

38. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungsplan
des Bundes

Züchtung
Rindfleisch und Mutterkühe
Forschungsergebnisse LFZ
Fütterungstechnik

13. und 14. April 2011
Grimmingsaal
LFZ Raumberg-Gumpenstein



lebensministerium.at

38. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Züchtung
Rindfleisch und Mutterkühe
Forschungsergebnisse LFZ
Fütterungstechnik

13. und 14. April 2011

Organisiert von:

Lehr- und Forschungszentrum
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Impressum

Herausgeber

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

Direktor

Prof. Dr. Albert Sonnleitner

Leiter für Forschung und Innovation

Mag. Dr. Anton Hausleitner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Nutztierforschung

Satz

Andrea Stuhlpfarrer
Alexandra Eckhart
Beate Krays

Lektorat

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

Druck, Verlag und © 2011

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

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902559-59-3

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

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

38. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 13.-14. April 2011, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2011

Inhaltsverzeichnis

Vergleich von Fleckvieh mit Holstein Friesian in der Milcherzeugung ohne Kraftfutter und in der Stiermast	1
<i>A. HAIGER und W. KNAUS</i>	
Ressourceneffiziente Milchproduktion – Welcher Kuhtyp ist geeignet?	11
<i>P. THOMET und V. PICCAND</i>	
Ist die Rinderzucht auf dem richtigen Weg? – Überlegungen eines erfolgreichen Züchters.....	19
<i>R. SCHERZER</i>	
BEEF 2015 – Die Strategie für Rindfleisch.....	21
<i>R. GRABNER</i>	
Die Milchleistung von Fleckviehmutterkühen bei einer Säugezeit von 180 bzw. 270 Tagen	25
<i>J. HÄUSLER, A. STEINWIDDER, D. EINGANG, J. GASTEINER, A. SCHAUER und L. GRUBER</i>	
Wo liegen die Knackpunkte und Potenziale unseres Mutterkuhbetriebes?	33
<i>F. und C. HAIN</i>	
Arbeitswirtschaft im Milchviehbetrieb – Gute Lösungen und Schwachpunkte	37
<i>E. QUENDLER</i>	
Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Milcherzeugung	43
<i>L. GRUBER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, M. URDL, K.H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER und R. JÄGER</i>	
Einfluss der Energieversorgung vor und nach der Abkalbung auf Stoffwechselfparameter von Milchkühen	67
<i>M. URDL, W. OBRITZHAUSER, L. GRUBER, J. HÄUSLER und A. SCHAUER</i>	
Automatisierte Fütterungstechnik Grundfutter – in der Milchviehhaltung	75
<i>W. SCHRATTENECKER</i>	
Unsere Erfahrungen mit einem Fütterungsroboter	79
<i>L. KLAMPFL</i>	
Futtermischwagengemeinschaft Altenberg	83
<i>J. LANDL</i>	

Vergleich von Fleckvieh mit Holstein Friesian in der Milcherzeugung ohne Kraftfutter und in der Stiermast

A comparison of dual-purpose Simmental and Holstein Friesian in milk production without concentrates and in bull fattening

Alfred Haiger¹ und Wilhelm Knaus^{1*}

Zusammenfassung

Der Versuch umfasste 26 Fleckviehkühe mit 71 Laktationen (2,7/Kuh) und 21 Holsteinkühe mit 58 Laktationen (2,8/Kuh). Letztere können unterteilt werden in 10 Kühe aus der konventionellen Zuchttrichtung (HFK) und 11 Kühe aus speziellen Lebensleistungslinien (HFL).

Die Futterration bestand im Winter aus je 45 % Gras- bzw. Maissilage und 10 % Heu (bezogen auf TM). Im Sommer wurde die Halbtagsweide durch eine Mais-Grassilage-Mischung ergänzt und Heu *ad libitum* angeboten. Ergänzt durch eine Mineralstoffmischung, jedoch ohne Kraftfutter.

Die LS-Mittelwerte für die ECM-Laktationsleistungen betragen für FV 6.646 kg, HFK 7.870 kg und HFL 6.814 kg. Die durchschnittlichen Kuhgewichte betragen für FV 720 kg, HFK 688 kg und HFL 597 kg. Im Vergleich zum Fleckvieh ergab sich für die HFK ein 14 % höherer Milcherlös, der sich durch niedrigere Erlöse für Stierkälber und Altkühe auf 7 % verminderte, bei einem um 12 % niedrigeren Futterbedarf je kg ECM. Die HFL haben im Vergleich zu FV bei etwa gleichem Milcherlös einen um 14 % geringeren Futterbedarf je kg ECM.

Der Stiermastversuch umfasste 31 FV- und 26 HF-Stiere. Die Mast begann mit 150 kg und endete mit durchschnittlich 660 kg bei FV bzw. 565 kg bei HF. Das *ad libitum* angebotene Grundfutter bestand aus 80 % Mais- und 20 % Grassilage (bezogen auf TM). Je Tier und Tag wurden 3 kg einer Kraftfuttermischung (68 % Getreide-, 30 % Rapsextraktionsschrot und 2 % Mineralstoffmischung) gefüttert.

Die HF-Stiere hatten gegenüber Fleckvieh rund 12 % niedrigere Lebensstageszunahmen, einen 8 % höheren Futter-Energiebedarf je kg Gewichtszunahme und einen 26 % geringeren Schlachterlös erbracht.

Schlagwörter: Rassenvergleich, Fleckvieh, Holstein Friesian, Milchleistung ohne Kraftfutter, Futtereffizienz, Mastleistung, Fleischleistung

Summary

In this experiment, 71 lactations were completed by 26 Simmental dairy cows (2.7/cow) and 58 lactations were completed by 21 Holstein Friesian cows (2.8/cow). The latter group consisted of 10 Holstein Friesian cows from a conventional breeding program (HFK) and 11 Holstein Friesian cows from a specific lifetime performance breeding program (HFL). During the winter feeding period, the ration consisted of 45% grass silage, 45% corn silage and 10% hay (dry matter basis). During the summer, pasture (half day) was supplemented by a mixture of corn silage and grass silage and hay was offered *ad libitum*. The rations were also supplemented with a mineral mixture, but no concentrates were included.

The LS means for milk performance (ECM, kg) are as follows: Simmental cows (FV) 6,646, HFK 7,870 and HFL 6,814; live weight (kg): FV 720, HFK 688 and HFL 597. Milk sales revenue was 14% higher for HFK as compared to FV cows, but this advantage was reduced to 7% due to lower revenues from the sales of male calves and culled cows. Nutrient requirements per kg ECM were 12% lower in HFK than in FV. HFL cows reached the same milk sales revenue as FV cows, but their nutrient requirements per kg ECM were 14% lower.

The bull fattening trial was conducted with 31 Simmental and 26 Holstein Friesian offspring. Beginning at a live weight of 150 kg, bulls were fattened to an average live weight of 660 and 565 kg for Simmentals and Holstein Friesians, respectively. The forage consisted of 80% corn silage and 20% grass silage (dry matter basis) and was offered *ad libitum*. Each bull was supplemented daily with 3 kg of concentrates which consisted of 68% grain, 30% rapeseed meal and 2% minerals, using an automatic feeder.

The average daily gains were approximately 12% lower and the feed energy requirements per kg of live weight gain were about 8% higher in Holstein Friesian bulls as compared to Simmental bulls. Slaughter revenue from Holstein Friesian bulls was 26% lower than from Simmental bulls.

Keywords: Breed comparison, Simmental, Holstein Friesian, forage, milk performance, feed efficiency, bull fattening, fattening and slaughter performance

¹ Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Ao. Univ. Prof. Dr. Wilhelm Knaus email: wilhelm.knaus@boku.ac.at

1. Einleitung

Aus betriebswirtschaftlichen Gründen wurde die Milchleistung in den vergangenen Jahrzehnten sowohl durch Zuchtmaßnahmen als auch durch vermehrten Kraftfuttermittel-einsatz stark gesteigert. Neben wirkungsvollen Reinzuchtprogrammen hat die Einkreuzung mit den milchbetonten Zweinutzungsrasen Holstein Friesian und Brown Swiss für mehrere europäische Rassen besondere Bedeutung erlangt; einige wurden sogar verdrängt (Schwarzbunte, Braunvieh, Simmentaler). Die enormen Leistungssteigerungen haben aber auch eine dramatische Abnahme von Fruchtbarkeit und Vitalität (Fitness) der Kühe verursacht (KNAUS 2008 und 2009). Es gewinnt daher die Frage an Bedeutung, was Hochleistungskühe im Falle einer Kraftfutmangelzeit leisten und wie sich eine derart restriktive Fütterung auf die Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer auswirkt. Wird doch von den meisten Tierernährungswissenschaftlern und zahlreichen Praktikern die Ansicht vertreten, dass hochveranlagte Milchkühe zur Gesunderhaltung „voll ausgefüttert“ werden müssen, was entsprechend hohe Kraftfutmittelgaben erfordert.

Unabhängig davon, ob diese These richtig oder falsch ist, erscheint es aber langfristig gesehen ökologisch nicht sinnvoll, Wiederkäuer zu züchten, die ohne Kraftfutter nicht existieren können und damit zu potenziellen Nahrungskonkurrenten des Menschen werden.

Im Sinne eines ganzheitlichen Rinderrassenvergleiches auf wirtschaftseigener Futterbasis wurde aber auch die Abnahme der Fleischleistung von Maststieren der „milchbetonten“ Nutzungsrichtung Holstein Friesian (HF) gegenüber dem „kombinierten“ Fleckvieh (FH) untersucht.

2. Milchleistung

2.1 Versuchsanlage²⁾

Versuchstiere

Der Versuch begann 1997 mit 26 zugekauften Kälbern: je 13 der Rasse Fleckvieh (FV) bzw. Holstein Friesian (HF) und endete 2007. Bei der Auswahl der Kälber wurde in erster Linie auf die Leistungsabstammung geachtet, dann auf die körperliche Entwicklung und schließlich auf das Euter und Fundament der Mütter. Für das FV ergaben sich durchschnittliche Milchzuchtwerte von 111 für die Mütter und 122 für die Väter, deren Fleischzuchtwert 108 betrug. Die Holsteinkälber stammten von Müttern mit einem mittleren Milchzuchtwert von ebenfalls 111 und 114 für die Väter. Im Zuge des Ankaufes hat es sich ergeben, dass bei den Holstein Friesian 6 Kälber aus der „konventionellen“ Zucht (HFK) und 7 aus speziellen „Lebensleistungslinien“ (HFL) stammten.³⁾

Gemeinsam mit der Nachzucht erbrachten 26 Fleckviehkühe 71 Laktationen (2,7/Kuh) und 21 Holsteinkühe 58 Laktationen (2,8/Kuh), was mit dem Versuchsplan von 60 Lak-

tationen je Rasse gut übereinstimmt. Die geringere Anzahl an Laktationen der Holsteinkühe hängt mit dem deutlich niedrigeren Anteil an Kuhkälbern in den ersten beiden Kalbejahren zusammen (FV 60 %, HF 35 % Kuhkälber).

Haltungssysteme

Die Jungviehaufzucht erfolgte bei Versuchsbeginn (Herbst 1997) in einem Einraum-Tiefstall. Die ab Winter 1999/2000 nachgezogenen Kalbinnen standen im Winterhalbjahr in einem Tretmiststall. Während der gesamten Versuchsperiode erfolgte die Kalbinnenaufzucht im Sommer auf einem auf 850 m Seehöhe gelegenen Weidebetrieb (Tiefstall, Ganztagsweide mit Zufütterung im Herbst).

Die Kühe standen bis zum Ende der 3. Laktation auf einem Kurzstand mit Gummimatten, Grabnerketten-Anbindung und Gitterrostentmistung. Das bedeutete für die Kühe nach der Aufzucht im Laufstall eine große Einschränkung und schien für die sensibleren, dünnhäutigeren und größeren Holsteinkühe besonders belastend zu sein. Es gab mehrere haltungsbedingte Ausfälle (Sprunggelenks- und Klauenverletzungen). Erst nach Einführung der Halbtagsweide ab der 2. Laktation konnte die Situation zumindest im Sommerhalbjahr verbessert werden. Ab der 4. Laktation (Oktober 2002) wurde der neue Liegeboxenlaufstall mit eingestreuten Tiefboxen bezogen. Beide Stallsysteme – Tretmist für Kalbinnen und Liegeboxen für Kühe – wurden als Offenfrontställe eingerichtet.

Futtermittel und Fütterung

Der Versuchsbetrieb ist ein Grünland-Ackerbaubetrieb (26 ha Grünland, 19 ha Acker) in einer österreichischen Gunstlage. In acht Versuchsjahren wurden 54 Gras- bzw. Kleeegrassilage-, 13 Maissilage- und 10 Heuproben chemisch untersucht. Ein Vergleich der Gras- und Kleeegrassilagen mit den „Futterwerttabellen im Alpenraum“ (RESCH et al. 2006) bezüglich Trockenmasse-, Rohprotein- und Rohfasergehalt bzw. Energiedichte (5,85 MJ NEL/kg TM) ergab überdurchschnittliche Werte. Die Maissilageproben ergaben bei allen Kennzahlen wegen des hohen Kolbenanteiles sehr hohe Werte und minimale Jahresunterschiede (6,54 MJ NEL/kg TM). Die 10 Heuproben waren von durchschnittlicher Qualität (5,32 MJ NEL/kg TM).

