUCY, M.C., 2001: Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J. Dairy Sci.* 84, 1277-1293.
- LUND, V., 2007: Animal welfare in intensive and sustainable animal production systems. In: Zollitsch, W., C. Winckler, S. Waiblinger and A. Haslberger (ed.). *Sustainable food production and ethics*. Reprints of the 7th Congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics, Sept. 13-15, 2007, Vienna, Austria, 37-42.
- NIEUWHOF, G.J., H.D. NORMAN and F.N. DICKINSON, 1989: Phenotypic trends in herd life of dairy cows in the United States. *J. Dairy Sci.* 72, 726-736.
- OLTJEN, J.W. and J.L. BECKETT, 1996: Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. *J. Anim. Sci.* 74, 1406-1409.
- SÖLKNER, J., 1989: Genetic relationship between level of production in different lactations, rate of maturity and longevity in a dual purpose cattle population. *Livest. Prod. Sci.* 23, 33-45.
- STEINWIDDER, A. und M. GREIMEL, 1999: Ökonomische Bewertung der Nutzungsdauer bei Milchkühen. *Die Bodenkultur* 50, 235-249.
- USDA, 2008: <http://www.nass.usda.gov/QuickStats/>, besucht am 9.2.2008.
- V. ENGELHARDT, W., D. W. DELLOW and H. HOELLER, 1985: The potential of ruminants for the utilization of fibrous low-quality diets. *Proc. Nutr. Soc.*, 44, 37-43.
- VAN SOEST, P.J., 1994: *Nutritional ecology of the ruminant*. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.
- WEIGEL, K.A., R.W. PALMER and D.Z. CARAVIELLO, 2003: Investigations of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *J. Dairy Sci.* 86, 1482-1486.
- ZAR, 2007: *Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter. Rinderzucht Austria*, Ausgabe 2007, Wien.
- ZUCHTDATA, 2007: *Jahresbericht ZuchtData*, Polykopie, Wien.

Umsetzung hoher Lebensleistung am Betrieb

C. und G. EDEGGER

Betriebsbeschreibung

Familie

Betriebsleiterehepaar 42/44

Kinder: 4

Eltern am Betrieb

Betriebsdaten

30 ha Wald, insgesamt 24 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (davon 12 ha Pacht), Seehöhe 700 m, BHK 157 (ehem. Zone 3), Betriebsübernahme 1991

Alpung von Jungvieh

Wirtschaftsweise

Biologische Wirtschaftsweise seit 1992, reiner Grünlandbetrieb mit Forstwirtschaft. Der Betrieb wird im Vollerwerb bewirtschaftet.

Bio wird von uns nicht als Extensivform gesehen. Die Kühe werden leistungsgerecht mit hochwertigem Grundfutter und zugekauftem biologischen Kraftfutter (Selbstmischer) versorgt. Die Düngung der Flächen erfolgt mit verrottetem Mist und Gülle vor jedem Aufwuchs. Der Grünlandbestand ist uns besonders wichtig. Eine regelmäßige Nachsaat ist daher unerlässlich.

Hauptwirtschaftszweig

Milchproduktion: 23 Milchkühe

Rasse: Holstein Friesian

Milchquote: 189.410 kg

Milchvermarktung

100 % der verkauften Milch geht an die Gemeinschaftskäserei DEUTSCHMANN

(Erzeugung von hochpreisigem Bio-Rohmilchkäse)

S-Klasse Bestimmungen:

Zellgehalt < 150.000

Keimgehalt < 25.000

Staphylococcus Aureus < 30

Wichtige Betriebskennzahlen sind in *Tabelle 1* enthalten.

Haltungssystem

Tretmiststall mit Spaltenboden im Fressbereich, Auslauf, Kurztagsweide

Zubau 07/08: Liegeboxenlaufstall mit 20 Liegeboxen für Kühe und Kalbinnen

Rationsgestaltung

Sommer: Grassilage, Grünfutter, Kurztagsweide 2 Stunden je Tag, Heu

Winter: Grassilage, Heu

100 % Zukauf-Kraftfutter:

Eigenmischung Bio: Mais, Gerste, Weizen, Mineralstoffe (Jahn R25 Granulat)

Eiweißausgleich: Bio-Kürbiskernkuchen, Futterkalk, Mineralstoffe, Salz

Einsatzmengen: leistungsgerecht bis max. 10 kg/Kuh/Tag

Aus- und Weiterbildung

Betriebsleiter: Landwirtschaftliche Fachschule, Facharbeiter

Betriebsleiterin: HLW-Graz, Matura

Mitglied Arbeitskreis Homöopathie – Dr. GUMHALTER, Kukmirm

Mitglied Arbeitskreis Milchproduktion Deutschlandsberg seit 1998. Die Teilnahme am Arbeitskreis hat uns schon sehr viele wertvolle Informationen gebracht.

Wir sind bemüht, die angebotenen Treffen, Seminare und Lehrfahrten zu nutzen, um Neues zu sehen und Erfahrungen austauschen zu können. Wichtig ist uns auch die Unabhängigkeit der Beratung die es sonst in der Form nicht gibt. Unverzichtbar sind für uns auch die Auswertungen, die Jahr für Jahr Motivation geben, wieder Dinge zu optimieren. Wichtig für die Betriebsentwicklung waren auch die Informationen über Milchquote, deren Preis und Entwicklung, die uns zum Quotenkauf bewegen haben. Die Aktualität der Beratung gefällt uns auch sehr gut. Die Beratung, der Vergleich in der Gruppe und der Erfahrungsaustausch bringen ständig neuen Ansporn, professionell zu arbeiten.

Teilnahme an interessanten Fachveranstaltungen in der Umgebung.

Betriebsphilosophie

Wir wollen nicht leben um zu arbeiten, sondern arbeiten um zu leben. Mit Liebe zum Beruf, der notwendigen Konsequenz, ohne Gewalt und mit entsprechender Gelassenheit ein gesundes biologisches Lebensmittel vermarkten und ein ausreichendes Familieneinkommen erwirtschaften.

Wie erreichen wir hohe Lebensleistungen?

Unser Ziel ist es, gute Kühe so lange wie möglich im Bestand zu halten, sofern sie wenig Probleme bereiten (*Abbildung 1*).

Folgende Punkte erscheinen uns wichtig:

- Beobachten – erkennen – reagieren
- Kühe nicht vorschnell selektieren
- Zwischenkalbezeit darf länger sein, wenn die Kuh wieder tragend wird und viel Milch gibt.
- Nicht sofort mit Fruchtbarkeitsprogrammen und -hormonen behandeln, wir warten zu bis die Kuh von alleine so weit ist.
- Kühe mit sehr guter Persistenz notwendig, da viele altmelkende Kühe,

Tabelle 1: wichtige Betriebskennzahlen

	2003	2004	2005	2006	2007
Kuhzahl	16,88	17,58	17,75	18,81	19,76
Produzierte Milch (kg/Jahr)	9.035	8.940	9.543	9.122	9.454
DfL* je Kuh (Euro)	2.933	2.435	2.393	2.783	2.869
ZKZ ** in Tagen	415	417	385	407	481
Zellzahl LKV	159	162	103	159	193
Zellzahl Molkerei			97	123	142

* DfL: Direktkosten freie Leistung

** ZKZ: Zwischenkalbezeit

Autoren: Christian und Gertrud EDEGGER, Oberlaufenstraße 69, A-8530 DEUTSCHLANDSBERG, email: christian.edegger@direkt.at



vorletzte Milchleistungskontrolle sollte noch über 20 kg Tagesgemelk sein.

- Schnelles reagieren bei Krankheitssymptomen wie:
 - Lahmheiten

- Eutergesundheit (Milchmengenmessung)
- Homöopathische Behandlungen

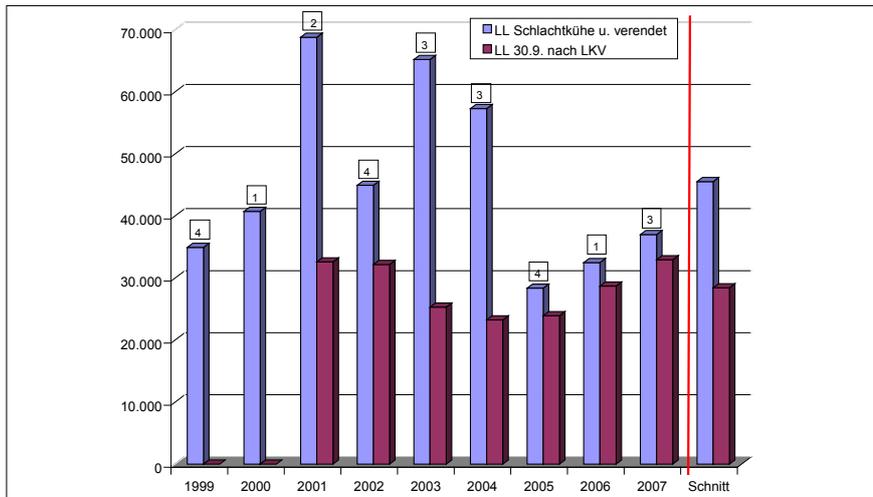


Abbildung 1: Lebensleistung Entwicklung

LL 30.9.: Durchschnittliche Lebensleistung aller Kühe, die am Stichtag 30.9. am Betrieb stehen. Es handelt sich daher um die Leistung von lebenden Kühen und nicht von den endgültig abgegangenen Kühen.

LL Schlachtkühe und verendet: Es handelt sich hier um die endgültige Lebensleistung von Kühen, die zur Schlachtung verkauft wurden oder verendet sind. Die Leistungen der Kühe, die zur Weiternutzung oder Zucht verkauft wurden, sind nicht berücksichtigt.

- Die Kuh ist selten schuld wenn sie krank wird. Den Fehler im Management suchen. Auch das private „Klima“ überträgt sich in den Stall.
- Zucht: ausgewiesene Lebensleistungstiere werden nicht eingesetzt. Bei der Auswahl wird aber sehr wohl auf Nutzungsdauer, Fruchtbarkeit *maternal/paternal*, Persistenz und Zellzahl geachtet.

Abschluss

Wir glauben, dass die Betreuung unserer Herde normal durchgeführt wird und wir keine besonderen Methoden anwenden, um hohe Milch- und hohe Lebensleistungen von unseren Kühen zu erhalten.

Wir arbeiten mit Freude mit unseren Kühen und verlassen uns auf unser „Züchterauge“ und nicht auf „Wundermittel“ aus der Futtermittelindustrie.

Betreuung des Kalbes im Hinblick auf Krankheitsvorbeuge mit dem Ziel, Verluste in der Kälberaufzucht zu verringern

G. RADEMACHER

Viele Kälberkrankheiten haben nicht nur eine Ursache. Verschiedene Fütterungs- und Haltungsfehler (z.B. schlechtes Stallklima) sowie mangelhafte Hygiene in unterschiedlichen Bereichen belasten die Kälber und schwächen ihre Widerstandskraft. Unter diesen Voraussetzungen können sich Erreger, mit denen die Tiere unter günstigen Bedingungen problemlos fertig werden, stark vermehren und schädigend auf die Kälber einwirken.