Die Kalbinnen erhielten ab 150 kg Lebendgewicht (LG) im Winter eine Ration bestehend aus 80 % Gras- und 10 % Maissilage sowie 10 % Heu (bezogen auf TM), sowie eine Mineralstoffmischung und Vihsalz. Im Sommer gab es für die Kalbinnen neben der Ganztagsweide Heu aus einer Raufe, eine Mineralstoffmischung und Vihsalz. Bis zu einem Jahr wurde auch etwa 1 kg Kraftfutter (Getreide- und Eiweißfutter-Mischung) pro Tier und Tag gefüttert. Der zentralen Versuchsfrage entsprechend wurde den Milchkühen kein Kraftfutter verabreicht. Im Winter bestand die tägliche Futtermenge aus etwa je 45 % Gras- bzw. Maissilage, 10 %

²⁾ Eine detailliertere Versuchsbeschreibung und ausführlichere Ergebnisse sind unter www.dafne.at abrufbar (Ganzheitlicher Rinderrassenvergleich, Projekt-Nr. 1266, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien), bzw. in der wissenschaftlichen Zeitschrift Züchtungskunde (HAIGER und KNAUS 2010a und 2010b) dokumentiert.

³⁾ Am Beginn der Holstein Friesian Zucht in der Steiermark, anfangs der 1970er Jahre, wurde schwerpunktmäßig auf Stiere gesetzt, die aus speziellen Lebensleistungslinien stammten, die von Prof. DDr. F. BAKELS (Veterinärfakultät der Universität München) in den 1950er Jahren in Nordamerika ausgewählt wurden. Das wichtigste Auswahlkriterium waren Lebensleistungen von 80.000 bis 130.000 kg Milch in 8 bis 13 Laktationen, bei möglichst vielen Vorfahren und Seitenverwandten (HAIGER 2005)

Heu (bezogen auf TM) und 15 dag einer üblichen Mineralstoffmischung plus 3 dag Viehsalz. Im Sommer wurde die Halbtagsweide durch eine Mais-Grassilage-Mischung ergänzt, Heu *ad libitum* von der Raufe angeboten und die gleiche Mineralstoff-Salz-Ergänzung verabreicht.

2.2 Datenerhebung und Auswertungsmethoden

Die amtliche Milchleistungskontrolle (AT=Wechselkontrolle mit 33±7 Tage-Intervall) wurde durch eine „betriebseigene“ zweite Leistungskontrolle (abends/morgens oder morgens/abends) ergänzt und aus der Gesamtmilch wurden die Inhaltsstoffe im Milchlabor bestimmt. Zwischen dem 5. und 8. Tag nach der Abkalbung und um den 100. Laktationstag (±10 Tage) wurden die Kühe gewogen und gemessen. Von allen Tierarztbesuchen wurden der Grund und die Kosten aufgezeichnet. Die Besamung erfolgte in Form einer Eigenbestandsbesamung.

Die biometrische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte mit Hilfe der GLM-Prozedur (Generalized Linear Models) des SAS Programmpaketes und die Differenzen der LS-Mittelwerte wurden mittels multiplem t-Test auf

ihre Signifikanzen geprüft (SAS 2003). Im Modell wurden die einzelnen Tiere als zufälliger Effekt innerhalb der Rasse behandelt und die Rasse, Laktationszahl, das Jahr und die Kalbesaison als fixer Effekt.

Dieses Modell wurde bei fast allen erhobenen Daten (Milchleistungsdaten, Körpermaßen und Gewichten, Zwischenkalbezeit, Anzahl Besamungen, Trächtigkeitsdauer, Kalbeverlauf) angewandt. Für Erstkalbealter, Geburtsgewicht, Melkbarkeit, Tierarztkosten, Nutzungsdauer und Lebensleistung der zugekauften Tiere kam ein reduziertes Modell (Rasse-Jahr-Rest) zur Anwendung.

Die tägliche Trockenmasseaufnahme (TMA) wurde nach der Funktion von FOX et al. (1992) errechnet, in der alle Variablen in Kilogramm angegeben sind:

$$TMA = 0,0185 \times LG + 0,305 \times FCM$$

Das mittlere LG wurde entsprechend der Körperreserven-Mobilisierung im 1. Laktationsdrittel und der LG-Zunahme im 3. Drittel (Tabelle 1) wie folgt errechnet:

$$LG = (LG \text{ am } 5. \text{ Tag} \times 2 + LG \text{ am } 100. \text{ Tag})/3$$

Für die Trockenstehzeit wurde entsprechend der metabolischen LG-Unterschiede folgende tägliche TMA unterstellt: FV = 11,0 kg, HFK = 10,6 kg und HFL = 9,6 kg.

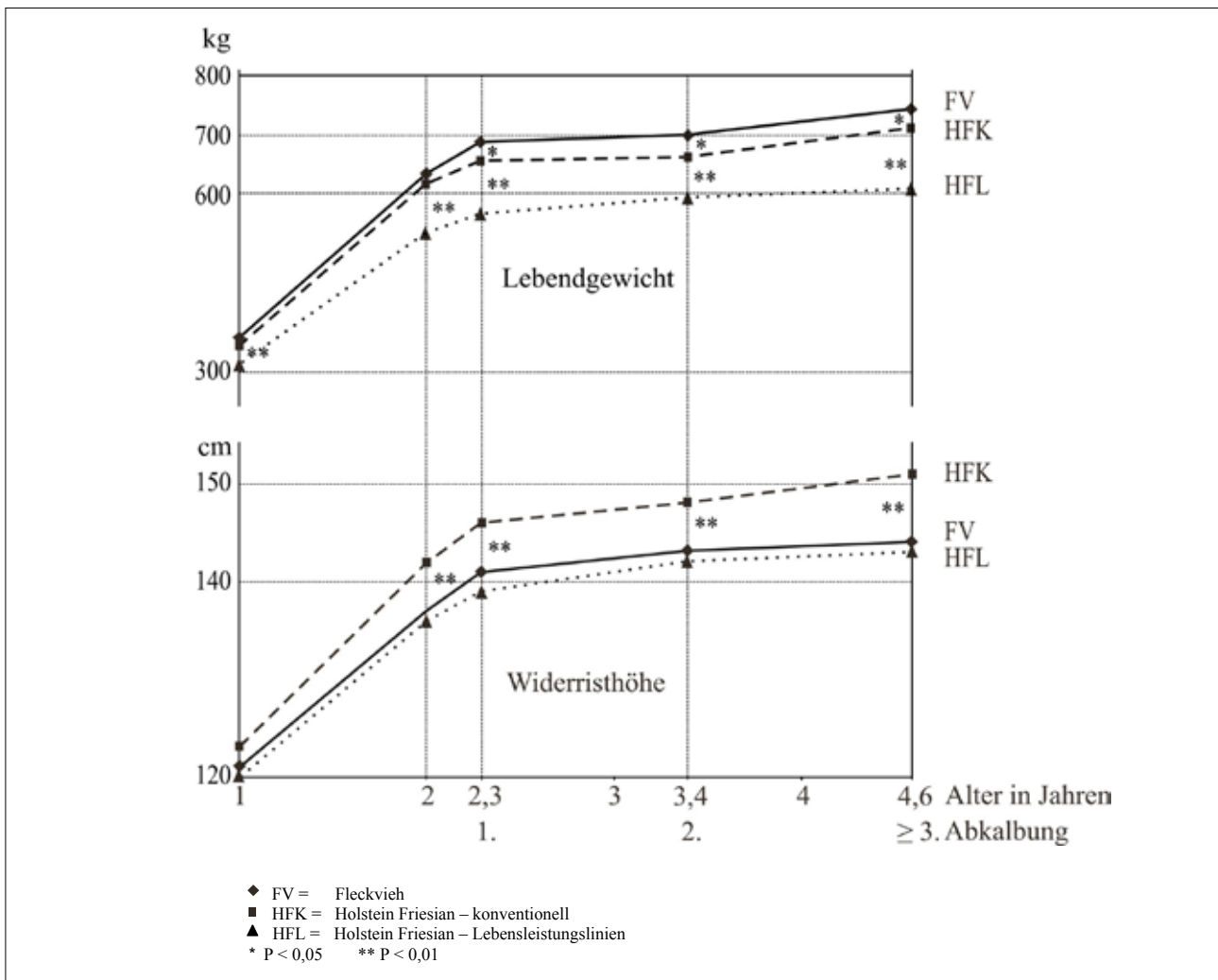


Abbildung 1: Entwicklung des Lebendgewichtes und der Widerristhöhe vom 1. Lebensjahr bis zur 3. und den folgenden Abkalbungen

Tabelle 1: LS-Mittelwerte, Standardfehler (s_e) und Differenzen mit Signifikanzen und Relativwerten der Laktationsleistungen und der Lebendgewichte (LG)

Rassengruppe	n	Laktation Tage	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	ECM kg	MJ NEL je kg ECM	LG kg
(1) FV	71	341	6.027	4,79	3,39	6.646	5,86	720
(2) HFK	27	356	7.567	4,34	3,13	7.870	5,26	688
(3) HFL	31	341	6.145	4,94	3,22	6.814	5,39	597
Standardfehler	s_e		717	0,23	0,11	805	0,25	26
Differenzen mit Signifikanzen								
(1) – (2)		- 15	- 1.540**	0,45**	0,26**	- 1.224**	0,60**	32**
(1) – (3)		0	- 118	- 0,15*	0,17**	- 168	0,47**	123**
(2) – (3)		15	1.422**	- 0,60**	- 0,09*	1.056**	- 0,13	91**
Relativwerte zu FV = 100								
HFK		104	126			118	90	96
HFL		100	102			103	92	83

FV = Fleckvieh

HFK = Holstein Friesian – konventionell

HFL = Holstein Friesian – Lebensleistungslinien

* $P < 0,05$ ** $P < 0,01$

2.3 Ergebnisse und Diskussion

Wachstum

Ein Vergleich des Wachstums in den beiden Aufzuchtjahren (*Abbildung 1*) mit Literaturwerten der beiden Rassen zeigt für FV und konventionelle Holstein Friesian eine gute Übereinstimmung; die Holstein Friesian aus den Lebensleistungslinien sind im unteren Bereich angesiedelt (STEINWENDER et al. 1987, HOFFMANN 1997, STEINWIDDER et al. 2001). Während das FV in allen Altersabschnitten schwerer war als die Holstein Friesian ($P < 0,05$ gegenüber HFK und $P < 0,01$ gegenüber HFL), waren zwischen FV und HFK bis zu einem Alter von 2 Jahren keine wesentlichen Unterschiede. Die HFK waren jedoch ab dem 2. Lebensjahr eindeutig größer ($P < 0,01$) als das FV und die HFL. Ganz ähnlich entwickelte sich auch die Rumpflänge. Es bestehen daher zwischen den drei Kuhgruppen mit zunehmendem Alter deutlichere Typunterschiede, die auch in der unterschiedlichen Wirtschaftlichkeit (*Tabelle 5*) zum Ausdruck kommen.

Nutzungsdauer und Abgangsursachen

Von den angekauften 26 Kälbern wurden alle Kalbinnen trächtig und kalbten mit etwa 28 Monaten ab (FV = 28,3, HFK = 27,6 und HFL = 28,3). Hinsichtlich des Besamungsindex und des Kalbeverlaufes bestanden keine wesentlichen Differenzen zwischen den Gruppen. Bei Versuchsende haben noch je eine FV- bzw. HF-Kuh in der 7. Laktation gelebt, die auch in die Berechnung der Nutzungsdauer einbezogen wurden. Damit ergab sich für die angekauften Tiere eine durchschnittliche Nutzungsdauer für FV von 3,56, für HFK von 3,47 und für HFL von 3,39 Jahren, was bei den geringen Kuhzahlen am Beginn des Versuches (13 FV, 6 HFK, 7 HFL) keinen eindeutigen Trend erkennen lässt. Ein Vergleich mit der durchschnittlichen Nutzungsdauer aller zeitgleichen Kontrollkühe in Österreich (ZUCHTDATA 2007) ergibt für das FV den gleichen Wert und für die HFK des Versuches einen um 0,2 Jahre höheren Wert.

Milchleistung

Die wichtigsten Versuchsergebnisse bezüglich der Milchleistung, Futtereffizienz und Lebendgewichte sind in *Tabelle 1* zusammengestellt.

Bei einer um 15 Tage längeren Laktationsdauer erbrachten die Kühe der Gruppe HFK eine rund 1.500 kg höhere Milchmenge als die beiden anderen Gruppen, jedoch mit den niedrigsten Fett- und Eiweißgehalten, sodass sich ein um 8 bzw. 10 % niedrigerer NEL-Bedarf je kg ECM bei den Kühen der HF-Gruppen gegenüber FV-Kühen ergab. Bei den HFK resultierte dies in erster Linie aus der 1.224 kg höheren ECM-Leistung (= degressiver Verlauf des Erhaltungsanteils) und bei den HFL – mit etwa gleicher Milchmengenleistung wie das FV – aus dem rund 120 kg oder 17 % geringeren LG (= niedrigerer Erhaltungsbedarf).

Ein weiterer Grund für die Leistungsüberlegenheit liegt in der stärkeren Mobilisierung von Körperreserven der HF-Kühe im 1. Laktationsdrittel (*Tabelle 2*).

In allen Laktationen „melkten“ sich die milchbetonten Holstein Friesian um etwa 15 - 30 kg stärker ab als das kombinierte FV. Bezogen auf das LG nach der ersten Abkalbung ergab das für das FV etwa 8 % und für die beiden HF-Gruppen rund 12 %. Für ausgewachsene Kühe (≥ 3 Laktationen) beträgt die Mobilisation im ersten Drittel der Laktation mit 6 % bei FV bzw. 9 % bei Holstein Friesian etwas weniger.

Eine Bestätigung dieser Ergebnisse hinsichtlich der Futtereffizienz erbrachten auch 3 Diplomarbeiten, die in den ersten 3 Laktationen (während der Anbindehaltung) durchgeführt wurden (MODER 2002, FAHRNER 2002, HOPFGARTNER 2004). Denn während die Futteraufnahme im Gesamtversuch aufgrund des LG und der FCM-Leistung nach FOX et al. (1992) geschätzt wurde (2.2), haben die DiplomandInnen in sieben 10-Tageperioden exakte Futtererhebungen für Einzelkühe und Nährstoffanalysen durchgeführt. Zusammenfassend ergab sich für die 70 bis 100 kg schwereren FV-Kühe trotz 1 bis 2 kg höherer Trockenmasseaufnahme eine 300 bis 500 kg geringere ECM-Leistung als für die HF-Kühe.

Tabelle 2: LS-Mittelwerte, Standardfehler (s_e), Differenzen mit Signifikanzen für die Lebendgewichtsabnahme (Mobilisation) im 1. Laktationsdrittel und Gewichtszunahme von der 1. bis zur ≥ 3 . Laktation

Rassen- gruppe/ Laktations- zahl	n	Lebendgewicht		Abnahme		Mittelwert ¹⁾	Zunahme	
		5. Tag kg	100. Tag kg	kg	%	kg	kg	%
FV								
1.	26	707	654	53**	7,5	689		
≥ 3 .	31	759	714	45**	5,9	744	55**	8,0
HFK								
1.	10	688	604	84**	12,2	660		
≥ 3 .	11	731	666	65**	8,9	709	49**	7,4
HFL								
1.	11	588	521	67**	11,4	566		
≥ 3 .	12	628	569	59**	9,4	608	42**	7,4
Standardfehler s_e		30	25			26		

FV = Fleckvieh

HFK = Holstein Friesian – konventionell

HFL = Holstein Friesian – Leistungsleistungen

¹⁾ Mittelwert = (LG 5.Tag \times 2 + LG 100.Tag)/3* $P < 0,05$ ** $P < 0,01$

Ein Vergleich der Standardlaktationen der Versuchskühe mit den zeitgleichen, energiekorrigierten Standardlaktationen aller österreichischen Kontrollkühe (ZUCHTDATA 2007) ergab für das FV nur eine 280 kg oder 4 % geringere Leistung und für die HFK-Kühe eine um 970 kg oder 12 % geringere Leistung.

Ein direkter Vergleich der Milchleistungsergebnisse kann mit dem Stationsversuch von GRUBER et al. (1995) und einem eigenen 12-jährigen Feldversuch (HAIGER und SÖLKNER 1995) gezogen werden, da in beiden Fällen FV mit HFK sowohl mit als auch ohne Kraftfutter verglichen wurden. Die ECM-Differenzen für die Gruppen ohne Kraftfutter betragen im erstgenannten Versuch ca. 500 kg und waren im zweiten mit 1.100 kg etwa gleich hoch wie im vorliegenden Versuch mit 1.224 kg (FV versus HFK). Schon vor fast 25 Jahren erbrachte eine HF-Versuchsgruppe ohne Kraftfutter am Versuchsgut Chamau der ETH Zürich 305-Tageleistungen von 6.600 kg ECM und lag damit nur knapp 400 kg unter der Kraftfutter-Kontrollgruppe (LEUENBERGER et al. 1986). Die angeführten Autoren können daher der Schlussfolgerung von GRUBER et al. (1995) zustimmen: „Entgegen der vorherrschenden Meinung wiesen die an Energie unterversorgten Kühe keine schlechtere Fruchtbarkeit und keine höhere Stoffwechselbelastung auf“, wenn Grundfutter guter Qualität *ad libitum* gefüttert wird.

3. Fleischleistung

3.1 Versuchsanlage

Versuchstiere

Im ursprünglichen Versuchsplan waren aus biometrischen Überlegungen neben 120 Laktationen (HAIGER und KNAUS 2010) auch 50 Maststiere vorgesehen (25 FV und 25 HF). Nachdem diese Zahl bei HF erreicht war (13 HFK und 13 HFL), wurden aus wirtschaftlichen Gründen nur noch FV-Stiere gemästet, weshalb es bei Versuchsende 31 waren. Die ersten Stierkälber wurden Anfang 2000 geboren und die letzten Schlachtungen waren im ersten Quartal 2007.

Haltung und Fütterung

Die Stiermast erfolgte in einem Offenfront-Tretmiststall mit Gruppengrößen von 5 bis 8 Tieren. Die Mastperiode begann einheitlich bei 150 kg LG und endete bei einem mittleren LG von: FV 660 kg, HFK 572 kg und HFL 556 kg. In jedem der 7 Versuchsjahre wurden je 2 Gras- bzw. Kleegrassilage- und Maissilageproben untersucht. Ein Vergleich der Gras- und Kleegrassilagen mit den „Futterwerttabellen im Alpenraum“ (RESCH et al. 2006) ergab bezüglich Trockenmasse, Rohprotein- und Rohfasergehalt bzw. Energiedichte überdurchschnittlich gute Werte (z.B. 9,75 MJ ME/kg TM). Die Maissilageproben ergaben bei allen Kennzahlen wegen des hohen Kolbenanteiles sogar sehr gute Werte und minimale Jahresunterschiede (10,81 MJ ME/kg TM, $s_e \pm 0,13$).

Das Grundfutter bestehend aus 80 % Mais- und 20 % Grassilage (bezogen auf TM) wurde *ad libitum* angeboten. Während der gesamten Mastperiode wurden jedem Maststier täglich 3 kg (= 2,64 kg TM) Kraftfutter zugefüttert. Es bestand aus 68 % betriebseigenem Getreideschrot, 30 % inländischem Rapsextraktionsschrot und 2 % Mineralstoffmischung (12,3 MJ ME/kg TM).

3.2 Datenerhebung und Auswertungsmethoden

Der Futterbedarf wurde auf Grund der durchschnittlichen Tageszunahmen ab 150 kg LG bis Mastende in 100-kg-Abschnitten nach KIRCHGESSNER (2004) errechnet. Alle Maststiere wurden nach einer 12-stündigen Nüchternungszeit auf einem benachbarten Betrieb geschlachtet (Mutterkuhalter mit EU-zertifizierten Schlacht- und Kühlrichtungen), von offiziellen EUROP-Klassifizierern beurteilt und nach einer 24-stündigen Kühlzeit erfolgte die Zerlegung in handelsübliche Teilstücke.

Die biometrische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte mit Hilfe der GLM-Prozedur (Generalized Linear Models) des SAS Programmpaketes und die Differenzen der LS-Mittelwerte wurden mittels multiplem t-Test auf ihre Signifikanzen geprüft (SAS 2003). Im Modell wurden

die Rasse und das Schlachtjahr als fixe Effekte berücksichtigt.

Obwohl sich in keinem der 13 erhobenen bzw. daraus errechneten Merkmalen zwischen den beiden HF-Gruppen (HFK, HFL) signifikante Differenzen ergaben, wurden sie trotzdem nicht zu einer Gruppe zusammengefasst. Denn in wichtigen Merkmalen wie Futterverwertung, Lebensstageszunahmen und Fleischerlös (HFK - HFL; *Tabelle 3* und *4*) sind Differenzen von 2 bis 6 % vorhanden, die sich mit dem unterschiedlichen Rahmen erklären lassen.

3.3 Ergebnisse

Mastleistung

Der Futter-Energiebedarf ist in *Tabelle 3* zusammengestellt. Wegen des höheren Mastendgewichtes hatte FV den höchsten Futterverbrauch. Bezogen auf das höhere Aufmastgewicht aber erwartungsgemäß den niedrigsten Wert. Dem gegenüber ist der Futter- Energiebedarf je kg Gewichtszunahme für HFK 6 % und für HFL 11 % höher. Wegen der besseren Übersicht wurden die weiteren Mastleistungsergebnisse mit den Schlachtkörpermerkmalen in *Tabelle 4* zusammengefasst. Das höchste LG erreichte FV wegen der höchsten Lebensstageszunahmen und der längeren Mastdauer. Die niedrigsten Werte erreichten die HFL als kleinrahmig-milchbetonte Nutzungsrichtung. Die kürzere Mastdauer für die HF wurde wegen der Gefahr der zu starken Verfettung angestrebt (siehe Fettklasse in *Tabelle 4*).

Schlachtkörperwert

In allen Schlachtkörpermerkmalen sind die FV-Stiere den HF signifikant überlegen ($P < 0,01$); mit Ausnahme der Fettklasse, da milchbetonte Typen eher zum Fettsatz neigen. Wegen der besseren Fleischklassen für FV ($E = 6 \%$, $U = 58 \%$, $R = 36 \%$) ergab sich ein höherer Kilopreis, der mit dem höheren Kaltgewicht einen wesentlich höheren Schlachterlös ergab (Euro 1.014,- für FV gegenüber Euro 762,- bzw. Euro 746,-). Die HF-Stiere erreichten ohne Ausnahme nur die Fleischklasse O.

Zwischen den ersten Schlachtungen 2001 und den letzten 2007 haben das durchschnittliche LG aller Stiere um ~ 60 kg, die Mastdauer um ~ 55 Tage, das Kaltgewicht um ~ 40 kg und die Ausschlagung um ~ 1,4 %-Punkte zugenommen ($P < 0,01$). Da in diesem Zeitraum der Kilopreis für Stiere in der Steiermark um ~ Euro 0,50 gestiegen ist, hat sich in Verbindung mit dem höheren Schlachtgewicht

eine beträchtliche Erlössteigerung von rund Euro 250,- pro Schlachtkörper als Jahrestrend ergeben. Diese Steigerung ist gleich hoch wie die Rassendifferenz zwischen FV und HF. Das Schlachtjahr hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Lebensstageszunahmen, Fleisch- und Fettklasse.

3.4 Diskussion über Schlachtkörperklassifizierung (subjektive/objektive)

Erwartungsgemäß sind die FV-Stiere als Repräsentanten einer kombinierten Zweinutzungsrasse gegenüber den Stieren der milchbetonten HF sowohl in der Mastleistung (ZAUGG 1976, HAIGER 1981, ALPS et al. 1985) als auch in fast allen Schlachtkörpermerkmalen eindeutig überlegen (ZAUGG 1976, HAIGER 1981, ROSENBERGER et al. 1985, DANNENBERGER et al. 2006 und BRINKMANN 2007).

Während sich das niedrigere Schlachtgewicht der HF mit der etwas kürzeren Mastdauer, vor allem aber mit der milchbetonten Nutzungsrichtung, plausibel erklären lässt (HAIGER 1973, 2005), ist der in der Fleischklasse um 1,6 Punkte ungünstigere Wert für HF- gegenüber FV-Jungstieren nicht voll berechtigt. Diese Feststellung soll mit den folgenden Ausführungen näher erläutert werden, da sie zur Versachlichung mancher Rassendiskussionen beitragen könnte.

Zur Objektivierung des innergemeinschaftlichen Fleischhandels wurden 1981 die EUROP-Handelsklassen eingeführt (EWG-Verordnung Nr. 1208/81). Die Einstufung in Handelsklassen auf Basis subjektiv-visueller Kriterien entspricht aber trotz mehrmaliger Änderung den heutigen Marktansprüchen immer weniger (AUGUSTINI et al. 1993). Ausgehend von Dänemark wurden daher in mehreren Ländern objektiv-apparative Videobildanalysen (VIA = Video-Image-Analyse) entwickelt, die heute als praxisreif bezeichnet werden können (BRANSCHIED et al. 1998, BRINKMANMN und EGGER 2008). Mit diesen objektiv-apparativen VIA-Methoden können auch über Gewichte bzw. Anteile wertbestimmender Teilstücke und über die gewebsmäßige Zusammensetzung – ähnlich den grobgeweblichen Zerlegungsdaten – ziemlich genaue Aussagen gemacht werden. Demnach bestehen zwischen den subjektiv-visuellen mittleren Fleischklassen U bis O nur geringfügige Unterschiede in den tatsächlichen Fleischgewebeannteilen (BRANSCHIED et al. 2007).