So kommt es infolge des Zusammenwirkens verschiedener Faktoren zum Ausbruch einer Krankheit. Solchen »Faktorenkrankheiten« (z.B. Durchfall neugeborener Kälber, Nabelentzündung und Rinderrippe) kann deshalb nur durch vielfältige Maßnahmen vorgebeugt werden. Sicher verhindert werden können sie gegenwärtig nicht.

Die Krankheitsvorbeuge bei den Kälbern beginnt schon (z.T. lange) vor der Geburt. So kann der Anteil von Schweregeburten bei Erstgebärenden vielfach allein durch den gezielten Einsatz von Vätertieren mit niedriger Schweregeburtenquote deutlich gesenkt werden. Eine weitere Voraussetzung hierfür ist natürlich, dass das Rind zum Zeitpunkt der Besamung bzw. Belegung die rassespezifische Zuchtreife erreicht hatte. Tragende Färsen und natürlich auch Kühe sollten so gefüttert werden, dass sie zum Zeitpunkt der Kalbung weder verfettet, noch zu mager sind. Durch die Vermeidung von Schweregeburten kann die Belastung der Kälber erheblich reduziert werden. Weniger belastete Kälber sind in der Folge eher in der Lage, möglichst rasch nach der Geburt eine ausreichende Menge Kolostrum aufzunehmen. Mit der Kolostrumversorgung steht und fällt bekanntlich die Abwehr der Kälber (siehe dort!). Die Erstgebärenden sollten spätestens im 7.

Trächtigkeitsmonat in die Kuhherde eingegliedert werden, damit sie ausreichend lange Gelegenheit haben, sich mit den verschiedenen Krankheitserregern der Herde auseinander zu setzen. In Beständen, in denen dies nicht beachtet wird, zeigt sich beispielsweise immer wieder, dass die Kälber der Erstgebärenden im Vergleich zu denen älterer Kühe rascher und schwerer an Durchfall erkranken.

In diesem Sinn sollte es auch vermieden werden, hochtragende Färsen oder auch Kühe »kurz« vor dem Kalbetermin zuzukaufen. Ihnen bleibt zu wenig Zeit, um sich mit dem stallspezifischen Erregerspektrum auseinander zu setzen. Das Kolostrum dieser zugekauften Kalbekühe enthält logischerweise keine oder eine nur geringe Konzentration stallspezifischer Antikörper, und ihre Kälber sind deshalb bedeutend krankheitsgefährdeter.

Muttertierimpfung

In Durchfall-Problembeständen und in Beständen, die nicht zu Problembeständen werden wollen, sollte eine Muttertierimpfung durchgeführt werden. Hierfür stehen gegenwärtig von verschiedenen Firmen Kombinationsvakzinen zur Verfügung. Die Kühe werden damit (nach jeweiliger Empfehlung des Herstellers) in der Hochträchtigkeit geimpft. Sie bilden daraufhin gegen die im Impfstoff enthaltenen »abgeschwächten« Erreger vermehrt Abwehrstoffe, die sich im Kolostrum anreichern.

Die Kälber haben aber ausschließlich dann den vollen Nutzen aus der Muttertierimpfung, wenn sie vorschriftsmäßig die Milch ihrer geimpften Mutter bekommen. Der Erfolg der Muttertierimpfung steht und fällt also mit der Kolostrumversorgung (siehe dort).

Abkalbung / Geburtshilfe

Es muss davon ausgegangen werden, dass auch gesunde erwachsene Rinder meist größere Mengen von Krankheitserregern ausscheiden (z.B. Durchfallerreger mit dem Kot).

Die Auswahl und die Gestaltung des Geburtslagers muss dieser Tatsache Rechnung tragen. Es ist beispielsweise nicht richtig, die Kühe im Laufstall abkalben zu lassen. Unter den Bedingungen der Anbindehaltung sollte die Geburt auf einem frischen Strohlager erfolgen.

Bei Laufstallhaltung empfiehlt es sich, die Kuh rechtzeitig in eine geeignete, regelmäßig sauber(!) gereinigte Abkalbebox zu bringen.

Die Kuh muss nach der Kalbung möglichst rasch (nach dem komplikationslosen Abgang der Nachgeburt) wieder in die Herde zurückegliedert werden.

Die Abkalbebox darf keinesfalls zu einer »Krankenbox« verkommen, weil sich sonst die Geburtsstätte bald zu einem Ort größter Keimanreicherung entwickelt. Besonders Durchfälle und Nabelentzündungen treten unter solchen ungünstigen Konstellationen gehäuft auf. In der Planung moderner Laufställe sollten deshalb für abkalbende und kranke Kühe voneinander völlig getrennte Bereiche vorgesehen werden. Die Kuh mit Nachgeburtshaltung muss beispielsweise umgehend von der Abkalbe- in die Krankenbox umgestallt werden.

Bei geburtshilffichen Maßnahmen sollte auf Sauberkeit und Hygiene geachtet werden, damit das Kalb nicht übermäßig mit Keimen belastet wird.

Es ist sicherlich richtig, den Geburtsablauf zu kontrollieren, jedoch darf keine übereilte Geburtshilfe geleistet werden. Eine diesbezüglich unsachgemäße Vor-

Autor: Dr. Günter RADEMACHER, Klinik für Wiederkäuer LMU München, Sonnenstraße 16, D-85764 OBERSCHLEISSHEIM



35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 9.-10. April 2008, 109-111

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

gehensweise ist vielfach die Ursache für trinkschwache Kälber. Die Folge davon sind Defizite in der Kolostrumversorgung und schlecht mit Kolostrum versorgte Kälber sind besonders krankheitsanfällig.

Nabelversorgung

Die Frage nach der Notwendigkeit einer Nabelversorgung wird kontrovers diskutiert. Die Nabeldesinfektion alleine entscheidet nicht darüber, ob mehr oder weniger Nabelentzündungen auftreten. Vielmehr ist ein Zusammenhang mit dem Keimdruck in einzelnen Betrieben herzustellen. Dies ist besonders in Ställen zu beobachten, bei denen die Abkalbebox unvernünftigerweise gleichzeitig als Krankenbox genutzt wird (siehe vorne). Des Weiteren zeigt sich immer wieder, dass die Häufigkeit von Nabelentzündungen eher zunimmt, wenn zu viel am Nabel manipuliert wird.

Wenn überhaupt eine „Nabeldesinfektion“ vorgenommen wird, empfiehlt es sich, den Nabel nach der Geburt mit Jodtinktur zu übergießen. Ansonsten sollte der Nabel möglichst wenig berührt werden. In diesem Sinne sollten unnötige Manipulationen wie Ausstreifen der Nabelschnur oder Einmassieren der Jodlösung unbedingt unterlassen werden.

Biestmilchversorgung

Das Kalb wird in eine feindliche, mit zahlreichen Krankheitserregern belastete Umwelt hineingeboren. Es muss sich mit diesen Keimen bereits während des Geburtsvorganges auseinandersetzen. Auf Grund der besonderen Verhältnisse in der Gebärmutter des Rindes bekommt das Kalb die Schutzstoffe (= Antikörper) gegen die stallspezifischen Erreger nicht über das Blut schon während der Trächtigkeit, sondern ausschließlich über die Biestmilch (= Kolostrum). Darin sind die Schutzstoffe besonders angereichert. Zudem ist das Kolostrum sehr reich an Vitaminen und anderen Wirkstoffen.

Das Kalb wird also ohne jede Abwehr geboren. Daher ist es von zentraler Bedeutung, dass das Neugeborene nach der Geburt schnellstmöglich über das Kolostrum mit den stallspezifischen Antikörpern versorgt wird. Dies ist entscheidend für die Abwehrkraft (den Immunstatus) des Kalbes.

Empfehlung zur Biestmilchversorgung:

- Innerhalb der ersten 3 Lebensstunden sollte das Kalb mindestens 1,5 - 2 Liter Erstkolostrum trinken (würde es 3 Liter trinken, so wäre dies noch günstiger).
- Nach weiteren ca. 3 Stunden sollte es nochmals etwa 1,5 - 2 Liter Erstkolostrum aufnehmen.

Aufstallung des Kalbes

Oberstes Ziel in den ersten Wochen nach der Geburt muss sein, die Kälber einem möglichst geringen Keimdruck auszusetzen. Das neugeborene Kalb muss deshalb, unmittelbar nachdem es trocken gerieben wurde, getrennt von der Mutter unter besten Umweltverhältnissen aufgestellt werden. Die Stallgasse hinter den Kühen oder irgendwelche dunkle und feuchte Ecken im Kuhstall sind hierfür nicht geeignet.

Unter herkömmlicher Warmstallhaltung wäre ein vom Kuhstall völlig abgetrenntes Kälberabteil mit gutem Klima wünschenswert. Die Kälber sollten hier in den ersten 2 Lebenswochen in Einzelboxen gehalten werden (*Foto 1*). Fahrbare Boxen mit hoch gestellten und perforierten Böden sind am leichtesten zu reinigen. Insbesondere kann die Reinigung außerhalb des Stalles mit Dampfstrahler erfolgen, ohne dass die anderen Kälber des Stallabteils mit dem verwirbelten Dampf belastet werden.

Unter mitteleuropäischen Witterungsverhältnissen ist jedoch die Aufstallung in Iglus die ideale Haltungsform für neugeborene Kälber in den ersten Lebenswochen.

Damit die Vorteile der Iglu-Haltung voll ausgeschöpft werden können, müssen einige Grundsätze beachtet werden:

- Die Iglus müssen an einem geeigneten Standort aufgestellt werden (im Freien; ggf. unter einer Überdachung / einem Vordach; Öffnung muss von der Wetterseite wegzeigen; Schutz vor starker Sonneneinstrahlung).
- Entweder befestigter Untergrund (der vor jeder Belegung gründlich gereinigt werden muss) oder jeweils den Standort wechseln.
- Iglus zwischen den Belegungen mit Dampfstrahler gründlich reinigen.

- Das Kalb muss gut trocken gerieben werden und dann sofort in das gut mit Stroh eingestreute Iglu verbracht werden!
- Unbedingt nur 1 Kalb pro Iglu aufstallen (*Foto 2*)!
- Bei kalter Witterung haben im Iglu gehaltene Kälber einen etwas höheren Energiebedarf als im Stall gehaltene Kälber. Dies muss bei der Bemessung der Tagesmilchmenge berücksichtigt werden.
- Sollten Kälber im Iglu krank werden, dann müssen sie in manchen Fällen (z.B. bei Austrocknung und Untertemperatur infolge von Durchfall) vorübergehend in Boxen im Stall gehalten werden.
- Auf die „Iglu-Phase“ sollte keine Aufstallung im warmen, feuchten Stall erfolgen. Die anschließende Aufstallung in einem Gruppeniglu oder im Kaltstall wäre von großem Vorteil.

Über 2 Wochen alte Kälber werden gewöhnlich in Gruppen gehalten. Auch hier sollten einige Grundsätze beachtet werden:

- Belegung im Rein-Raus-Verfahren mit jeweils gründlicher Reinigung der Stallabteile mit Dampfstrahler.
- Im Hinblick auf regelmäßige Gesundheitskontrolle überschaubare Gruppen einrichten.