Nachdem auch im vorliegenden Versuch beim Anteil der wertbestimmenden Hinterviertel (Hinterhese, Keule, Roastbeef, Hochrippe und Filet) zwischen FV und HF nur

Tabelle 3: Energiebedarf von Maststieren und Energiebedarfsdeckung (MJ ME) aus Grund- und Kraftfutter während der Mastperiode (kalkuliert nach KIRCHGESSNER 2004)

Rassen- gruppe ¹⁾	n	Mastendgew. kg	Aufmast ²⁾ kg	GF ³⁾ MJ ME	KF ⁴⁾ MJ ME	GES ⁵⁾ MJ ME	MJ ME je kg Aufmast	Relativwert
FV	31	660	510	19.593	13.049	32.642	64	100
HFK	13	572	422	16.712	11.943	28.655	68	106
HFL	13	556	406	16.631	12.189	28.820	71	111

¹⁾ FV = Fleckvieh

HFK = Holstein Friesian – konventionell

HFL = Holstein Friesian – Lebensleistungslinien

²⁾ Aufmast = Mastendgewicht - 150 kg

³⁾ GF = Grundfutter

⁴⁾ KF = Kraftfutter

⁵⁾ GES = Gesamtfutter

Tabelle 4: LS-Mittelwerte, Standardfehler (s_e), Differenzen mit Signifikanzen, Relativwerte und Jahrestrend der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes

Vergleichsgruppe ¹⁾	n	Mastleistung				Schlachtkörperwert					
		Geburtsgewicht kg	Lebendgewicht kg	Lebendtage	Lebens-tages-zunahmen g	Ausschlachtung ²⁾ %	Kaltgewicht kg	Preis Euro/kg	Erlös Euro	Fleischklasse ³⁾ 1 - 5	Fettklasse ⁴⁾ 1 - 5
FV	31	45,0	660	483	1.272	54,7	354	2,85	1.014,-	2,3	2,4
HFK	13	41,7	572	461	1.150	52,4	293	2,59	762,-	3,9	2,7
HFL	13	42,6	556	475	1.084	52,3	284	2,60	746,-	3,9	2,8
Standardfehler (s _e)		5,9	51	21	98	1,4	29	0,03	92,-	0,4	0,5
Differenzen mit Signifikanzen											
FV – HFK		3,3	88**	22**	122**	2,3**	61**	0,26**	252,-**	- 1,6**	- 0,3
FV – HFL		2,4	104**	8	188**	2,4**	70**	0,25**	268,-**	- 1,6**	- 0,4*
HFK – HFL		-0,9	16	-14	66	0,1	9	-0,01	16,-	0	- 0,1
Trend 2001 bis 2007 über alle Stiere		0	~ 60**	~ 55**	0	~ 1,4**	~ 40**	~ 0,50**	~ 250,-**	0	~0,3

¹⁾ FV = Fleckvieh

HFK = Holstein Friesian – konventionell

HFL = Holstein Friesian – Lebensleistungslinien

²⁾ Ausschlagung in % = warmes Schlachtgewicht/Lebendgewicht vor der Schlachtung

³⁾ E = 1, U = 2, R = 3, O = 4, P = 5

⁴⁾ Fettabdeckung: 1 = sehr gering, 2 = gering, 3 = mittel, 4 = stark, 5 = sehr stark

* P < 0,05

** P < 0,01

zufällige Unterschiede bestehen (P = 0,4), erscheint der große Preisunterschied je kg Kaltgewicht (Euro 2,85 bzw. 2,60) objektiv nicht gerechtfertigt. Schließlich beeinflusst die höhere Fettklasse der HF von ungefähr 0,3 Punkten die Schlachtkörperqualität eindeutig im positiven Sinne. Eine repräsentative Arbeit (DANNENBERGER et al. 2006) mit umfangreichen Fettsäureanalysen zeigt zwischen FV und HF bei den ernährungsphysiologisch erwünschten, mehrfach ungesättigten Fettsäuren signifikante Unterschiede (P < 0,05) zugunsten der HF, ebenfalls beim intramuskulären Fettgehalt und der Zartheit des gereiften Fleisches (Scherkraftmessung).

Mit diesen Hinweisen soll keineswegs die bessere Mastleistung und der höhere Schlachtkörpererlös von FV als Vertreter einer kombinierten Nutzungsrichtung angezweifelt werden. Wenn allerdings HF-Stierkälber um Euro 120,- und FV-Stierkälber um Euro 280,- gehandelt werden (STOCKER 2007), der Schlachtkörperwert mit einer objektiv-apparativen Videobildanalyse und die Fleischqualität quantitativ bestimmt würde, kann angenommen werden, dass der betriebswirtschaftliche Nachteil der HF deutlich geringer wäre. Das ergab auch ein umfangreicher Jungstiermastversuch mit FV und Schwarzbunten (70 % HF-Anteil) an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub bei München (LINK 1985).

4. Wirtschaftlichkeitsvergleich

Da aus dem Versuch zwar die Erlöse für Milch, Kälber und Altkühe bekannt sind, nicht aber alle Teilkosten (Futter-, Arbeits-, Opportunitätskosten etc.), konnte keine „klassische“ Deckungsbeitragsrechnung gemacht werden, sondern nur eine Gegenüberstellung der direkten Erlöse und Kosten und die Angabe des sehr unterschiedlichen Futterbedarfes je Kilogramm FCM (Tabelle 5).

Im Vergleich zum FV, der bedeutendsten Rinderrasse in Österreich und Süddeutschland, ergibt sich für die HFK ein

14 % höherer Milcherlös, der sich durch niedrigere Stierkalb- und Altkuherlöse auf 7 % vermindert, bei einem um 12 % niedrigeren Futterenergiebedarf. Die HFL haben eine 3 % ungünstigere Erlös-Kostendifferenz, aber einen um 14 % geringeren Futterbedarf für die gleiche FCM-Menge. Dieses Ergebnis wird von zwei betriebswirtschaftlichen Arbeiten aus Österreich (HOPPICHLER 1988, GAHLEITNER 2009) und zwei aus Deutschland (STOCKINGER 2002, DORFNER und LÜPPING 2007) grundsätzlich bestätigt. Bei allen vier Arbeiten handelt es sich um Vergleiche Fleckvieh vs. Holstein unter praxisüblicher Vorlage von Grundfutter und einer Kraftfuterergänzung.

5. Schlussfolgerungen

Die weltweite Situation in der Milcherzeugung ist durch zwei entgegengesetzte Entwicklungen gekennzeichnet. Der Haupttrend ist noch immer die Intensivierung (High-Input) mit großrahmigen Kühen. In verschiedenen Grünlandregionen (Neuseeland, Irland, Schweiz, Österreich etc.) und im Biolandbau besteht andererseits ein zunehmendes Interesse an einer leichteren Kuh zur effizienten Graslandverwertung (KOLVER und MULLER 1998, KOLVER et al. 2002, THOMET und STEIGER BURGOS 2007, HAIGER 2005, STEINWIDDER und STARZ 2006). Für diese Situation (Low-Input) eignen sich die HFL-Kühe in besonderer Weise, denn gegenüber dem FV sind sie um 17 % leichter und benötigen bei etwa gleicher FCM-Leistung 14 % weniger Futterenergie (Tabelle 5).

Deshalb ist die forcierte Zucht auf größere bzw. schwerere Kühe, wegen ihres höheren Nährstoffbedarfs (Kraftfutter-Einsatz) in Relation zu ihrer Leistung – ganzheitlich betrachtet – ein Trugschluss. So zeigte STEINWIDDER (2009) mit einer Modellrechnung, dass eine 100 kg schwerere Kuh – zur Erreichung der gleichen Futtereffizienz – eine etwa 700 kg höhere ECM-Leistung erbringen muss, wofür ca. 300 kg mehr Kraftfutter notwendig sind. Folgerichtig

Tabelle 5: Wirtschaftlichkeitsvergleich auf Grund der Versuchsergebnisse und zeitgleicher (2000 - 2006) Marktnotierungen im Bundesland Steiermark (AMA 2007, STOCKER 2007)

Zeile	Position	FV	HFK	HFL
Erlöse pro Kuh und Jahr (in Euro)				
(1)	Milch	1.866	2.121	1.878
(2)	Kälber	241	174	172
(3)	Altkühe	239	197	190
	Erlöse	2.346	2.492	2.240
Kosten pro Kuh und Jahr (in Euro)				
(4)	Bestandesergänzung	374	384	330
(5)	Tierarzt und Sperma	78	73	68
	Kosten	452	457	398
Wirtschaftlichkeitsvergleich				
	Erlöse minus Kosten	1.894	2.035	1.842
	Abweichung von FV	100	+7	-3
Futterbedarf je FCM-Menge (Angaben in kg)				
(6)	GFTM - Jahresbedarf	6.568	6.650	5.844
(7)	FCM - Jahresleistung	6.047	6.948	6.238
	GFTM/FCM	1,09	0,96	0,94
	Abweichung von FV	100	-12	-14

FV = Fleckvieh

HFK = Holstein Friesian – konventionell

HFL = Holstein Friesian – Lebensleistungslinien

GFTM = Grundfutter-Trockenmasse

FCM = Fettkorrigierte Milchleistung

Erläuterungen zu den Zeilen (1) - (7):

(1) Der Milcherlös ergibt sich aus der Jahreslieferleistung und dem 7-jährigen Milchpreismittel der Steiermark in Abhängigkeit von Fett- und Eiweißgehalt (AMA 2007).

(2) Der Kälbererlös ergibt sich aus der Marktnotierung (STOCKER 2007) für Kuhkälber (Euro 280,-) und Stierkälber (FV = Euro 280,- bzw. HF = Euro 120,-) multipliziert mit der Abkalbe- und Aufzuchtquote aus dem Versuch.

(3) Die Altkuherlöse ergeben sich aus dem Preis der 31 abgegangenen Versuchskühe (FV = Euro 820,-, HFK = Euro 652,- und HFL = Euro 613,-) dividiert durch die Nutzungsdauer aus dem Versuch.

müsste bei der Zuchtwertschätzung die ECM-Leistung auf das metabolische LG (geschätzt aus dem Brustumfang) bezogen werden (HAIGER 1973).

Versucht man daher die eindeutigen Unterschiede in der Milch- und Fleischleistung der drei Rassengruppen abzuwägen, so ergeben sich drei sehr verschiedene Kuytypen, die sich unter den zu erwartenden Produktionsbedingungen vorwiegend für folgende Standorte eignen:

- FV als kombinierte Zweinutzungsrasse für Betriebe in Acker- Grünland-Regionen.
- HFK als großrahmig-milchbetonte Zweinutzungsrasse für intensive Milcherzeuger mit Silomais- und/oder hohem Kraftfuttereinsatz (High-Input).
- HFL als kleinrahmig-milchbetonte Zweinutzungsrasse für Grünland- und Bergregionen (Low-Input).

Danksagung

- Dem BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Wien und der Steiermärkischen LANDESREGIERUNG in Graz, wird für die finanzielle Unterstützung gedankt.
- Der Land- und forstwirtschaftlichen FACHSCHULE Kirchberg/Walde (Steiermark) gilt ein besonderer Dank

(4) Die Kosten für die Bestandesergänzung (Remontierung) ergeben sich aus den zeitgleichen durchschnittlichen Versteigerungspreisen für FV und HFK von Euro 1.333,- bzw. für die 16 % leichteren HFL mit Euro 1.120,- (AMA 2007) dividiert durch die Nutzungsdauer aus dem Versuch.

(5) Die Tierarzt- und Spermakosten (für die Eigenbestandsbesamung) ergeben sich aus dem Versuch.

(6) Der Bedarf an Grundfutter-Trockenmasse (GFTM) wurde für die Laktationszeit aus dem LG und der FCM-Leistung nach FOX et al. (1992) berechnet (2.2) und für die Trockenstehzeit wurden dem metabolischen LG-Unterschied entsprechend für FV = 11,0, für HFK = 10,6 und für HFL = 9,6 kg eingesetzt.

(7) Aus den Versuchsergebnissen errechnet.

für die gewissenhafte Durchführung des 10-jährigen Versuches.

- Herrn M. GAHLEITNER (Diplomand) wird für die Erstellung der Datensätze und Auswertung mit dem SAS Programmpaket gedankt.