Foto 1: Vorbildliche Aufstallung und Fütterung von jungen Kälbern in einer fahrbaren Einzelbox

- Für optimales Stallklima sorgen (Vorteile des Kaltstalls nützen!).
- Auf altersmäßig homogene Gruppenzusammensetzung achten.

Tränkung und Fütterung in den ersten Lebenswochen

In den ersten 10 - 14 Lebenstagen steht die Verabreichung von Vollmilch im Mittelpunkt der Kälberernährung. Das Fassungsvermögen des Labmagens liegt in dieser Zeit bei 1,5 - 2 Litern. Der Tagesbedarf an Milch beträgt ca. 12 % der Körpermasse des Kalbes (= 4,5 - 6 Liter / Tag bei ca. 40 - 50 kg schweren Kälbern).

Dreimaliges Tränken mit jeweils 1,5 - 2 Litern pro Mahlzeit in dieser Zeit wäre ideal.

Nach Ablauf der 2. Lebenswoche wird üblicherweise 2 mal getränkt. Das Volumen pro Mahlzeit sollte 3 Liter nicht überschreiten.

Den darüber hinausgehenden Nährstoffbedarf müssen die Kälber dann zunehmend aus Kraftfutter, Heu und Silage



Foto 2: Unter mitteleuropäischen Witterungsverhältnissen sind Iglus die ideale Haltungsform für Kälber in den ersten Lebenswochen.

decken. Das können sie dann problemlos, wenn sie frühzeitig diese Futtermittel angeboten bekommen haben.

Unabhängig von geltenden Verordnungen sollte jeder Landwirt immer bestrebt sein, durch frühes Anbieten von Wasser, Salzleckstein, Kraftfutter und Heu die

Vormagenentwicklung der Kälber zu fördern.

Literatur

RADEMACHER, G., 2007: Kälberkrankheiten. Ulmer-Verlag Stuttgart (3. Auflage).

Qualitätsanforderungen im Spannungsfeld zwischen Praxis und Handel

M. GRESSL, W. HABERMANN

Marktsituation „Status quo“

Ausgelöst durch die Diskussion „Lebensmittel sind so teuer wie nie zuvor“ zeigen die Daten jedoch ein etwas anderes Bild. Derzeit geben die Konsumenten etwa 13 % ihres Einkommens für Lebensmittel aus, vor 30 Jahren waren es noch über 40 %. Trotz der im Verhältnis zum Einkommen relativ geringen Lebensmittelpreise stellen die Konsumenten heute höchste Ansprüche an die Produktqualität. Auch die „Lebensmittelsicherheit“ ist für den Konsumenten heutzutage eine Selbstverständlichkeit, und der enorme Aufwand von Seiten der Produzenten wird kaum gesehen. Zusätzlich haben die hohen Energiekosten – insbesondere die hohen Treibstoffpreise – und die Kosten für Futtermittel eine unmittelbare Auswirkung auf die Produktion.

Was ist den Konsumenten wichtig:

In Abhängigkeit von der Kaufkraft stellen die Konsumenten unterschiedliche Ansprüche an die Produkte. Je geringer das Einkommen, desto wichtiger ist der Preis des Produkts. Mit steigendem Einkommen spielt beim Einkauf die Qualität der Produkte eine immer wichtigere Rolle. Beim Fleischeinkauf stellt der Konsument neben der Frische und Zartheit Anforderungen, welche die Zusatzstoff-Freiheit aber auch die Herkunft der Produkte betreffen. Angeheizt durch mediale Diskussionen zeigen Konsumenten auch verstärkt Interesse an artgerechter Tierhaltung, Tiertransport, etc. Die Diskussion um die gentechnikfreie Produktion ist zwar etwas abgeflacht, grundsätzlich würden die Konsumenten in Österreich es aber begrüßen, wenn alle Produkte „gentechnikfrei“ (produziert) wären. Der Konsument wünscht sich also ein Qualitätsprodukt, welches alle seine

Anforderungen erfüllt und gleichzeitig günstig ist.

Situation in der Produktion:

Aufbauend auf den Wünschen der Konsumenten tritt der Lebensmittelhandel dann an seine Lieferanten heran, um durch verschiedene Auflagen die Wünsche seiner Kunden zu erfüllen. Über die Verarbeitungsstufen hinweg ist dann der Landwirt die umsetzende Einheit und hat die Anforderungen so weit wie möglich zu berücksichtigen.

Neben der Qualitätssicherung im Produktionsprozess spielt auch die Qualität des Endproduktes „Rindfleisch“ (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack,...) eine wesentliche Rolle. In Österreich ist die Rindfleischproduktion stark von der Milchproduktion und somit von der dort eingesetzten Genetik (überwiegend Fleckvieh) abhängig. Durch die verstärkte Zucht der Zweinutzungsrasse Fleckvieh Richtung Milch werden die Rinder großrahmiger und weniger fleischbetont. Dadurch ergeben sich in der Mast Probleme (z.B. zu schwere und fette Jungtiere und damit auch Schlachtkörper).

Sind Qualitätsanforderungen wirklich das Spannungsfeld?

Das Spannungsfeld, welches sich in der Praxis ergibt, ist eigentlich nicht im Bereich der Qualitätsanforderungen zu sehen, sondern in dem dadurch resultierenden höheren Preis. Die Konsumenten wollen qualitativ hochwertige Produkte zum bestmöglichen Preis. Wie der Bio-bereich, das AMA-Gütesiegelprogramm, Premium Rind oder M-Rind seit Jahren sehr erfolgreich demonstrieren gibt es Landwirtschaftsbetriebe, die bereit sind für mehr Geld auch hochwertigere Produkte herzustellen.

Qualität bedeutet für den Konsumenten auch die richtige Menge in der definierten Qualität zum richtigen Zeitpunkt zu bekommen. Es ist also auch entscheidend die Verfügbarkeit zu gewährleisten, um auch in Zukunft unser heimisches Qualitätsrindfleisch im Regal weiterhin zu finden.

Hierbei ist sekundär wie hoch die Anforderungen an die Produktion sind – solange die Aufwendungen abgegolten werden. Das Spannungsfeld ist also eher beim Preis des Produkts zu suchen. Solange der Konsument den Aufwand zahlt, werden sich Landwirte finden, welche die höheren Produktionsauflagen auch umsetzen. Ein Paradebeispiel dafür, welche sonderbaren Anforderungen umgesetzt werden, ist die Kobe-Beef Produktion in Japan. In diesem Qualitätsprogramm werden tägliche Massagen für ein zartes Steak gefordert und auch bezahlt.

Wie funktioniert es dann in der Praxis – Beispiel AMA-Gütesiegelprogramm:

Für das AMA-Gütesiegel wurde zur Festlegung der Qualitätsanforderungen eine eigene Arbeitsgruppe eingerichtet, in der alle Beteiligten der Vermarktungskette mitbestimmen. Vertreter des Lebensmitteleinzelhandels, der Schlachtbetriebe und der Landwirtschaft entscheiden gemeinsam in einem eigenen Fachgremium. Dass die Diskussionen nicht immer einfach sind, zeigt schon die Zusammensetzung des Gremiums. Jedoch besteht durch diesen breiten und integrativen Ansatz die Möglichkeit, dass die Kundenanforderungen nachvollziehbar erfüllt werden und alle Beteiligten als Gewinner aussteigen können. Der Konsument bekommt letztendlich ein hochwertiges, gleichbleibendes Qualitätsprodukt, und der Landwirt erhält einen entsprechenden Mehrpreis.

Autoren: Dipl.-Ing. Martin GRESSL, AMA-Marketing GesmbH., Dresdner Straße 68a, A-1200 WIEN, Postfach 214, email: martin.gressl@ama.gv.at und Dipl.-Ing. Werner HABERMANN, Abteilungsleiter, Niederösterreichische Rinderbörse, Schillering 13, A-3130 HERZOGENBURG, email: w.habermann@noe-rinderboerse.at

Spannungsfeld entspannen – Gemeinsam in die Zukunft:

Das Spannungsfeld der Qualitätsanforderungen fokussiert sich letztlich im Produktpreis. Dieser wird immer zu einer Diskussion zwischen Produzenten, Vermarktern und Konsumenten führen, damit das Ziel – alle Beteiligten zufrieden zu stellen – erreicht werden kann.

Die Weiterentwicklung der Qualitätsprogramme ist dadurch garantiert, dass alle Interessensparteien in einer gemeinsamen Plattform arbeiten und so dieses Spannungsfeld abbauen. So kann eine „win win“-Situation hergestellt werden. Was in Österreich tagtäglich gelebt wird, nämlich dass der Lebensmitteleinzelhandel sich mit der Landwirtschaft an einen Tisch setzt, um über Qualität, Qualitätssicherung, Mengengerüste, etc. zu diskutieren, ist beinahe einzigartig auf der

Welt. Je eher bzw. mehr der Konsument bereit ist für Qualitätsprodukte auszugeben, desto mehr und rascher wird sich die Qualitätsspirale nach oben drehen. Sollten die Anforderungen nur auf Kosten der Landwirtschaft nach oben geschraubt werden und der Konsument nicht mitgehen, bedeutet dies letztendlich, dass die Landwirtschaftsbetriebe nicht mithalten können und nicht mehr weiter produzieren werden.

Fleischqualität beim Rind – Merkmale und Einflussfaktoren

M. VELIK

Fleischqualität versus Schlachtkörperqualität

In den letzten Jahren sind Begriffe wie Qualitätsfleisch, Markenfleischprogramm, Qualitätssicherung und Fleischqualität sowohl in der Praxis (Erzeugung, Verarbeitung, Vermarktung) als auch in der Forschung in den Mittelpunkt des Interesses gerückt.

Der Fleischqualität, also der inneren Produktqualität, steht die Schlachtkörperqualität gegenüber. Nach AUGUSTINI, TEMISAN und LÜDDEN (1987) und HOFMANN (1992) beschreibt die Schlachtkörperqualität die Beschaffenheit und Ausformung des Schlachtkörpers und seiner Teile und umfasst folgende Merkmale: Teilstückeanteil, Gewebeanteile, Ausprägung der Muskulatur, chemische Zusammensetzung, Fettansatz. Tatsächlich versteht die Praxis unter Schlachtkörperqualität jedoch häufig rein quantitative Aspekte der Schlachtkörperzusammensetzung (Klassifizierung nach Fettgewebe- und Fleischigkeitsklasse). Unter dem Begriff Fleischqualität wird die Summe aller sensorischen (Genusswert), ernährungsphysiologischen (Nährwert), hygienisch-toxikologischen (Gesundheitswert) und verarbeitungstechnologischen (Eignungswert) Eigenschaften des Fleisches verstanden (HOFMANN 1995). Der dritte wichtige Begriff in diesem Zusam-

menhang ist die Produktions- oder Prozessqualität, welche die Art und Weise der Produktion und ihre Auswirkungen auf die Fleisch- und Schlachtkörperqualität beschreibt (HOFMANN 1992).

Für viele Konsumenten ist die Fleischqualität ein entscheidender Faktor beim Kauf. In der Produktion findet die Fleischqualität bisher allerdings vorwiegend in Qualitätsfleischprogrammen und in der Direktvermarktung Beachtung, in herkömmlichen Vermarktungsschienen hat nach wie vor die Handelsklasse (Schlachtkörperbemuskelung) mehr Bedeutung als die Fleischqualität.

Merkmale der Fleischqualität

Zur Bestimmung der Fleischqualität können unterschiedliche Muskeln herangezogen werden (z.B. *M. semitendinosus*, *M. semimembranosus*, *M. biceps femoris*), am häufigsten wird jedoch der Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) untersucht. Zu beachten ist, dass die Fleischqualitäts-Untersuchung nicht bei jedem Muskel zum gleichen Ergebnis führt. Der Messzeitpunkt und die Methodik zur Bestimmung der Parameter, die in den einzelnen Ländern und Institutionen zum Teil unterschiedlich sind, beeinflussen ebenfalls die Ergebnisse und erschweren deren Vergleichbarkeit. In Österreich haben sich Dr. Johannes

Frickh und seine Mitarbeiter langjährig mit der Messung von Fleischqualitätsparametern beschäftigt. Eine detaillierte Beschreibung der eingesetzten Methodik kann in den Projekt-Abschlussberichten der Bundesversuchswirtschaften GmbH (BVW) nachgelesen werden (www.bvw.at).

In *Tabelle 1* sind wichtige Fleischqualitätsmerkmale dargestellt. Für den Konsumenten sind der Nährwert, die sensorischen Eigenschaften (Saftigkeit, Zartheit, Geschmack), die Struktur (Mürbheit, Fasrigkeit, Zähheit), die Farbeigenschaften (kirschrote, helle Farbe) und zunehmend auch das Fettsäuremuster des Fleisches von besonderem Interesse. Unter Marmorierung versteht man das innerhalb der Muskelbündel als feine Maserung sichtbar eingelagerte Fett (intramuskuläres Fett). Der intramuskuläre Fettgehalt des Fleisches, der zwischen 2,5 und 4,5 % liegen sollte, beeinflusst maßgeblich den Genusswert. Die Fleischfarbe ist überwiegend vom Myoglobingehalt abhängig und wird durch Oxidationsvorgänge nach der Schlachtung verändert. Solche Oxidationsvorgänge können auch im Fett stattfinden, woraus Geschmacks- und Geruchsveränderungen resultieren. Für das Safthaltevermögen des Fleisches sind die Muskelstrukturen und ihre Veränderungen nach der Schlachtung verantwortlich. Der Tropfsaftverlust

Tabelle 1: Wichtige Merkmale der Fleischqualität

Merkmale	untersuchte Parameter	Kennzahlen einer außergewöhnlichen Fleischqualität (nach FRICKH et al. 2001)
Inhaltsstoffe	Trockenmasse, Asche, Protein, Fett ^(a)	^(a) 2,5 - 4,5 %
Fettsäuren	Ω-3, Ω-6, CLA ⁱ , SFA ^j , PUFA ^k	
Marmorierung	Verhältnis Fett- zu Muskelfläche	3 - 4 Punkte auf Skala von 1 - 6
Sensorik (Verkostung)	Saftigkeit, Zartheit, Geschmack	jeweils > 3 Punkte auf Skala von 1 - 6
Zartheit	Scherkraft	< 31,4 Newton
Wasserbindungsvermögen	Tropf ^(b) -, Koch-, Grillsaftverlust ^(c)	^(b) 3 - 4,5 %, ^(c) ≤ 22 %
Fleisch- und Fettfarbe	Helligkeit ^(d) , Rot ^(e) -, Gelb-, Buntton ^(f)	^(d) 34 - 40, ^(e) ≥ 10, ^(f) ≥ 14
pH-Wert		36 - 48 h p.m.: 5,4 - 5,8
Temperatur		

ⁱ konjugierte Linolsäuren, ^j gesättigte Fettsäuren, ^k mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Autor: Dr. Margit VELIK, Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING
email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at

spiegelt die mechanischen Verluste in der Verpackung wieder, Koch- und Grillsaftverlust das Safthaltevermögen bei thermischen Belastungen. Fleisch, das als sehr saftig beurteilt wird, weist meist die höchsten Tropfsaftverluste und die geringsten Grill- und Kochsaftverluste auf (CHAMBAZ et al. 2003). Das Wasserbindungsvermögen in Verbindung mit dem pH-Wert und der Fleischkerntemperatur ist auch eine wichtige Messgröße zur Beurteilung von Stresssituationen vor der Schlachtung (Aufreten von DFD-Fleisch).

Einflussfaktoren auf die Fleischqualität

Nach AUGUSTINI und TEMISAN (1986) und AUGUSTINI (1987) werden Fleischqualität und Schlachtkörperqualität maßgeblich von folgenden drei Faktoren beeinflusst, zwischen denen teilweise enge Zusammenhänge bestehen.

- Genetik (Kategorie, Rasse, Kreuzung)
- Produktionssystem (Mastendmasse, Schlachalter, Fütterungsintensität)
- Perimortale Behandlung (Transport, Aufenthalt am Schlachthof, Schlachtung, Kühlung, Reifung)

Zu beachten ist, dass hohe Fleischqualitäten nicht unbedingt mit hohen Schlachtkörperqualitäten einhergehen, sondern dass vielmehr zum Teil antagonistische Beziehungen bestehen. Der Fettansatz (subkutan, intermuskulär und intramuskulär) beim Rind wird von den beiden erstgenannten Faktoren (Genetik, Produktionssystem) beeinflusst. Die Fleischqualität und hier insbesondere die sensorischen Eigenschaften stehen wiederum in engen Zusammenhang mit der intramuskulären Fetteinlagerung im Muskelfleisch.

Kalbinnen und Ochsen haben einen deutlich höheren Fettansatz als Stiere. Daher enthält Fleisch von Kalbinnen und Ochsen bei gleichem Alter der Tiere und gleicher Fütterungsintensität einen deutlich höheren Fettgehalt als Stierfleisch und somit auch einen höheren Energiegehalt. Im Allgemeinen schneidet Fleisch von Kalbinnen und Ochsen im Vergleich zu Stierfleisch in den Merkmalen Zartheit, Saftigkeit, Aroma und Fleischfarbe deutlich besser ab (RISTIC 1987). Der

höhere Genusswert von Kalbinnen- und Ochsenfleisch wird auf die feineren Muskelfasern, die bessere Marmorierung (höherer intramuskulärer Fettgehalt) und den geringeren Myoglobingehalt (hellere Fleischfarbe und weniger intensiver Rotton) zurückgeführt.

Nach AUGUSTINI und TEMISAN (1986) hat die Genetik auf fast alle Merkmale der Fleischqualität einen Einfluss. Es muss allerdings beachtet werden, dass der Vergleich von Tieren unterschiedlicher Genetik bei gleichem Schlachalter, Mastendgewicht bzw. gleicher Fütterungsintensität schwierig ist, da Tiere unterschiedlicher Genetik zu unterschiedlichen Zeitpunkten die physiologische Schlachtreife (Zeitpunkt einer bestimmten morphologischen und chemischen Schlachtkörper-Zusammensetzung) erreichen (AUGUSTINI 1987). CHAMBAZ et al. (2003) verglichen die Fleischqualität von Ochsen der Rassen Angus, Fleckvieh, Charolais, und Limousin. Alle Rassen wurden mit der gleichen Fütterungsintensität gefüttert und bei einem intramuskulären Fettgehalt von 3,25 % (das bedeutet unterschiedliches Alter und Lebendmasse zum Schlachtzeitpunkt) geschlachtet. Sie konnten zwischen den Rassen signifikante Unterschiede in beinahe allen Fleischqualitätsmerkmalen feststellen.

Das Erreichen der physiologischen Schlachtreife hängt neben dem Reifetyp auch wesentlich von der Fütterungsintensität ab. Fütterungsintensität, Mastendgewicht und Schlachalter hängen eng zusammen und sollten aufeinander abgestimmt werden. Die Fütterungsintensität (Energie- und Proteinversorgung) und das Mastendgewicht tangieren vorrangig mit der Verfettung (Fettgewebeanteil, Fetteinlagerung) in Beziehung stehende Eigenschaften. Bei großrahmigen, spätreifen Rassen wie Charolais oder Blonde d'Aquitaine wirken sich hohe Mastintensitäten verbunden mit dem damit einhergehenden früheren Schlachalter und/oder der höheren intramuskulären Fetteinlagerung zumeist positiv auf die sensorischen Merkmale aus. Frühreife Rassen wie Angus oder Herford erreichen die physiologische Schlachtreife deutlich früher als spätreife Rassen und sollten daher in extensiveren Fütterungssystemen gemästet werden und mit geringerem Alter und geringerer

Mastendmasse geschlachtet werden. Das Schlachalter beeinflusst hauptsächlich die Muskelgröße, die Ausprägung der Muskelfasern sowie die Farbintensität des Fleisches (AUGUSTINI und TEMISAN 1986, SCHWARZ 2003). Generell gilt, dass mit zunehmendem Alter die Zartheit des Fleisches abnimmt, da die Quervernetzung des Bindegewebes und der Muskelfasern zunehmen. Dieser Effekt tritt am klarsten bei Stieren auf, während er bei Ochsen und Kalbinnen nicht so stark ausgeprägt sein dürfte (RISTIC 1987).

Die Temperaturführung beim Kühlen der Schlachtkörper beeinflusst neben der Vermehrung von Mikroorganismen maßgeblich den Prozess der Fleischreifung. Die Fleischreifung ist ein biochemischer, muskelzellinterner Vorgang, der sofort nach der Schlachtung einsetzt und je nach Tierart und Lagertemperatur unterschiedlich lange dauert. Die Dauer der Fleischreifung wirkt sich positiv auf die sensorischen Eigenschaften, insbesondere auf die Zartheit (Veränderungen der myofibrillären Struktur durch proteolytische Vorgänge, Lockerung des Bindegewebes) aus. Eine zu lange Fleischreifung kann sich wiederum negativ auf die Merkmale Fleischfarbe, Saftigkeit, Tropfsaftverlust und Aroma auswirken. In Österreich laufen über die Dachorganisation der Rindfleischerzeuger-Gemeinschaften (ARGE Rind) zahlreiche Qualitätsprogramme, die unter anderem der Fleischreifung einen hohen Stellenwert beimessen. Der Fleischfehler DFD (dunkles, festes, trockenes Fleisch) tritt auf wenn aufgrund von Stresszuständen, Erschöpfung oder langer Nüchternung die Glykogenreserven im Muskel bereits vor der Schlachtung aufgebraucht sind und der End-pH-Wert der Muskulatur dadurch zu hoch bleibt. Die zu rasche Kühlung bzw. die Lagerung von schlachtfischem Fleisch bei zu hohen Temperaturen kann zu einer Verkürzung der Muskeln (cold shortening bzw. rigor shortening) führen (SCHWÄGELE 1998).

Der Gehalt und die Zusammensetzung des Fettsäurenmusters werden maßgeblich von der Fütterung (Grundfutterart und -konservierung, Kraftfutteranteil, Energiebilanz, ölhältige Futterzusatzstoffe) der Jahreszeit und der geografischen Lage (Höhenlage und Region) be-

einflusst. Mehrere Studien weisen darauf hin, dass extensive Fütterungssysteme den Gehalt an ernährungsphysiologisch wertvollen Fettsäuren (Ω -3-Fettsäuren, CLAs, PUFA) in Rindfleisch erhöhen (SCHEEDER et al. 2003, NUERNBERG et al. 2005, RAZMINOWICZ 2006).