Literatur

- ALPS, H., H. STRASSER, S. KÖGEL, E. ROSENBERGER und A. MUGENTHALER, 1985: Bullenmastversuch mit den Rassen Fleckvieh, Braunvieh und Schwarzbunte. 1. Mitteilung: Versuchsdurchführung und Mastleistung. Bayer. Landw. Jahrb. 62, 311-323.
- AMA, 2007: Agrarmarkt Austria Marketing GmbH Wien. Daten und Fakten der Agrarmarkt Austria für den Bereich Milch- und Viehpreise.
- AUGUSTINI, C., A. DOBROWOLSKI und F. HEINING, 1993: Objektive Schlachtkörperbewertung beim Rind. Kulmbacher Reihe, 12, 27-53.
- BRANSCHIED, W., A. DOBROWOLSKI, M. SPINDLER und C. AUGUSTINI, 1998: Apparative Klassifizierung und Erfassung des Schlachtwertes beim Rind mit Hilfe der Videobildanalyse. Fleischwirtschaft 78, 1046-1050.
- BRANSCHIED, W., K.O. HONIKEL, G. v. LENGERKEN und K. TRÖGER, 2007: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Bd. 1, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main.

- BRINKMANN, D., 2007: Untersuchungen über die Eignung der Video-Image-Analyse (VIA) des VBS 2000 zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität von Kälbern und Jungbullen. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- BRINKMANN, D. und H. EGGER, 2008: Status quo in der Rinderklassifizierung. *Fleischwirtschaft*, 88 (7), 31-34.
- DANNENBERGER, D., K. NÜRNBERG, G. NÜRNBERG und K. ENDER, 2006: Carcass and meat quality of pasture vs. concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. *Arch. Tierzucht (Dummerstorf)* 49, 315-328.
- DORFNER, G. und W. LÜPPING, 2007: Auf Augenhöhe. *DLZ Agrarmagazin*, Mai 2007, 84-88.
- EWG-VERORDNUNG, Nr. 1208/81 des Rates vom 28. April 1981 zur Bestimmung des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schlachtkörper ausgewachsener Rinder. *ABl. Nr. L 123/3* in der jeweils geltenden Fassung.
- FAHRNER, P., 2002: Futtermittelaufnahme und Milchleistung von Fleckvieh- und Holstein Friesian-Kühen in der zweiten Laktation bei ausschließlicher Grundfutterfütterung. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- 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: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.* 70, 3578-3596.
- GAHLEITNER, M., 2009: Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen den Rassen Fleckvieh und Holstein Friesian in Österreich. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und W. BAUMGARTNER, 1995: Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfütterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. 22. Tierzuchttagung, BAL Gumpenstein, A-8952 Irnding, 1-49.
- HAIGER, A., 1973: Das Zuchtziel beim Rind. Veröffentlichungen anlässlich des 60. Geburtstages von o. Hochschulprofessor Dr. F. Turek, Hochschule für Bodenkultur, Wien, 31-46.
- HAIGER, A., 1981: Fleischleistung von Rindern verschiedener Nutzungsrichtung. II. *Int. Wiss. Symposium, Karl-Marx-Universität, Leipzig Bd. 1*, 62-67.
- HAIGER, A. und J. SÖLKNER, 1995: Der Einfluss verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. 2. Mitteilung: 2.-8. Laktation. *Züchtungskde.* 67, 263-273.
- HAIGER, A., 2005: Naturgemäße Tierzucht bei Rindern und Schweinen. *Österr. Agrarverlag*, Wien.
- HAIGER, A. und W. KNAUS, 2010a: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch- und Fleischleistung. 1. Mitteilung: Milchleistungsvergleich ohne Kraftfutter. *Züchtungskde.* 82, 131-143.
- HAIGER, A. und W. KNAUS, 2010b: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch- und Fleischleistung. 2. Mitteilung: Fleischleistung mit inländischen Eiweißfuttermitteln. *Züchtungskde.* 82, 447-454.
- HOFFMANN, P.C., 1997: Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 75, 836-845.
- HOPFGARTNER, H., 2004: Futtermittelaufnahme und Milchleistung von Fleckvieh- und Holstein Friesian-Kühen bei ausschließlicher Grundfutterfütterung. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- HOPPICHLER, J., 1988: Rinderrassen im Wirtschaftlichkeitsvergleich. *Bundesanstalt für Bergbauernfragen. Forschungsbericht Nr. 18*, Wien.
- KIRCHGESSNER, M., 2004: Tierernährung. *DLG-Verlags-GmbH*, Frankfurt am Main.
- LINK, H., 1985: Bullenmastversuch mit den Rassen Fleckvieh, Braunvieh und Schwarzbunte. 3. Mitteilung: Betriebswirtschaftliche Auswertung. *Bayer. Landw. Jahrb.* 62, 345-354.
- KNAUS, W., 2008: Milchkühe zwischen Leistungsanforderungen und Anpassungsvermögen. 35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 9.-10. April 2008, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irnding, 99-106.
- KNAUS, W., 2009: Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *J. Sci. Food Agric.* 89, 1107-1114 and 1623.
- KOLVER, E.S. und L.D. MULLER, 1998: Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81, 1403-1411.
- KOLVER, E.S., J.R. ROCHE, M.J. De VETH, P.L. THORNE und A.R. NAPPER, 2002: Total mixed rations versus pasture diets: Evidence for genotype \times diet interaction in dairy cow performance. *Proc. of the New Zealand Society of Animal Production* 62, 246-251.
- LEUENBERGER, H., P. KUNZ und M. MICHEL, 1986: Die Fütterung der Milchkuh ohne Kraftfutter. *Schw. Ldw. Mh.* 64, 221-236.
- MODER, Ch., 2002: Futtermittelaufnahme und Milchleistung von Fleckvieh- und Holstein Friesian-Kühen in der ersten Laktation bei ausschließlicher Grundfutterfütterung. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, L. GRUBER, F. RINGDORFER, K. BUCHGRABER, G. WIEDNER, A. KASAL und K. WURM, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. *Sonderbeilage 8, Fortschrittlicher Landwirt*, 1-20.
- ROSENBERGER, E., H. STRASSER, J. ROTT und H. ALPS, 1985: Bullenmastversuch mit den Rassen Fleckvieh, Braunvieh und Schwarzbunte. 2. Mitteilung: Schlachtkörperwert. *Bayer. Landw. Jahrb.* 62, 324-344.
- SAS, 2003: SAS Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- STEINWENDER, R., A. HAIGER, J. SÖLKNER, H. GREIMEL und A. WILLAM, 1987: Vergleichsversuch von Braunvieh mit Brown Swiss- und Holstein Friesian-Kreuzungen. 6. Mitteilung: Wachstum weiblicher Rinder. *Die Bodenkultur* 38, 167-174.
- STEINWIDDER, A., K. WURM und J. GASTEINER, 2001: Hohe Milchleistung und lange Nutzungsdauer durch optimale Kalbinnenaufzucht. *Sonderbeilage 1, Fortschrittlicher Landwirt*, 1-14.
- STEINWIDDER, A. und W. STARZ, 2006: Sind unsere Kühe für die Weide noch geeignet? 13. Freiland-Tagung, Wien, 1-13.
- STEINWIDDER, A., 2009: Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, 31-33.
- STOCKER, F., 2007: Landwirtschaftskammer Steiermark, Arbeitskreis Milchviehhaltung, Persönliche Mitteilung (18.10.2007).
- STOCKINGER, C., 2002: Zweinutzungsrasse oder Spezialrasse - Trend, Vor- und Nachteile, Prognosen. 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 24.-25. April 2002, Bericht BAL Gumpenstein, A-8952 Irnding, 77-79.
- THOMET, P. und M. STEIGER BURGOS, 2007: Kuhtyp für die graslandbasierte Milchproduktion. *Agrarforschung* 14, 412-417.
- ZAUGG, U., 1976: Vergleichsversuch mit Braunvieh, Simmentaler Fleckvieh und Holstein Friesian amerikanischer Herkunft. Dissertation 5671, ETH Zürich.
- ZUCHTDATA, 2007: Jahresberichte der ZuchtData EDV-Dienstleistungs GmbH, Wien.

Ressourceneffiziente Milchproduktion – Welcher Kuhtyp ist geeignet?

Peter Thomet^{1*} und Valérie Piccand¹

Einleitung und Problemstellung

Die Entwicklung der Milchproduktionssysteme in Europa und Nordamerika war in den letzten Jahrzehnten geprägt von der Holsteinisierung und dem Übergang zur konsequenten Stallfütterung, bestehend aus einer optimierten Totalmischung mit den Hauptkomponenten Mais- und Grassilage sowie Kraftfutter. Die graslandbasierte Milchproduktion ist mehr in den Hintergrund geraten und hat an Wertschätzung und Stellenwert verloren. Das unternehmerische Handeln der Landwirte wurde mehr und mehr von der Ausrichtung auf die Jahresleistung pro Kuh bestimmt. Damit sollen hohe Stallplatzkosten auf möglichst viel Milch verteilt werden. In der Praxis ist der Stalldurchschnitt (kg Milch/Kuh und Jahr) oft das Maß aller Dinge. Das hat sicher auch mit der Verbundenheit des Landwirtes mit seiner geliebten Kuh zu tun sowie dem Streben nach Anerkennung, die mit ausgewiesenen Spitzenleistungen im Berufsumfeld erreicht werden kann. Doch bei genauerem Hinsehen erweist sich der Stalldurchschnitt allerdings als fragwürdige Kennziffer zur Beurteilung der Wettbewerbsfähigkeit der Milchproduktion. Er kann zwar Aussagen machen über Zucht, Haltung, Herdenmanagement und Fütterung auf einem Betrieb, sagt aber wenig aus über die Produktionseffizienz und Wirtschaftlichkeit, denn gerade die Futter- und Bestandesergänzungskosten können auf einem Betrieb mit sehr hohen Milchleistungen wegen teuren Komponenten und übermäßigem Remontierungsbedarf sehr hoch liegen und die Rentabilität in Frage stellen (WEISS et al. 2008).

Zwar können die Steigerung der Jahres-Milchleistung und die Vergrößerung der Milchmenge pro Betrieb wesentlich dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit der Milchproduktion zu verbessern. Sie sind aber nicht ausreichend, die Wirtschaftlichkeit zu beurteilen. Andere Schlüsselgrößen wie die Futterkonvertierungseffizienz (kg Milch pro kg Futter), die Futterkosten und die Arbeitsproduktivität müssen ebenfalls in die Betrachtung miteinbezogen und laufend optimiert werden. Dieser Beitrag diskutiert alternative Kenngrößen, die dazu beitragen, Milchproduktionssysteme umfassender beurteilen zu können.

Wie jeder andere Unternehmer ist auch der Milchproduzent gezwungen, laufend seine Wettbewerbskraft zu überprüfen und zu stärken. Die maßgebenden Kriterien für diesen Prozess sind Effizienzparameter: Das Verhältnis von Output- zu Inputgrößen, die sowohl physisch wie monetär ausgedrückt werden können (Tabelle 1a, 1b). Sie zeigen auf, welche Faktoren sich entscheidend

Tabelle 1a: Physische Produktivitäten und ökologische Kennzahlen zur Beurteilung des Erfolges und der Nachhaltigkeit der Milchproduktion

Physische Produktivitäten	
Bezugsbasis	Maßstab
Fläche Futter	kg ECM/ha.Jahr; kg ECM/kg Futter-TM _{gewachsen} kg ECM/kg Futter-TM _{verzt} ; Grundfutterleistung (kg ECM/Kuh.Jahr)
Kuh Tierwohl	kg ECM/100 kg LG.Lebenstag Lebensdauer (Jahre/Kuh)
Stallplatz Arbeitskraft	kg ECM/Kuh.Jahr kg ECM/Akh
Ökologische Kennzahlen	
Energie-Effizienz	MJ NEL-Energie-Äquivalent/kg ECM
Stickstoff	kg N _{ausgew} /ha; kg NH ₃ _{verfl} /ha ausgegliche N-Bilanz des Betriebes
Klima	Beeinträchtigung des globalen Klimas (Klimaerwärmung): CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O pro kg ECM
Wasser-Effizienz	kg H ₂ O/kg ECM

Tabelle 1b: Ökonomische und soziale Kennzahlen zur Beurteilung des Erfolges und der Nachhaltigkeit der Milchproduktion

Ökonomische und soziale Kennzahlen	
Milchproduktion	Futtermittellkosten (Cent/kg TM bzw. 10 MJ NEL) Mechanisierungskosten (Cent/kg ECM) Gebäudekosten (Euro/Stallplatz) Arbeitskosten (Cent/kg ECM) Bestandesergänzungskosten (Euro/Kuh; Cent/kg ECM) Tierarztkosten (Euro/Kuh.Jahr; Cent/kg ECM) Produktionskosten (Vollkosten; Cent/kg ECM) Arbeitsverwertung (Euro/AKh) <i>Entspricht dem Erlös abzüglich der vollen Kosten ohne die Arbeitskosten (jedoch inkl. Opportunitätskosten für Land und Kapital), dividiert durch die Anzahl AKh, die für die Milchproduktion benötigt werden.</i>
Gesamtbetrieb	Landwirtschaftliches Einkommen aus der Milchproduktion (LEM; Euro/Betrieb) <i>Das LEM ergibt sich, indem von den Leistungen (Gesamterlös aus Milch-, Kälber-, Schlachtviehverkauf und Direktzahlungen) die Fremdkosten für die Milchproduktion abgezogen werden.</i> Kalkulatorischer Gewinn/Verlust (Cent/kg ECM) <i>Entspricht dem landwirtschaftlichen Einkommen abzüglich der kalkulatorischen Arbeitskosten der Familie.</i> Landwirtschaftliches Einkommen (Euro/Betrieb) Kalkulatorischer Gewinn/Verlust (Euro/Betrieb) Realisierter Gewinn/Verlust (Eigenkapitalbildung; Euro/Betrieb) <i>Entspricht dem landwirtschaftlichen Einkommen zuzüglich außerlandwirtschaftlichen Einkommen abzüglich des Privatverbrauchs der Familie.</i>
Mensch	Anzahl Ferientage/Familie.Jahr; Freude am Unternehmen

¹ Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, Abteilung Agronomie, Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Agr. Dr. Peter Thomet, email: peter.thomet@bfh.ch

auf den unternehmerischen Erfolg der Milchproduktion auswirken. Zur Sicherung der Nachhaltigkeit sind zusätzlich auch die ökologischen und sozialen Auswirkungen der Produktionsweise zu erfassen und mit einer angemessenen Gewichtung in die Gesamtbilanz einzubringen. Diese wichtigen Aspekte würden jedoch den Rahmen des vorliegenden Beitrags sprengen und werden daher nicht weiter diskutiert.

Rückbesinnung auf die Potentiale der graslandbasierten Milchproduktion

Die Kernaufgabe der nachhaltigen Milchproduktion besteht darin, Raufutter zum wertvollen Nahrungsmittel Milch zu veredeln und damit eine nicht direkt verwertbare Grundlage für die menschliche Ernährung zu erschließen. Diese Aussage gilt besonders für Regionen, wo das Dauergrünland die wichtigste betriebseigene Ressource darstellt. Wenn wir davon ausgehen, dass der schonende und effiziente Umgang mit den Ressourcen zunehmend wichtig wird und das Zeitalter der Verschwendung zu Ende geht, ist es richtig, dass wir uns anlässlich der diesjährigen AGGF-Jahrestagung auf die Stärken der graslandbasierten Milchproduktion rückbesinnen und aufzeigen, wie sie erfolgreich umgesetzt werden kann. Dies ist unsere vornehme Aufgabe.

In den letzten Jahrzehnten haben die Milchbauern der Grünlandgebiete versucht, in der Zucht und Fütterung mit den enormen Leistungssteigerungen der mais- und kraftfutterbetonten Milchproduktionssysteme mitzuhalten. Es lohnte sich, auch an Grenzertragsstandorten wie dem Berggebiet, Hochleistungskühe zu halten und viel billiges Kraftfutter in der Jahresration der Kuh einzusetzen. Doch im Hinblick auf die Nachhaltigkeit und Ressourcen-Effizienz erweist sich dies als zunehmend fragwürdig. Um langfristig bestehen zu können, sollten sich die Milchproduzenten in den Grünlandgebieten vermehrt auf die Nutzung ihrer eigenen Ressourcen ausrichten und die Potentiale der graslandbasierten Produktionsweise von Milch gezielter nutzen.

Die „grüne“ Milch ist in ihrer Zusammensetzung anders als jene aus der mais- und kraftfutterbasierten Produktion. Dieser Unterschied lässt sich anhand der Fettsäurenzusammensetzung und der Isotopenanalyse nachweisen (LEIBER et al. 2004, WEISS et al. 2007). Es bestehen gute Chancen, die positive gesundheitliche Wirkung der Produkte aus „grüner“ Milch in naher Zukunft geltend machen zu können. In diesem Beitrag soll in erster Linie aufgezeigt werden, dass die Entwicklung und Förderung der Milchproduk-

tion in Grünlandgebieten ein grundlegend anderes Denken erfordert, als es heute bestimmend ist. Die einseitige Ausrichtung auf die Jahres-Milchleistung pro Kuh ist irreführend und wird der Forderung nach Nachhaltigkeit bei weitem nicht gerecht.

Zwei Dogmen gilt es zu hinterfragen: (1) Dass es richtig ist, Kühe zu halten mit hohem genetischen Potential für eine hohe Jahres-Milchleistung sowie diese mit perfektionierter Fütterung zu erreichen und (2) dass es darum geht, eine ausgeglichene Ration anzustreben.

In der graslandbasierten Milchproduktion steht vielmehr im Vordergrund, die Kuh als Bioreaktor zu nutzen, in welchem die Cellulose (β -glucosidisch gebundene Energie) für die menschliche Ernährung erschlossen wird. Dazu ist der Wiederkäuer mit dem vierteiligen Magensystem vorzüglich in der Lage. Im Wesentlichen geht es in der graslandbasierten Milchproduktion darum, den Prozess dieser Konvertierung von Raufutter zu Milch zu optimieren. Demzufolge steht die Schlüsselgröße Futterkonvertierungs-Effizienz ($\text{kg ECM/kg TM}_{\text{Raufutter}}$) im Zentrum der produktionstechnischen Überlegungen, und als Grünland-Experten müssen wir fragen, wie wir die Produktionsmittel Mensch, Kühe, Wiesen und Weiden effizient einsetzen und ideal kombinieren können (Abbildung 1).

Futterkonvertierungs-Effizienz von Wiesen- und Weidefutter

Das Futter von Wiesen und Weiden alleine genügt eigentlich, um eine Milchkuh zu ernähren. Es ist eine natürliche Total-Misch-Ration. Der Netto-Energiegehalt für die Milchbildung ist der beschränkende Faktor, während die Proteinversorgung dagegen in den meisten Fällen sogar im Überschuss liegt. Das Nutzungsstadium, der Pflanzenbestand und das Konservierungssystem bestimmen das Milchproduktionspotential (Tabelle 2).

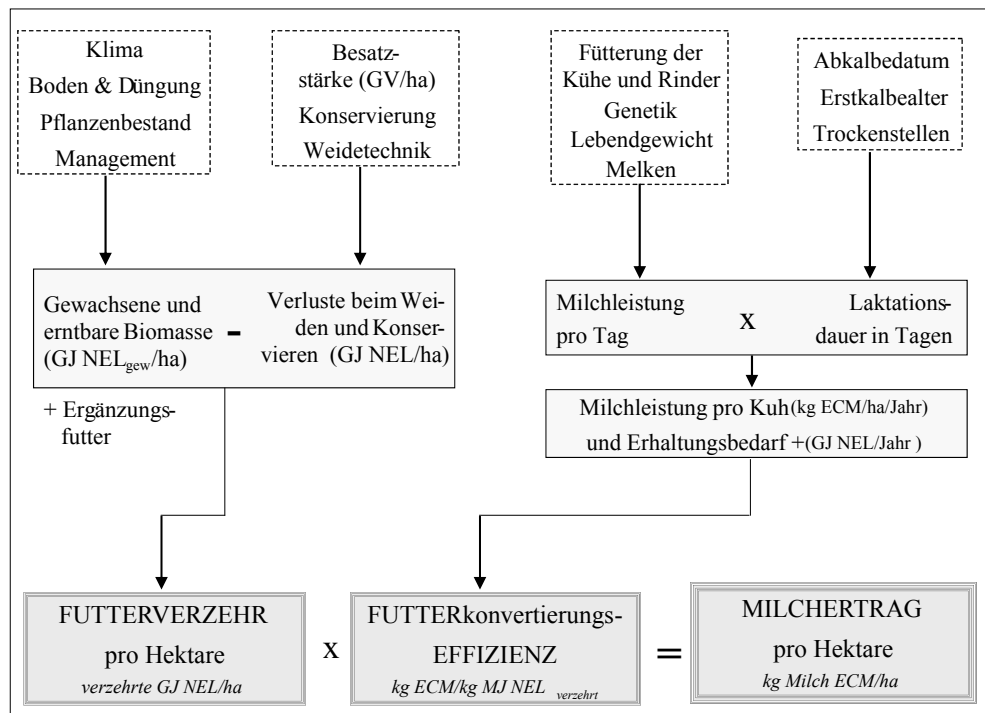


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der graslandbasierten Milchproduktion

Tabelle 2: Nährwert, Milchproduktionspotential¹ und Futterkonvertierungs-Effizienz (FKE²) des Futters von Wiesen und Weiden

Futterart	NEL-Gehalt MJ/kg TM	Verzehr und MPP ¹ pro Kuh & Tag			FKE ² kg ECM pro kg TM
		kg TM	MJ NEL	kg ECM	
Weidegras					
- im Frühjahr	7,0	19,0	133,0	30,4	1,6
- Sommer/Herbst	6,5	17,0	110,5	23,2	1,4
Grünfütterung	6,3	17,0	107,1	22,2	1,3
Grassilage	5,8	18,0	104,4	21,3	1,2
Belüftungsheu	5,4	19,3	104,2	21,2	1,1
Bodenheu	5,1	18,0	91,8	17,3	1,0
Oeko-Dürrfutter	4,8	16,0	76,8	12,5	0,8

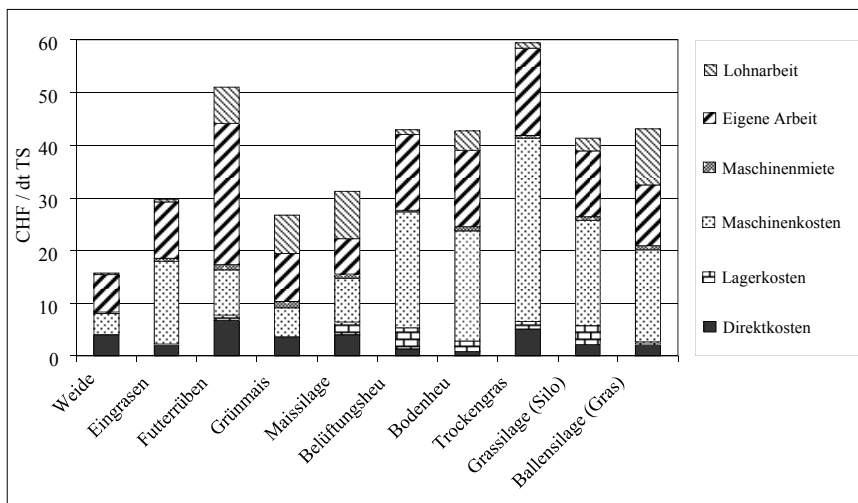


Abbildung 2: Grundfutter-Vollkosten franko Krippe und Kostenstruktur von Schweizerischen Talbetrieben der Jahre 2005-2007 (STETTLER und VETSCH 2007)

Je jünger das Grünlandfutter genutzt wird, umso verdaulicher ist es. Das schnell gewachsene und wenig lignifizierte Weidegras im Frühjahr weist mit Abstand den höchsten Nährwert auf, sowohl bezüglich der Energie- wie der Proteinversorgung. In dieser Zeitperiode sind Milchleistungen von 30 kg ECM/Kuh.Tag alleine aus dem Grünfutter möglich. Später sinkt dann die Verdaulichkeit, und der Rohproteininhalt steigt im Verlauf der Vegetationsperiode an. Der Rohprotein-Überschuss kann dann in der Regel als erhöhter Harnstoffgehalt (= Indikator für das Protein/Energieverhältnis in der Ration) im Blut und in der Milch nachgewiesen werden. Die Direktveredelung von Weidegras zu Milch ist also im Frühjahr am interessantesten, weil dann die Futterkonvertierungs-Effizienz bei Werten über 1,5 kg ECM/kg TM liegt. Bei der Schnittnutzung ist das Wiesenfutter meistens schon älter und weist einen geringeren Energiegehalt auf. Wird es dann konserviert, geht nochmals viel Energie verloren, sodass die Silage und das Dürrfutter nur noch Futterkonvertierungs-Effizienzen von etwa 1 kg ECM/kg TM aufweisen. Zudem kostet die Futtereinheit konserviertes Futter 3- bis 4-mal mehr als Weidegras (Abbildung 2). Neben dem NEL-Wert ist auch die Verzehrbarkeit des Futters eine mitentscheidende Größe im Hinblick auf das Milchproduktionspotential.

Leguminosenreiche Pflanzenbestände werden in allen Nutzungsformen (Grün, Silage, Dürrfutter) in deutlich höheren Mengen verzehrt als reine Grasbestände, was ebenfalls zur Erhöhung des Milchproduktionspotentials und der

Futterkonvertierungseffizienz führt. Des Weiteren ist Dürrfutter bezüglich Verzehrbarkeit der Silage überlegen, was erklärt, dass silofreie Grünlandbetriebe ähnlich hohe Grundfutterleistungen aufweisen wie Silobetriebe.

Die Stallfütterung mit optimierter TMR-Ration weist hier einen entscheidenden Vorteil auf: Bei ähnlicher Energiekonzentration der Ration liegt der TM-Verzehr im Vergleich zur Vollweide deutlich höher und erlaubt eine Jahres-Milchleistung von 10.000 kg ECM/Kuh und mehr, während bei Vollweidehaltung nur etwa 6.500 kg erreicht werden (KOLVER und MULLER 1998).