Versuchsergebnisse zur Fleischqualität

In einem Kooperationsprojekt der Bundesversuchswirtschaften GmbH Wieselburg (BVW) und des Lehr- und Forschungszentrums (LFZ) Raumberg-Gumpenstein wurde ein Versuch zum Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Fleischqualität von Rindern aus der Mutterkuhhaltung durchgeführt. Der genaue Versuchsplan ist in STEINWIDDER et al. (2007) und die Methodik zur Bestimmung der Fleischqualitätsparameter in VELIK et al. (2008) nachzulesen. Sämtliche Merkmale wurden am Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) bestimmt. Der Versuch wurde in zweifacher Wiederholung mit jeweils 60 Tieren durchgeführt und sah den Vergleich von zwei Kraftfütterniveaus (I), zwei Kategorien (K) (Kalbinnen und Stieren) und drei genetischen Herkünften (G) (Fleckvieh \times Fleckvieh (FF), Fleckvieh \times Limousin (FL) und Fleckvieh \times Charolais (FC) vor. Als Grundfutter wurde Grassilage ad libitum angeboten. Beim Kraftfütterniveau 1 erhielt jedes Tiere bis 380 kg Lebendmasse (LM) 2,6 kg Kraftfutter TM pro Tag und danach 3,5 kg TM. Im Kraftfütterniveau 2 wurden den Tieren bis 380 kg LM 4,0 kg Kraftfutter TM pro Tag gefüttert, danach bis 420 kg LM 4,8 kg TM und ab 420 kg LM 5,3 kg TM. Der Schlachtttermin (S) der weiblichen Tiere lag bei 480 bzw. 550 kg, jener der männlichen Tiere bei 550 bzw. 620 kg Mastendmasse. In *Tabelle 2* sind jeweils die Gruppenmittelwerte (Lsmeans) und Residualstandardabweichungen (s_e) der Fleischqualitätsmerkmale dargestellt.

Im vorliegenden Versuch zeigte sich ein deutlicher Einfluss der Kategorie auf die Fleischqualität. Die Kategorie hatte auf nahezu alle Merkmale der Fleischqualität einen signifikanten Einfluss. Fleisch von Kalbinnen enthielt im Vergleich zum Fleisch der Stiere einen höheren intramuskulären Fettgehalt (4,2

vs. 1,6 %), eine bessere Marmorierung (3,1 vs. 2,3 Punkte) und einen größeren Fettanteil bezogen auf die Rückenmuskelfläche (3,7 vs. 2,3 %). Die geringen Fettgehalte im Stierfleisch dürften einerseits auf den frühen Schlachtttermin und zum anderen auf die genetisch bedingte sehr späte Fetteinlagerung bei Fleckviehstieren zurückzuführen sein. Die höhere Fetteinlagerung bei den Kalbinnen führte zu einer besseren Bewertung der sensorischen Merkmale Saftigkeit und Zartheit was auch in Versuchen von AUGUSTINI und FISCHER (1998), CHAMBAZ et al. (2003) und SCHWARZ (2003) bestätigt wurde. Die Scherkraft_{gegrillt} lag bei den Kalbinnen bei 31,1 Newton (N) und bei den Stieren bei 41,2 N. Die Scherkraft_{roh} lag bei beiden Geschlechtern um etwa 8 N höher. Beim Geschmack ergaben sich signifikante Wechselwirkungen zwischen Kategorie und Genetik sowie zwischen Genetik und Schlachtttermin, weshalb sich hierzu keine eindeutige Aussage treffen lässt. In Übereinstimmung mit STEEN und KILPATRICK (1995), KÖGEL et al. (2000) und FRICKH et al. (2003a) wurde auch im vorliegenden Versuch eine größere Rückenmuskelfläche bei männlichen Tieren (58,4 cm²) im Vergleich zu Kalbinnen (53,3 cm²) gefunden. Im Fleisch der Stiere wurden höhere Kochsaftverluste (27,3 vs. 25,5 %) und Grillsaftverluste_{kalt} (27,7 vs. 25,6 %) als bei den Kalbinnen festgestellt. Für das Merkmal Tropfsaftverlust wurden bei den Kalbinnen beim Schlachtttermin II signifikant höhere Werte als bei den Stieren festgestellt; beim Schlachtttermin I war der Unterschied zwischen den Kategorien jedoch nicht signifikant. Der Trockenmassegehalt des Fleisches war bei den Kalbinnen signifikant höher als bei den Stieren, was im höheren Fettgehalt des Kalbinnenfleisches begründet ist. Auch die Fleisch- und Fettfarbe wurde signifikant vom Geschlecht beeinflusst. Während das Fleisch der Kalbinnen in den Merkmalen Rotton, Gelbton und Buntton höhere Werte erzielte, verhielt es sich mit der Fettfarbe genau umgekehrt.

Die genetische Herkunft hatte auf die Größe des Rückenmuskels und das Wasserbindungsvermögen einen signifikanten Einfluss. Die Herkunft FL erzielte mit 58,7 cm² gegenüber 54,6 cm² in FC und 54,2 cm² in FF die größte Rückenmus-

kelfläche. KÖGEL et al. (2000) fanden in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Versuch kleinere Rückenmuskelflächen für FF im Gegensatz zu FL, wenngleich sie die Unterschiede nicht statistisch absichern konnten. FRICKH et al. (2003b) verglichen in einem Versuch Stiere der Herkünfte FF mit FC und FL und konnten für dieses Merkmal nur tendenzielle Unterschiede zwischen den Herkünften feststellen. Im vorliegenden Versuch wurde ein Trend zu einer geringeren Fleischzartheit der Herkunft FF im Vergleich zu FL und FC festgestellt. CHAMBAZ et al. (2003) verglichen die Fleischzartheit von Ochsen der Rassen Fleckvieh, Charolais und Limousin bei intramuskulären Fettgehalten von 3,25 % mit der Warner Bratzler Fleischschere und durch Verkostung. Die Unterschiede in den Scherkraftwerten waren nicht signifikant, bei den sensorischen Merkmalen war jedoch die Rasse Limousin den Fleckvieh-Tieren deutlich überlegen. Dieses Ergebnis wurde von FRICKH et al. (2003b) bestätigt. Im vorliegenden Versuch zeigten Tiere der Herkunft FF die höchsten Kochsaft- und Grillsaftverlust, jedoch die niedrigsten Tropfsaftverluste. Beim Rohproteingehalt des Fleisches zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Herkunft und Schlachtttermin. Beim Schlachtttermin I hatte Fleisch der Herkunft FL einen signifikant höheren Rohproteingehalt als jenes der Herkunft FC.

Die Kraftfütterintensität, die sich in beiden Gruppen auf hohem Niveau und zum Teil über den praxisüblichen Einsatzmengen bewegte, hatte keinen Einfluss auf die Fleischqualität. STEINWIDDER et al. (2006) mästeten Fleckviehstiere mit Maissilage und unterschiedlichen Kraftfüttermengen (1,3 vs. 2,6 vs. 2,6 - 3,9 kg TM je Tier und Tag) und konnten feststellen, dass mit höherer Kraftfütterintensität die sensorische Beurteilung besser ausfiel. Die sensorische Beurteilung hängt eng mit der Fetteinlagerung im Muskel zusammen (AUGUSTINI 1987). Im vorliegenden Versuch war der Fettgehalt bei beiden Kraftfütterintensitäten mit 2,8 bzw. 3,0 % sehr ähnlich, was zu den nicht signifikanten Unterschieden in der Organoleptik geführt haben könnte. Demgegenüber stehen jedoch die Ergebnisse von SAMI et al. (2004),

die Fleckviehstieren Maissilagerationen fütterten, die entweder mit 0,9 bzw. 3,7 kg Kraftfutter TM ergänzt wurden. Sie fanden bei höherer Kraftfutterintensität einen signifikanten Anstieg des intramuskulären Fettgehaltes, jedoch konnten auch sie keinen Einfluss auf die Sensorik feststellen.

Hinsichtlich Fleischqualität hatte der Schlachtermin einen signifikanten Einfluss auf die Rückenmuskelfläche und den Trockenmassegehalt des Fleisches, welche beim Schlachtermin II jeweils signifikant größer bzw. höher waren. Die Zartheit (sensorische Beurteilung und Scherkraft_{roh}) des Fleisches war beim Schlachtermin I signifikant besser als beim Termin II. Dieses Ergebnis geht mit der in der Literatur zu findenden Meinung einher, dass Fleisch von älteren Tieren zäher ist als jenes von jüngeren, da es mit fortschreitendem Alter zu einer zunehmenden Quervernetzung des Bindegewebes und Vergrößerung der Muskelfasern kommt (AUGUSTINI und TEMISAN 1986). Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen, schlachteten KEANE und ALLEN (1998) Stiere mit 640 bzw. 720 kg LM und konnten keinen signifikanten Effekt des Schlachtgewichtes auf die Scherkraft, jedoch eine signifikant bessere sensorische Bewertung der Zartheit beim Schlachtermin II feststellen.

Zusammenfassung

Die Begriffe Schlachtkörperqualität und Fleischqualität werden in der Praxis häufig als Synonyme verwendet, wenngleich zwischen diesen beiden Merkmalskomplexen zum Teil antagonistische Beziehungen bestehen. Die Fleischqualität wird maßgeblich von dem Geschlecht, der Genetik, dem Produktionssystem und der Fleischreifung beeinflusst. In Österreich existieren zahlreiche Qualitätsprogramme für Rindfleisch, die neben der Schlachtkörperqualität auch der Fleischqualität langsam mehr Bedeutung beimessen. Ziel könnte und sollte es sein, dass am österreichischen Fleischsektor die Fleischqualität noch stärker berücksichtigt und bewertet wird und dass sich die Erzeugung von Fleisch hoher Qualität auch für den Landwirt in einem Mehrerlös seines Produktes widerspiegelt.

Seit dem vergangenen Jahr hat das LFZ Raumberg-Gumpenstein die notwendi-

gen Gerätschaften, um Fleischqualitäts-Untersuchungen durchzuführen. Das LFZ Raumberg-Gumpenstein plant in nächster Zeit verstärkt Projekte zum Thema Fleischqualität (Rind, Schaf, Ziege, Schwein) durchzuführen und ist an einer Zusammenarbeit mit Institutionen aus der Praxis sehr interessiert.