Die Weidekühe vermochten in diesem Versuch pro Tag in der Hochlaktation nur 19 kg TM aufzunehmen, während die Vergleichsgruppe im Stall 23,4 kg TM/Kuh verzehrte. Die Werte der Futterkonvertierungseffizienz lagen aber weit weniger deutlich auseinander, nämlich bei 1,9 kg ECM/kg TM_{TMR} versus 1,6 kg ECM/kg TM_{Vollweide}. Bezogen auf die Futterkonvertierungseffizienz der Jahresration der Milchviehherden (inkl. Galtzeit) in den beiden Systemen würden sich geschätzte Werte von 1,3 kg ECM/kg TM_{TMR} versus 1,1 kg ECM/kg TM_{Vollweide} ergeben. Das wirtschaftliche Ergebnis wird natürlich stark von

den Vollkosten der eingesetzten Futtermittel (Cent/kg TM) abhängen (Abbildung 2).

Effizienz im Zusammenhang mit Kuhgröße und Nachzucht

In den Tabellen 3a und 3b wird aufgezeigt, wie die Futterkonvertierungseffizienz in Abhängigkeit der Milchleistung und des Gewichts der Kühe variiert. Letzteres muss in der Beurteilung der Leistung einer Kuh unbedingt berücksichtigt werden, weil der gesamte Erhaltungsbedarf – inklusive Bedarf für das wachsende Kalb und die Gewichtsänderungen – rund 40 % des Jahres-Energiebedarfes ausmacht.

Mit zunehmender Milchleistung sinkt bei gleichem Lebendgewicht der Gesamtfutterbedarf pro kg ECM (energiekorrigierte Milch) deutlich, da der Erhaltungsbedarf, der proportional zum metabolischen Gewicht ist, auf eine größere Milchmenge verteilt werden kann. Folglich erzielen jene Kühe die beste Futterkonvertierungseffizienz, welche im Verhältnis zum metabolischen Gewicht die höchste Milchleistung aufweisen. Dies gilt unabhängig davon, welche Produktionsstrategie (Vollweide / Hochleistung) verfolgt wird. Spezialisierte Milchrassen sind Zweinutzungsrasen diesbezüglich überlegen, da sie bei gleichem Lebendgewicht eine deutlich höhere Milchleistung aufweisen.

Der Effekt steigender Milchleistungen nimmt jedoch mit zunehmendem Leistungsniveau deutlich ab. Damit schwere

Tabelle 3a: Jahres-Energiebedarf¹ (MJ NEL) und Jahres-Futterbedarf² (kg TM in Klammern) von Milchkühen in Abhängigkeit von Lebendgewicht und Jahres-Milchleistung

Gewicht (kg/Kuh)	Jahres-Milchleistung pro Kuh (kg ECM)				
	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
350	26.446 (4.198)	29.586 (4.696)	32.726 (5.195)	35.866 (5.693)	39.006 (6.191)
450	28.669 (4.551)	31.809 (5.049)	34.949 (5.547)	38.089 (6.046)	41.229 (6.544)
550	30.800 (4.889)	33.940 (5.387)	37.080 (5.886)	40.220 (6.384)	43.360 (6.883)
650	32.793 (5.205)	35.933 (5.704)	39.073 (6.202)	42.213 (6.700)	45.353 (7.199)
750	34.742 (5.515)	37.882 (6.013)	41.022 (6.511)	44.162 (7.010)	47.302 (7.508)

Tabelle 3b: Futterkonvertierungs-Effizienz (kg ECM/kg TM) von Milchkühen in Abhängigkeit von Lebendgewicht und Jahres-Milchleistung

Gewicht (kg/Kuh)	Jahres-Milchleistung pro Kuh (kg ECM)				
	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
350	1,19	1,28	1,35	1,41	1,45
450	1,10	1,19	1,26	1,32	1,38
550	1,02	1,11	1,19	1,25	1,31
650	0,96	1,05	1,13	1,19	1,25
750	0,91	1,00	1,08	1,14	1,20

¹ Erhaltungsbedarf der Kühe inkl. Trächtigkeit & Gewichtsänderungen in MJ NEL/Kuh.Tag pro Kuhgröße in kg Lebendgewicht (nach WÜEST 1995): 29,4/350; 35,5/450; 41,4/550; 46,8/650; 52,2/750.

² Angenommener mittlerer NEL-Gehalt in der Jahresration: 6,3 MJ NEL/kg TM

Kühe dieselbe Futterkonvertierungseffizienz erreichen wie leichte Kühe, müssen sie deutlich höhere Laktationsleistungen erzielen. Die Laktationsleistung pro Kuh und Jahr ist somit eine schlecht geeignete Vergleichsgröße für die Produktionseffizienz, da das Lebendgewicht und somit der Erhaltungsbedarf nicht berücksichtigt wird. Untersuchungen mit raufutterbetonten Rationen haben gezeigt, dass unter Stallhaltungsbedingungen große und kleine Milchtypen vergleichbare Futterkonvertierungseffizienzen erreichen (WÜEST 1995).

Die Futterkonvertierungseffizienz eines Milchproduktionssystems sollte nicht nur auf die Laktationsdauer bezogen werden. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die Aufzuchtphase. Hier wird vorerst investiert und der Bioreaktor Kuh aufgebaut. Es ist betriebswirtschaftlich relevant, über wie viele Nutzungsjahre und welche Milchmenge diese Investition amortisiert werden kann. Die Bestandsergänzungskosten nehmen eine gewichtige Position innerhalb der Vollkostenrechnung der Milchproduktion ein. In Schleswig Holstein beispielsweise stehen sie gemäß den Ergebnissen des Rinderreportes 2003 nach den Grundfutterkosten an zweiter Stelle. Die Stallplatzkosten dagegen haben geringere Bedeutung. In *Tabelle 4* sind Futterkonvertierungseffizienzen aufgeführt, welche sich unter Einbezug der Futtermengen ergeben, welche die Remonten während der Aufzucht verzehrt haben.

Es besteht die Möglichkeit, das Futter, das die Remonten während der Aufzucht ver-

Tabelle 4: Einfluss der Nutzungsdauer einer Kuh auf die Futterkonvertierungseffizienz (FKE) inklusive Aufzucht

	Lebensalter in Jahren				
	1	2	3	5	7
Milch (kg ECM)			6.500	22.000	38.000
kumuliertes Futter (kg TM)	1.300	4.560 ¹	10.810	23.530	36.500
FKE (kg ECM/kg TM _{verzehrt})	0	0	0,60	0,93	1,04

In der *Tabelle 4* wird von folgenden Annahmen ausgegangen: Ein Holstein Rind kalbt mit 26 Monaten und einem Lebendgewicht von 580 kg, wächst dann noch auf 650 kg, produziert in der 1. Laktation 6.500 kg ECM und nachher 7.500 bis 8.000 kg/Jahr. Anschließend wurde die jeweilige Lebensleistung Milch der bis zu diesem Zeitpunkt benötigten gesamten Futtermenge gegenübergestellt (es sind die kumulativen Werte angegeben).

zehrt haben, bei der Berechnung der Futterkonvertierungseffizienz der Kühe zu berücksichtigen. In *Tabelle 4* sind die Auswirkungen auf die so berechneten Futterkonvertierungseffizienzen ersichtlich.

Wir stellen fest:

1. Es gibt eine große Verbesserung der Effizienz mit zunehmender Nutzungsdauer.
2. Die größten Verbesserungsschritte ergeben sich in den ersten Laktationen.
3. Die Futterkonvertierungseffizienz-Werte sind tiefer als bei der üblichen Darstellung der Werte pro Jahr (*Tabelle 3b*). Daraus folgt, dass die Remontierungsrate (gute Gesundheit, Leistung, Fruchtbarkeit) bei den Effizienzüberlegungen eine zentrale Rolle spielt.

Eine möglichst hohe Futterkonvertierungseffizienz führt aber nicht zwangsläufig zu tieferen Futterkosten pro Kilo produzierter Milch, diese hängen auch von den Kosten der eingesetzten Futtermittel ab. Allgemein führt eine durch höhere Milchleistungen verbesserte Futterkonvertierungseffizienz nur dann zu tieferen Futterkosten, wenn die Einsparungen durch den geringeren Erhaltungsfutteranteil größer sind als allfällige Zusatzkosten durch den erhöhten Einsatz von teureren Futterkomponenten (qualitativ besseres/teureres Grundfutter bzw. Kraftfutter). Dieser Aspekt ist von besonderer Bedeutung, wenn die Kostendifferenz zwischen Grundfutter und Kraftfutter groß ist.

Die Daten in *Tabelle 5* zeigen auf, dass das Lebendgewicht der Einzelkuh das gesamte Herdengewicht beeinflusst. Auf einem angenommenen Beispielsbetrieb mit 200.000 kg Milchquote und einer Futterkonvertierungseffizienz von 1,19 kg ECM/kg TM in der Jahresration

Tabelle 5: Futterbedarf¹ für die Aufzucht und Bildung einer Kuhherde zur Produktion von 200.000 kg ECM in Abhängigkeit des Lebendgewichts der Einzelkuh bei gleicher Futterkonvertierungseffizienz

Lebendgewicht (kg/Kuh)	350	450	550	650	750
Jahres-Milch (kg ECM/Kuh)	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
Anzahl Kühe für die Produktion von 200.000 kg ECM	40,0	33,3	25,6	25,0	22,2
Herdengewicht (kg)	14.000	15.000	15.714	16.250	16.667
Futterbedarf in der Aufzucht zum Aufbau der Herde in dt TM ²	1.820	1.950	2.043	2.113	2.167

¹ Die Jahres-Futterration besteht aus 168.000 kg Futter-Trockenmasse mit einem durchschnittlichen Energiegehalt von 6,3 MJ NEL/kg TM; gleiche Futterkonvertierungseffizienz von 1,19 kg ECM/kg TM.

² Für die Bildung von 1 kg Lebendgewicht wird 13 kg TM Futter benötigt.

(exkl. Aufzucht) steigt das gesamte Herdengewicht bei zunehmender Jahres-Milchleistung und sinkender Tierzahl.

Die Kuhherde mit großen Kühen ist 19 % schwerer. Im Hinblick auf die Ressourceneffizienz muss dieser Sachverhalt mitberücksichtigt werden. Das 2.667 kg höhere Lebendgewicht beansprucht in der Aufzuchtphase 347 dt TM mehr Futter, wenn wir davon ausgehen, dass für die Bildung von 1 kg LG rund 13 kg TM benötigt werden. Bei einer Remontierungsrate von 33 % würde der Betrieb in der Aufzucht eine größere Futterfläche von 1,2 ha (+ 18 %) beanspruchen. Das ist ein häufig übersehener Aspekt. Andere Wechselwirkungen sind ebenfalls in Rechnung zu stellen, wie die Arbeit für die Tierbetreuung, das Sömmerungsgeld, die Anzahl Kälber, der Stallraum und die Gebäudegröße. Die dargelegten Überlegungen müssen in den Diskussionen über optimale Milchleistungen in Bezug zu den Stallplatzkosten stärker als bisher üblich einbezogen werden.

Vollweidekühe sind anders als TMR-Kühe

Es gibt eine deutliche Interaktion zwischen Genotyp und Fütterungssystem, wie die Forschung in den letzten Jahren nachweisen konnte (KOLVER et al. 2002, BUCKLEY et al. 2005, HORAN et al. 2005, McCARTHY et al. 2007). Dabei wurden vor allem die amerikanischen und die neuseeländischen Genotypen der Rasse Holstein-Friesen miteinander verglichen. Die auf den Hochleistungsbetrieben Nordamerikas gezüchteten Kühe, die in einer mais- und kraftfutterbetonten TMR-Fütterungsumwelt leben, erwiesen sich bei konsequenter Vollweidehaltung als nicht geeignet, weil sie in ein dauerndes Energiedefizit gerieten, stark abmagerten und sich die Fruchtbarkeit massiv verschlechterte (BUCKLEY et al. 2005). Umgekehrt konnte diese Genetik Kraftfuttergaben wesentlich besser verwerten als ihre neuseeländischen Vergleichstiere. Die NZ-Kühe zeichnen sich durch eine außergewöhnlich hohe Fruchtbarkeit und Stoffwechselstabilität aus, die auch bei vollständigem Verzicht auf Ergänzungsfütterung gegeben ist. Trotzdem ist die Leistungsfähigkeit bemerkenswert hoch. Bei Vollweidehaltung sind sie effizienter als die amerikanischen Holstein, d.h. pro kg Lebendgewicht produzieren sie mehr energiekorrigierte Milch. Sie weisen ein anderes Fressverhalten auf der Weide auf, einen höheren Verzehr pro kg LG, längere Fressdauer und mehr Fressbewegungen pro Tag (McCARTHY et al. 2007). In *Abbildung 3* sind die ökonomischen Konsequenzen dargestellt.