Literatur

- AUGUSTINI, C. und V. TEMISAN, 1986: Einfluss verschiedener Faktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität bei Jungbullen. *Fleischwirtschaft* 66, 1273-1280.
- AUGUSTINI, C. 1987: Einfluss produktionstechnischer Faktoren auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, 152-179.
- AUGUSTINI, C., V. TEMISAN und L. LÜDDEN, 1987: Schlachtwert: Grundbegriffe und Erfassung. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, 28-54.
- AUGUSTINI, C. und K. FISCHER, 1998: Fleischreifung und sensorische Qualität. In: *Kühlen, Zerlegen, Kühlung, Reifung - Einfluß auf die Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 15, Bundesanstalt für Fleischforschung, 58-79.
- CHAMBAZ, A., M.R.L. SCHEEDER, M. KREUZER und P.A. DUFEY, 2003: Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci.* 53, 491-500.
- FRICKH, J., 2001: Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt L1168 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 13-14.
- FRICKH, J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG, 2003a: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 75, 16-30.
- FRICKH, J., W. ZOLLITSCH und F. SMULDERS, 2003b: Kennzahlen der Fleischqualität und Überprüfung der Wirtschaftlichkeit von jungen, intensiv gemästeten Fleckviehstieren und verschiedenen Gebrauchskreuzungen in Hinblick auf eine Weiterentwicklung von Qualitätsprogrammen. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1238 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- HOFMANN, K., 1992: Bedeutung des Qualitätsbegriffes bei Fleisch und Fleischerzeugnissen in Wissenschaft und Praxis. In: *Qualitätssicherung im Fleischbereich*. Kulmbacher Reihe 11, Bundesanstalt für Fleischforschung, 19-47.
- HOFMANN, K., 1995: Der Qualitätsbegriff bei Fleisch - Inhalt und Anwendung. In: *Fleisch - Gesundheit, Tierschutz, Umwelt*. Kulmbacher Reihe 14, Bundesanstalt für Fleischforschung, 169-193.
- KEANE, M.G. and P. ALLEN, 1998: Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 56, 203-214.
- KÖGEL, J., M. PICKL, J. ROTT, W. HOLLWICH, R. SARREITER und N. MEHLER, 2000: Kreuzungsversuch mit Charolais, Blond d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe. *Züchtungskunde* 72, 201-216.
- NUERNBERG, K., D. DANNENBERGER, G. NUERNBERG, K. ENDER, J. VOIGT, N.D. SCOLAN, J.D. WOOD, G.R. NUTE and R.I. RICHARDSON, 2005: Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.* 94, 137-147.
- RAZMINOWICZ, R.H., 2006: Texture quality and omega-3 fatty acid content of beef from grass-based fattening and measures to its further enhancement. Dissertation, ETH No. 16672, ETH Zürich.
- RISTIC, M., 1987: Genußwert von Rindfleisch. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, 207-234.
- SAMI, A.S., C. AUGUSTINI und F.J. SCHWARZ, 2004: Effects of feeding intensity and time on feeding on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Sci.* 67, 195-201.
- SCHEEDER, M.R.L., M.R. DUXENNEUNER, S. KILCHENMANN und M. KREUZER, 2003: Vergleich der Qualität von Fleisch verschiedener Rindfleischlabel in der Schweiz - Resultate einer Stichprobenerhebung. (eds. M. Kreuzer, C. Wenk und T. Lanzini) Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, Band 24, 177-179.
- SCHWÄGELE, F., 1998: Kühlung, Kühlung und Fleischreifung - chemische und physikalische Grundlagen. In: *Kühlen, Zerlegen, Kühlung, Reifung - Einfluß auf die Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 15, Bundesanstalt für Fleischforschung, 7-34.
- SCHWARZ, F.J., 2003: Zum Einfluss der Fütterung auf die Rindfleischqualität. *Züchtungskunde* 75, 357-367.
- STEEN, R.W.J. und D.J. KILPATRICK, 1995: Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livest. Prod. Sci.* 43, 205-213.
- STEINWIDDER, A., T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, A. RÖMER, G. IBI und J. FRICKH, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 79, 128-141.
- VELIK, M., A. STEINWIDDER und J. FRICKH, 2008: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* (eingereicht).

Tabelle 2: Versuchsergebnisse zum Einfluss ausgewählter Faktoren auf die Fleischqualität

Merkmal	Kategorie (K)			Genetik (G)			KF-Intensität (I)		Schlachttiertermin (S)		s ₀	Interaktion
	m	w	FF	FL	FC	1	2	1	2			
pH Wert 96 h p.m.	5,6 ^a	5,5 ^b	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	0,08	
Rückenmuskelfläche	58,4 ^a	53,3 ^b	54,2 ^b	58,7 ^a	54,6 ^{ab}	56,1	56,1	55,5	53,3 ^b	58,4 ^a	7,96	
Fettfläche	2,3 ^b	3,7 ^a	2,9	2,9	3,3	3,0	3,0	3,1	3,0	3,1	1,38	
Marmorierung	2,3 ^b	3,1 ^a	2,6	2,7	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,8	0,70	
6 = sehr gut)												
intramuskulärer Fettgehalt	1,6 ^b	4,2 ^a	2,9	2,8	2,9	2,8	2,8	3,0	2,7 ^b	3,1 ^a	1,13	
Trockenmassegehalt	23,2 ^b	26,2 ^a	24,6	24,7	24,7	24,6	24,6	24,8	24,4 ^b	25,0 ^a	1,16	
Rohproteingehalt	23,9	23,8	23,8	24,0	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,9	0,58	G×S
Tropfsaftverlust	3,7 ^b	4,4 ^a	3,5 ^b	4,2 ^{ab}	4,5 ^a	4,1	4,1	4,0	4,1	4,1	1,44	K×S
Kochsaftverlust	27,3 ^b	25,5 ^a	26,9 ^a	25,6 ^b	26,6 ^{ab}	26,6	26,6	26,2	26,2	26,6	1,68	
Grillsaftverlust _{warm}	16,2	16,4	18,0 ^a	15,2 ^b	15,6 ^{ab}	16,0	16,0	16,6	15,5	17,1	4,88	
Grillsaftverlust _{kalt}	27,7 ^a	25,6 ^b	27,6 ^a	25,5 ^b	26,9 ^a	26,9	26,9	26,4	26,4	26,9	2,44	
Saftigkeit	4,6 ^b	4,9 ^a	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,8	0,82	
6 = sehr gut)												
Geschmack	4,2 ^b	4,9 ^a	4,4 ^b	4,6 ^{ab}	4,7 ^a	4,6	4,6	4,5	4,6 ^a	4,5 ^b	0,85	K×G, G×S
Zartheit	4,0 ^b	4,9 ^a	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,6 ^a	4,3 ^b	0,95	
Scherkraft _{roh}	49,7 ^a	39,7 ^b	45,5	43,2	45,4	43,1	43,1	46,3	41,8 ^b	47,6 ^a	11,04	
Scherkraft _{gegrillt}	41,2 ^a	31,1 ^b	38,9	34,4	35,1	35,1	35,1	37,2	36,6	35,7	9,26	
Fleischfarbe 3 Tage p.m. - frischer Anschnitt (O ₂ -Einwirkung)												
L ₁₀ *-Helligkeit	35,3	36,0	35,7	35,0	36,2	36,0	36,0	35,3	36,0	35,3	2,25	
a ₁₀ *-Rotton	7,9 ^b	8,5 ^a	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,3	1,10	
b ₁₀ *-Gelbton	3,9 ^b	4,6 ^a	4,0	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2	4,5	4,0	1,61	
C _{ab} *-Bunton	8,9 ^b	9,8 ^a	9,2	9,5	9,3	9,4	9,4	9,3	9,4	9,3	1,48	
Fettfarbe 3 Tage p.m. - Oberflächenfett												
L ₁₀ *-Helligkeit	59,8	59,0	60,0	59,1	59,1	59,5	59,5	59,4	59,3	59,5	3,12	
a ₁₀ *-Rotton	4,8 ^a	2,6 ^b	3,2 ^b	3,7 ^{ab}	4,2 ^a	4,0	4,0	3,4	3,8	3,6	1,63	
b ₁₀ *-Gelbton	12,4 ^a	11,5 ^b	11,9	11,7	12,2	12,0	12,0	11,9	11,8	12,0	2,11	
C _{ab} *-Bunton	13,3 ^a	11,8 ^b	12,4	12,4	12,9	12,7	12,7	12,4	12,5	12,7	2,31	

^a, ^b, ... Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede (P < 0,05) innerhalb eines Faktors hin.

Eindrücke zur Fleischrinderproduktion in Kanada und Schlussfolgerungen für Österreich

R. GRABNER

Zusammenfassung einer Fachexkursion mit dem Schwerpunkt „Kanas Rindfleischherzeugung“ der Arbeitskreisbetreuer aus allen Bundesländern.

Kanada ist ein faszinierendes Land. Neben den landschaftlichen Schönheiten der endlosen Ackerbaugebiete der früheren Prärie beeindruckt die Weideflächen am Fuße der Rocky Mountains. Dieser Teil Kanadas, wo noch vor 140 Jahren einige Millionen Büffel grasten, ist heute das wichtigste Rindfleischproduktionsgebiet Kanadas.

Kanada

Kanada ist mit einer Fläche von 9.970.000 km² etwa 120 Mal so groß wie Österreich. Es leben ca. 30 Millionen Einwohner in diesem riesigen Land. 80 % der KanadierInnen leben in den Grenzstädten zu den USA. Das Land ist eingeteilt in 10 Provinzen und 3 Territorien. Die Hauptstadt ist Ottawa in der Provinz Ontario. Staatsoberhaupt ist die Königin von England.

Provinz Alberta

Alberta hat eine Fläche von 1.030.000 km² – immerhin noch fast 12 Mal so groß wie Österreich. Hier leben knapp 5 Millionen Einwohner. Die wichtigsten Städte sind Calgary und Edmonton mit jeweils 1 Million Einwohner. Von der Gesamtfläche der Provinz werden nur 21 Millionen ha landwirtschaftlich genutzt (20 % der Gesamtfläche). Der Rest liegt brach. Von diesen 21 Millionen ha sind 31 % Grasland und Weidefläche. Insgesamt bewirtschaften 53.652 Betriebe die landwirtschaftlichen Flächen.

Kennzahlen der Provinz Alberta

Hier sind die wichtigsten relevanten Zahlen angeführt, die sich einerseits auf die Provinz Alberta beziehen und die teilweise in Relation zu ganz Kanada gestellt sind (Tabelle 1 und Tabelle 2).

- 61 % der Betriebe in Alberta (34.912 Betriebe) halten Rinder (insgesamt 53.652 Betriebe)
- In Alberta gibt es 6.470.000 Stück Rinder und Kälber (das sind 45 % der Rinder in ganz Kanada)
- Alberta hat 2,1 Millionen Mutterkühe und nur 83.000 Milchkühe
- Alberta mästet über 2,5 Millionen Stück Rinder
- 72 % der kanadischen Rinder werden in Alberta gefüttert
- Eine Farm in Alberta hat durchschnittlich 61 Mutterkühe und insgesamt 163 Tiere
- Alberta hat 21 Millionen ha landwirtschaftlich genutzte Fläche – davon sind 31 % natürliches Grasland
- Die Schlachthöfe in Alberta schlachteten 2001 über 2,3 Millionen Rinder – das sind 70 % der kanadischen Rinderproduktion
- In Alberta werden 2 Millionen Schweine, 307.000 Schafe und 160.000 Pferde gehalten

Tabelle 1: Entwicklung des Kuhbestandes in Alberta (Daten aus: Statistics Canada, 2007)

	1998	2000	2002	2004	2006	2007
Mutterkühe	1.920.000	2.030.000	2.040.000	2.150.000	2.025.000	2.076.000
Milchkühe	92.000	89.000	90.000	82.000	82.000	83.000

Tabelle 2: Kennzahlen der kanadischen Rinderhaltung (Daten aus: Statistics Canada, Jänner 2007)

Rinderhalter in Kanada	83.000
Anzahl der Rinder in Kanada	14.320.000
Mutterkühe in Kanada	5.000.000
Kanada exportierte 2006	679.000 Tonnen (81 % in die USA, 11 % nach Mexiko)
Kanada hat enorme Exportmengen	45 % der Rinder und des erzeugten Rindfleisches
Kanadas Stellung in der Weltrindfleischherzeugung	11. Platz beim Rinderbestand (1,4 %) 9. Platz bei Rindfleischherzeugung 8. Platz beim Rindfleischexport
Farmgrößen – kleiner als erwartet	61 % haben unter 47 Mutterkühe 26 % haben zwischen 47 und 122 Mutterkühe 13 % haben über 122 Mutterkühe



Abbildung 1: Landkarte von Kanada

Autor: Dipl.-Ing. Rudolf GRABNER, Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8011 GRAZ, email: rudolf.grabner@lk-stmk.at

- In Alberta gibt es 197 Biobetriebe; davon betreiben 60 Rinderwirtschaft (das sind 0,16 % der Rinderhaltenden Betriebe)
- Die durchschnittliche Farmgröße beträgt 390 ha – 13.000 Betriebe sind größer als 450 ha

Extensive Mutterkuhhaltung

Das Bild der Mutterkühe ist untrennbar mit den „Foothills“ am Übergang von der Prärie zu den Rocky Mountains verbunden. Die Rinderhaltung ist in Alberta erst etwa 140 Jahre alt und hat sich stark verändert. Die Mutterkuhhaltung ist konzentriert auf die Ranches (große Betriebe mit Weidehaltung) im mittleren, westlichen und nördlichen Alberta. Die endlosen Flächen am Fuß der Rocky Mountains sind ideale Weideflächen für die Mutterkühe mit den Kälbern. Je nach Region, Lage (nach Norden) und Höhenlage werden folgende Flächen pro Mutterkuh beansprucht: 2 ha Fläche in günstigen Lagen, bis zu 5 ha Fläche in ungünstigen Lagen. Es wird in der Regel eine Standweide betrieben; diese Flächen werden nicht erneuert und vielleicht alle 8 bis 10 Jahre gedüngt. Die Erträge sind daher gering. Das ursprüngliche Präriegras ist widerstandsfähig und ideal an den Standort angepasst. Verbesserungen der Weideflächen funktionieren sehr oft nur in Kombination mit Beregnungen (eventuell für Milchviehbetriebe interessant). Das Pferd ist immer noch der wichtigste Partner für die Bauern beim Umgang mit den Rindern.

Kreuzungen dominieren

Mutterkuhhaltung wird vor allem mit gekreuzten Kühen praktiziert – in erster Linie mit Holstein-Friesian × Angus oder Hereford. Diese Kühe werden mit einer dritten Rasse belegt, um den Heterosiseffekt auch bezüglich Fleischproduktion zu nutzen. Diese dritte Rasse ist in der Regel eine kontinentale Rasse wie Simmental, Charolais oder Limousin. In Alberta grasen über 2 Millionen Mutterkühe auf den Weiden (bei nur 83.000 Milchkühen). Die kanadischen Bauern wollen die Kreuzungseffekte vor allem bezüglich der Fruchtbarkeit und der Widerstandsfähigkeit nutzen. Das ist der Grund für den starken Einsatz von Kreuzungstieren in der Mutterkuhhaltung.

Fleischrinderzucht

Einen speziellen Zweig in der Rindfleischherzeugung stellt die Zucht von Fleischrindern dar. In den letzten 20 Jahren hat sich in Alberta eine große Vielfalt an Rinderrassen entwickelt. Es gibt eine rege Nachfrage nach Zuchttieren, aber auch nach Samen und Embryonen aus Alberta. Die Nachfrage besteht nicht nur in Alberta, sondern in ganz Kanada, in den USA und in Mittel- und Südamerika.

Bis vor 30 Jahren wurden in erster Linie englische Rassen wie Hereford, Aberdeen Angus und Shorthorn gezüchtet. Ab 1970 kamen kontinentale Rassen wie Charolais, Limousin, Maine Anjou, Blonde d'Aquitaine (Frankreich), Simmental aus der Schweiz und Österreich, Gelbvieh aus Deutschland, Pinzgauer aus Österreich, Chianina, Romagnola und Marchigiana aus Italien dazu.

Saisonale Abkalbungen

Das kanadische System ist auf konzentrierte Abkalbungen in den Monaten Dezember bis März ausgelegt. In diesen vier Monaten kalben 90 % der Mutterkühe. Folgende Vorteile ergeben sich daraus: die trockenstehenden Mutterkühe gehen ab Oktober auf die abgemähten Wiesen und gedroschenen Ackerflächen – sie kommen dann nicht zu fett zur Abkalbung; die Tiere sind auf kleineren Weideflächen in Stallnähe und können leichter beobachtet werden; Kennzeichnung und Behandlungen sind bei den Kälbern leichter möglich; die Mutterkühe gehen mit den Kälbern im April/Mai auf die Weideflächen und können das junge Gras aufnehmen; etwa im September werden alle Kälber auf einmal abgesetzt, an Feedlots verkauft oder gehen auf Stoppelfelder, um später als ältere Einsteller (Backgrounder) verkauft zu werden.

Intensive Mast in Feedlots

Die Rindermast, die Einsteller übernimmt und in kurzer Zeit ausmästet, hat sich dagegen auf die Feedlots im Süden Albertas verlagert. Der Hauptgrund hierfür ist, dass sich die fleischverarbeitende Industrie um Calgary und Lethbridge konzentriert hat. Eine Feedlot ist eine Masteinheit, wo Kalbinnen und Ochsen gemästet werden – es gibt keinen Stall.

Die Boxen haben an drei Seiten einen Windschutz und vorne einen Futtertrog. Erhebungen in der Mitte kommen dazu, wenn Stroh oder Sägespäne eingestreut werden (nur im Winter). In einer Box können bis zu 500 Tiere sein. Ausgemistet wird meist nur einmal im Jahr. In den größten Feedlots Albertas stehen zu jeder Zeit 25.000 Rinder und pro Jahr werden drei Durchgänge gemästet – auf einer solchen Station werden also 75.000 Masttiere pro Jahr gemästet. Zu dieser Western Feedlot gehören drei Standorte, die insgesamt im Jahr etwa 200.000 Rinder mästen (etwa die Anzahl an Stieren, die in Österreich gehalten wird).

Marshall Feedlot – nördlich von Calgary

Der Betrieb bewirtschaftet ca. 3.000 ha, davon 2.000 ha Eigenbesitz und 1.000 ha Pacht. Die Mast der Tiere erfolgt in der Feedlot (*Foto 1*) – in der Größe von 20 ha. 7.000 bis 8.000 Rinder, Ochsen und Kalbinnen werden 4 bis 5 Monate gemästet und mit einem Alter von ca. 15 Monaten an einen Schlachtbetrieb verkauft. Jährlich werden ca. 20.000 Rinder auf diesem Betrieb gemästet. Weiters beweidet die Familie Marshall mit 350 Mutterkühen die vorhandenen Weiden. Der Verkauf der Mastrinder erfolgt lebend mit einem pro Kopf Preis an den Schlachthof Cargill, wobei eine Ausschachtung von 60 % garantiert wird. Der Zukauf der Tiere erfolgt einerseits über Auktionen und privat, wobei kein Augenmerk auf die Rasse gerichtet wird. Die Tiere wurden im November mit ca. 220 kg und einem Kopfpriß von 450 kanadische Dollar (305 Euro) eingekauft. Mit einem Lebendgewicht von ca. 580 bis 610 kg werden sie zur Schlachtung verkauft. Der Verkaufspreis lag aktuell im November 2007 bei



Foto 1: Eine Feedlot ist eine Einrichtung im Freien, in der Rinder gemästet werden

0,78 kanadische Dollar/Pfund Lebendgewicht was 1,72 kanadische Dollar (1,16 Euro)/kg Lebendgewicht entspricht (bei einer Ausschachtung von 60 % ca. 2 Euro/kg Schlachtgewicht).

Einkaufspreis der Einsteller November 2007: 305 Euro mit ca. 220 kg

Verkaufspreis zur Schlachtung Februar/März 2008: 696 Euro bei ca. 600 kg lebend

Die Mast gliedert sich in sechs Fütterungsabschnitte, wobei zu Beginn eine Ration aus Heu, Silage (GPS Erbse und Gerste) und 2,2 kg Kraftfutter (hauptsächlich Gerste) gefüttert wird. Das Kraftfutter wird in Mengen von ungefähr 1,5 kg/100 kg Lebendgewicht gefüttert. Zu Beginn der Mast wird ein etwas höherer Proteingehalt angestrebt. Die Endration besteht aus Silage, Getreide (70 % Gerste) und Pellets mit Mineralstoffen und Eiweiß. Die Ration soll 13 % Protein enthalten. Ungefähr 12 kg dieser Ration werden in Form einer TMR mit dem Futtermischwagen verabreicht. Laut Herrn Marshall werden für 1 kg Zuwachs ca. 3 kg Kraftfutter benötigt. Das Zunahmenniveau am Betrieb Marshall liegt zwischen 1.300 und 1.400 g/Tag.

Das Hormon-Implantat im Ohr soll das Wachstum und die Tageszunahmen bei den Tieren erhöhen und auf das Niveau eines Stieres bringen. Ein Nachweis der Hormonbehandlung ist nicht möglich, da das natürlich vorkommende Hormon Testosteron verwendet wird, und weil nur im unmittelbaren Implantatbereich eine höhere Konzentration des Hormons feststellbar ist – das Ohr wird bei der Schlachtung weggeschnitten!

Die durchschnittliche Ausfallsquote liegt bei 1,5 % – hauptsächlich durch Lungenentzündung und Mykoplasmen



Foto 2: Gerät zum Einpflanzen eines Hormonimplants ins Ohr

(Mycoplasma bovis verursacht bei Kälbern neben Lungenentzündungen auch schwere Gelenkentzündungen). Die Vorsorge und Behandlung der Tiere erfolgt in Zusammenarbeit mit einem Tierarzt. Die Wasserversorgung der Tiere wird mit beheizbaren Becken gewährleistet.

Zweimal pro Jahr werden die Boxen mit einem Caterpillar ausgemistet. Die Mistentsorgung verursacht jährlich Kosten von ca. 100.000 kanadische Dollar (67.500 Euro). Im Winter wird täglich Stroh eingestreut. Die Tierkontrolle erfolgt täglich auf dem Rücken eines Pferdes, kranke Tiere werden ausgesondert und in eine Krankenbox gebracht. Die Kennzeichnung der Tiere erfolgt mittels einer staatlichen und einer betriebsspezifischen Ohrmarke sowie mit Brandzeichen beim Eintreffen der Tiere auf den Betrieben. Gleichzeitig erfolgt generell eine entsprechende Parasitenbehandlung und die Verabreichung von Wachstumshormonen. Es existiert keine staatliche Datenbank, die Rückverfolgbarkeit ist mittels Lieferschein und Brandzeichen gegeben. Die Bewirtschaftung wird durch steigende Umweltauflagen schwieriger.

Eingangsbehandlung:

Dabei werden die Rinder gekennzeichnet, gewogen und auf Klauen, Krankheiten etc. überprüft, bzw. nötigenfalls enthornt und kastriert. Die Behandlung umfasst auch vorbeugende Maßnahmen wie Entwurmung (Ivomec oder Dectomax), Impfung gegen Grippe und Lungenentzündung, Anbringen eines Hormon-Implantats (natürlich vorkom-

mendes Hormon Testosteron). Das Hormon wird ins Ohr implantiert und hält etwa 60 bis 80 Tage. Bei einem Teil der Tiere wird eine zweite Hormonbehandlung vorgenommen (Foto 2).

Das kanadische Klassifizierungssystem

Im Gegensatz zur Klassifizierung in Österreich (EU-konforme Regelung) wo die Fleischigkeits- und Fettklasse nur objektiv festgestellt werden, wird dies in Kanada ganz anders ermittelt.

Durch die strengere Einteilung in verschiedene Klassen (Grade) werden weitere Qualitätsparameter wie Marmorierung, Konsistenz und Fettgehalt am Schlachtkörper ermittelt. Somit kann den Kunden ein besseres Produkt mit einer hohen Vorhersagbarkeit garantiert werden. Das Ordnen dieser Rindfleischklassen beruht auf einem standardisierten Maßsystem, um die Produkte in Kategorien mit konstanten Eigenschaften zu trennen. Der Qualitätsgrad misst die Parameter, die auf die Genussqualität und die Verbrauchergewohnheiten bezogen sind.

Qualitätsgrad

Ein Qualitätsgrad ist eine zusammengesetzte Auswertung der Faktoren, welche die Schmackhaftigkeit des Fleisches beeinflussen (Zartheit, Saftigkeit und Aroma). Diese Faktoren schließen Alter, Festigkeit, Beschaffenheit, die Farbe des Fleisches sowie die Menge und Verteilung der Marmorierung innerhalb des Fleisches ein. Die Qualitätseinstufung basiert auf dem Grad der Marmorierung und dem Grad der Reife (Tabelle 3).

Tabelle 3: Folgende fünf Qualitätsparameter werden ermittelt

Charakteristisch	Einfluss auf Qualität
Alter	Das Alter eines Tieres beeinflusst die Zartheit wesentlich
Geschlecht	Ausgeprägte Männlichkeit in den Tieren beeinflusst Fleischfarbe und Schmackhaftigkeit
Bemuskelung	Das Fleischergebnis wird durch die Ausprägung der Muskeln beeinflusst
Fett (Farbe, Beschaffenheit und Abdeckung)	Farbe und Beschaffenheit beeinflussen die Verbraucherakzeptanz, eine gute Fettabdeckung fördert die Marmorierung
Fleisch (Farbe, Beschaffenheit und Marmorierung)	Gut marmoriertes Fleisch beeinflusst die Essqualität (Saftigkeit und Zartheit), Farbe und Beschaffenheit beeinflussen die Verbraucherakzeptanz

Alter

Die Altersbestimmung findet an Hand der Knochenbeurteilung statt (Foto 3).

Weil das genaue Alter der Schlachttiere praktisch nie bekannt ist (keine Geburtsmeldungen an eine Datenbank), wird das Alter über die Knochenveränderungen festgestellt. Die Verknöcherung der Knorpel ist meist an den Durchblutungsäderchen, die immer mehr verschwinden, sichtbar.

Für eine weitere Altersbestimmung werden die Zähne herangezogen. Ab einem Alter von 30 Monaten wird zusätzlich ein BSE-Test durchgeführt.

Marmorierung

Die Beurteilung der Marmorierung basiert auf der durchschnittlichen Menge, Größe und Verteilung der Fettpartikel im Beiried, gemessen zwischen der 12. und 13. Rippe.

Die kanadische Klassifizierungs-Verordnung verwendet nur vier von neun anerkannten, auf den USDA-Standards basierenden Marmorierungs-Stufen.



Foto 3: Alterbestimmung der Tiere anhand der Knochen

Einteilung der Marmorierung

- Spuren
- Geringfügig
- Klein
- Mäßig
- Dürtig
- Etwas reichlich vorhanden
- Gemäßigt reichlich vorhanden
- Reichlich vorhanden
- Sehr reichlich vorhanden

Elektronische Erfassung der Fetteinlagerung

Die Marmorierung ist das intramuskuläre Fett (Fett zwischen den Muskelfasern) das als feine weiße Fettäderchen sichtbar ist. Die Größe und Verteilung der Marmorierung hat eine bedeutende Auswirkung auf die Essqualität. Die Feststellung der Marmorierung wird auch in den USA

als Primärermittlung des Qualitätsgrades gesehen (Foto 4).

Bemuskelung

Wenn ein Schlachtkörper für den Grad „Kanada erstklassig“ oder jede „Kanada A-Klasse“ klassifiziert wird, wird eine Prognose erstellt, welcher Magerfleischanteil erwartet werden kann.

In Kanada werden drei Maße verwendet, um ein Gradergebnis festzustellen (Foto 5):

- 1 – maximale Länge
- 2 – maximale Breite
- 3 – minimaler Punkt der Fettstärke

Der Ertrag wird durch den Klassifizierer aufgelistet und ist eine Bewertung, welche auf den prozentuellen Anteil von Schlachtkörpern (rotes Fleisch) zurückzuführen, ist. Die Methode, welche die Klassifizierer gebrauchen um den

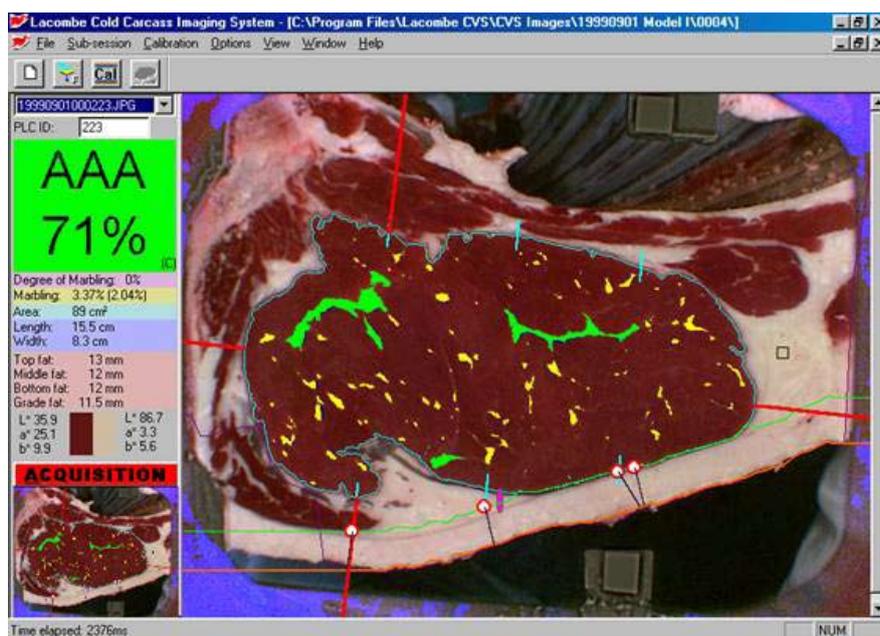


Foto 4: Erfassung von Rückenmuskelfläche und Fleisch-Fett-Verhältnis mit einer EDV-Software

Tabelle 4: Qualitätsgrade zur Beurteilung des Schlachtkörpers

Grad	Alter	Bemuskelung	Qualitätsgrade			
			Farbe	Marmorierung	Fettfarbe und Beschaffenheit	Fettstärke
Höchste Vollkommenheit	9 - 30 Monate	Ausgezeichnet mit einigen Mängeln	leuchtendes Rot	Reichlich vorhanden	Hart, weiß oder gelb (bernsteinfarben)	2 mm oder mehr
A	9 - 30 Monate	Ausgezeichnet mit einigen Mängeln	leuchtendes Rot	A – Spuren	Hart, weiß oder gelb (bernsteinfarben)	2 mm oder mehr
AA				AA – gering		
AAA				AAA – klein		

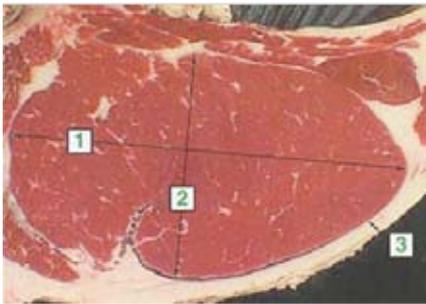


Foto 5: Maß zur Bestimmung des Magerfleischanteils

Ertrag abzuschätzen, wurde in Lacombe Research Station entwickelt und ist seit April 1992 im Einsatz.

Die Grade B1, B2, B3, B4, D1, D2, D3, D4 und E können nicht als Qualitätsfleisch verkauft werden. Dies sind Kühe, Stiere und Tiere, die die in *Tabelle 4* genannten Bewertungen nicht erreichen.

Verschiedenste Beispiele der Qualitätsgrade sind auf *Foto 6* dargestellt.

Schlussfolgerungen für Österreich

Fruchtbarkeit – Zwischenkalbezeit:

Als wichtige Ansatzpunkte werden gesehen, dass wir einen großen Handlungsbedarf bei der Verbesserung der Zwischenkalbezeiten haben. In Kanada wird durch die streng saisonale Abkalbung wesentlich mehr Augenmerk auf die Belegung gelegt.

Herdenmanagement: Die Betriebsführer legen in Kanada mehr Wert auf das Herdenmanagement – natürlich weil die Betriebe größer sind. Aber auch bei uns gibt es viele das Herdenmanagement betreffende Punkte, die verbesserungswürdig sind.

Kreuzungs-Mutterkühe: In Produktionsbetrieben werden fast nur Kreuzungs-Mutterkühe eingesetzt. Der wesentliche Vorteil ist, dass die Fruchtbarkeit ver-

bessert ist und die Fleischerzeugung über einen weiteren Kreuzungspartner gesteuert wird. Diese Thematik wird in Österreich wenig diskutiert, weil wir mit dem Fleckvieh eine Zweinutzungsrasse zur Verfügung haben. Die Heterosis-effekte werden daher bei uns nicht in diesem Ausmaß ausgenutzt.

Finger weg von Hormonen: Wir brauchen keine Hormone zur Förderung des Wachstums. Da die Hormonbehandlung nicht kontrolliert werden kann, sollte Rindfleisch aus Nordamerika nicht in die EU kommen.

Klassifizierungssystem fördert innere Fleischqualität: Die Kanadier wollen ein zartes, schmackhaftes Rindfleisch, worauf auch die Klassifizierung ausgerichtet ist. Bei uns könnten/sollten speziell bei Markenfleischprogrammen diese Aspekte stärker berücksichtigt werden.



Foto 6: Qualitätsgrade A, AA, AAA und Primbeef (von links nach rechts)

Bericht

35. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2008

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2008

ISBN-13: 978-3-902559-16-6

ISSN: 1818-7722