Die wissenschaftlich belegte Interaktion Genotyp-Fütterungssystem wirft die Frage auf, ob die Viehzüchter in typischen Grünlandregionen den richtigen Weg einschlagen, wenn sie nach immer höheren Jahresleistungen streben und zu diesem Zweck Samen von nordamerikanischen Stieren einsetzen. Es besteht damit die Gefahr, dass die Kühe genetisch von den eigenen kostengünstigen Futtergrundlagen entfremdet und von Fremdfutter abhängig gemacht werden. Das ist ökologisch und bei zunehmenden Futtermittelpreisen

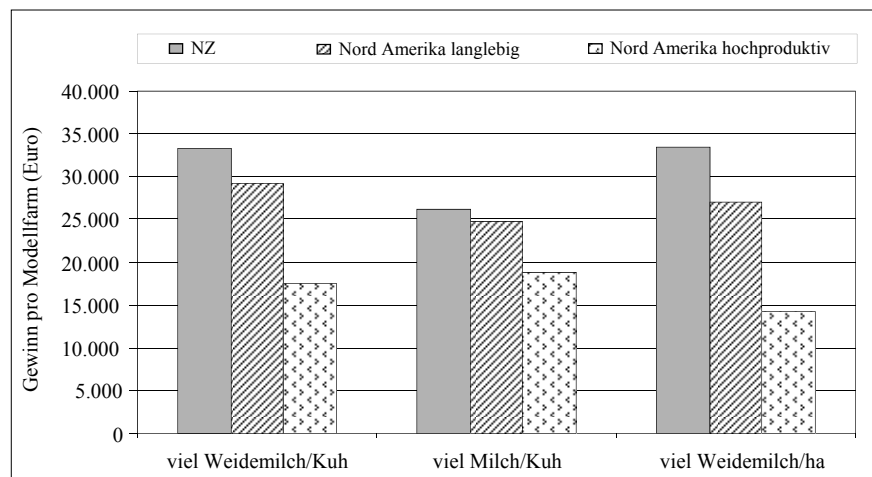


Abbildung 3: Einfluss des Kuhtyps auf die Gewinnaussichten einer irischen Vollweide-Modellfarm, dargestellt anhand unterschiedlicher Produktivitätskennzahlen (McCARTHY et al. 2007)

auch ökonomisch fragwürdig. Zudem wäre zu prüfen, ob das Wohlbefinden solcher Tiere wegen des chronischen Energiedefizits in raufutterbasierten Produktionssystemen noch gewährleistet werden kann (OLDHAM 2004).

Der Zusammenhang Kuhgenetik und betriebswirtschaftliches Ergebnis wird in *Abbildung 3* anhand eines Kuhvergleichs an der Forschungsanstalt Moorepark in Irland aufgezeigt (McCARTHY et al. 2007). In den verschiedenen geprüften Vollweide-Strategien (viel Weidemilch pro Kuh; viel Milch pro Kuh, viel Milch pro Fläche) erwies sich die nordamerikanische Hochleistungsgenetik als wirtschaftlich klar unterlegen. Am deutlichsten trat der Vorteil der NZ-Weidekühe zutage, wenn eine hohe Flächenleistung angestrebt wurde und keine Ergänzungsfütterung erfolgte. An der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft und der Forschungsanstalt ALP-Posieux läuft seit zwei Jahren ein Forschungsprojekt, in welchem auf 13 Vollweide-Praxisbetrieben NZ-Kühe mit den einheimischen Kuhrassen verglichen werden. Für den Vergleich stehen 47 Kuhpaare zur Verfügung. Die Resultate der ersten Laktation im Jahr 2007 deuten darauf hin, dass der Unterschied in der Effizienz auch gegenüber der Schweizer Genetik besteht (*Abbildung 4a, 4b*).

Hauptresultate des Schweizerischen Weidekuh-Genetik-Projekts

Auf 15 Milchviehbetrieben wurden rund 45 Paare von Schweizer und neuseeländischen Kühen gebildet und während dreier Jahre verglichen (PICCAND et al. 2010). In Bezug auf die Gesamtleistung und die ressourceneffiziente Milchproduktion auf Vollweidebetrieben können drei Hauptergebnisse hervorgehoben werden (*Abbildung 4a, 4b*):

1. Die Neuseeland Holstein Friesian-Versuchskühe (NZ HF) lieferten bezogen auf das metabolische Körpergewicht 20 % mehr Milchinhaltstoffe als das Schweizer Braunvieh (CH BV) und Schweizer Fleckvieh (CH FV), aber gleich viel wie Schweizer Holstein (CH HF).
2. Die CH HF-Tiere wiesen die schlechteste Fruchtbarkeit auf und CH FV die beste.
3. Die NZ HF-Kühe fraßen 2,4-mal länger im Bereich der Geilstellen.

Wenn wir davon ausgehen, dass die höhere Produktivität der NZ HF durch einen höheren Verzehr Weidefutter pro Kilogramm metabolischem Körpergewicht zustande kommt, ergibt sich für einen Modellbetrieb eine um 9,4 % höhere Flächenleistung (kg ECM/ha Futterfläche gegenüber den Gruppen CH FV und CH BV (jene der CH HF war gleich)). Dieser Unterschied beruht auf dem anteilmäßig geringeren Energiebedarf für den Erhaltungsbedarf der NZ HF-Herde bzw. mehr der von der Herde aufgenommenen Energie steht für die Milchproduktion zur Verfügung. Die CH FV waren über alle drei Laktationen bzw. Versuchsjahre immer etwa 100 kg schwerer als die NZ HF-Kühe. Dies entspricht einem Gewichtsunterschied von rund 20 %. Die Milchleistungen

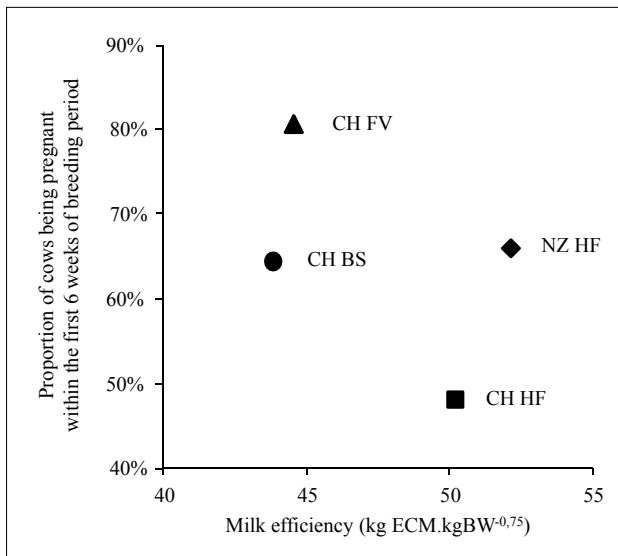


Abbildung 4a: Mittlere Milchproduktions-Effizienz (kg ECM/kg LG^{0.75}) und durchschnittlicher Trächtigkeitserfolg 6 Wochen nach Beginn der Besamungssaison von Neuseeland Holstein Friesian (NZ HF; n=131 Laktationen), Schweizer Holstein (CH HF; n=40), Schweizer Fleckvieh (CH FV; n=43) und Schweizer Braunvieh (CH BS; n=45) Kühen in einem saisonalen Vollweidesystem

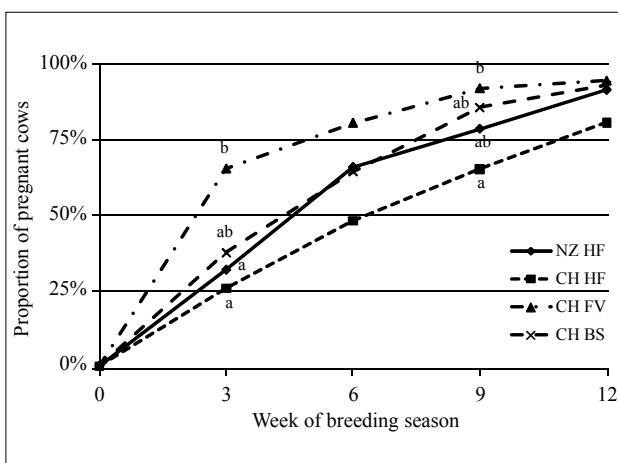


Abbildung 4b: Anteil trächtiger Kühe nach 3, 6, 9 und 12 Wochen Dauer der Besamungssaison von Neuseeland Holstein Friesian (NZ HF; n=131 Laktationen), Schweizer Holstein (CH HF; n=40), Schweizer Fleckvieh (CH FV; n=43) und Schweizer Braunvieh (CH BS; n=45) Kühen in einem saisonalen Vollweidesystem

hingegen waren ähnlich. Um gleich effizient zu sein wie die NZ HF-Tiere, hätten die CH FV-Kühe zum Beispiel in der 2. Laktation 6.640 kg ECM produzieren müssen. Sie haben aber nur 5.429 kg ECM produziert, was darauf hindeutet, dass der Verzehr nicht in gleichem Maße höher war wie das Gewicht. Modellrechnungen von STEINWIDDER (2009) zeigen, dass bei zunehmendem Gewicht der Kuh der Verzehr nicht mit dem entsprechend ansteigendem Energiebedarf für Erhaltung und Milchbildung Schritt hält. Dies zeigt die Bedeutung des Lebendgewichts für die Effizienz einer Milchkuh.

In dieser Betrachtung sind die Fruchtbarkeitsunterschiede nicht berücksichtigt. Zur Beurteilung der Effizienz des Gesamtsystems sind diese ebenfalls zu beachten, weil die jährliche Remontierung der Herde einen erheblichen Auswand erfordert. Die während der Nutzungszeit von Kühen erzielte Milchleistung (kg ECM/Kuh.Jahr) ist negativ mit der Fruchtbarkeit korreliert wie mehrere neuere Untersuchungen deutlich machen (HORAN et al. 2004, MACDONALD et al. 2008, CUTULLIC et al. 2010). Eine Verbesserung der Nutzungsdauer von drei auf fünf Laktationen ergibt eine Verbesserung der Futterkonvertierungseffizienz (kg ECM/kg TM_{verzehrt}) von rund 11 % (THOMET und DURGIAI 2008).

Das festgestellte unterschiedliche Fressverhalten auf der Weide könnte sich ebenfalls in bedeutendem Ausmaß auf die Nettoproduktivität der Weiden auswirken. Etwa 15 - 20 % der Weideflächen sind mit Geilstellen bedeckt. Dort ist das Futterangebot während des Sommers mehr als doppelt so hoch wie auf dem übrigen Teil der Weidefläche (eigene nicht publizierte Erhebungen). Die NZ HF-Kühe halten sich auf ihrem Fressweg im Herdenverband deutlich mehr in diesen Bereichen mit mehr Futter auf als ihre Schweizer Vergleichstiere. Bei letzteren gibt es solche, die die Geilstellen ganz meiden (WETTER 2010). Es müsste nun in einem weiteren Versuch geprüft werden, welche Konsequenzen dieses Fressverhalten auf die Ausnutzung des gesamten angebotenen Futters pro Hektar hat. Es ist zu vermuten, dass hier ein weiterer vom Verhalten der Kuhtypen abhängiger Unterschied in der Größenordnung von 10 - 15 % vorhanden ist, der im Zusammenhang steht zum seit langem bekannten Zielkonflikt in der weidebasierten Milchproduktion zwischen individueller Leistung der Kühe und der Milchleistung pro Hektar. Die Publikation von MACDONALD et al. (2008) zeigt diesen Sachverhalt am Beispiel von NZ HF-Kühen. Bei geringer Besatzstärke und hohem Futterangebot erreichten die NZ HF-Kühe eine mittlere Jahresleistung von 5.473 kg FCM (= fettkorrigierte Milch), bei hoher Besatzstärke und verknapptem Futterangebot aber nur noch 3.636 kg. Trotz der um 33,4 % tieferen Kuhleistung war die Flächenleistung um 29,9 % höher. Dieses Ergebnis wird damit erklärt, dass bei hohem Weidedruck mehr Biomasse mit höherem NEL-Gehalt verzehrt wurde. Die Futterkonvertierungseffizienz (kg ECM/kg TM_{verzehrt}) erwies sich in diesem Versuch als kaum beeinflusst von der Besatzstärke, obwohl die Kühe mit knappem Futterangebot einen höheren Anteil für den Erhaltungsbedarf pro Fläche zur Verfügung stellen mussten. Besonders interessant ist das Resultat, dass die Fruchtbarkeit und Bestandesergänzungsrate nicht negativ beeinflusst wurden. Im Gegenteil, diese Parameter waren tendenziell schlechter bei großzügigem Futterangebot und höherer

realisierten Milchleistung. Ob andere Kuh-Genotypen gleich auf die Versuchsbedingungen reagiert hätten, ist mehr als fraglich. Andere neue Versuche in Irland zeigen nämlich, dass hier in Bezug auf das Merkmal Fruchtbarkeit eine wichtige Interaktion zwischen Genotyp und Besatzstärke besteht (McCARTHY et al. 2008). Auf Hochleistung (kg ECM/Kuh.Jahr) gezüchtete amerikanische Holsteinkühe reagiertem bei knapp gehaltenem Futterangebot mit einem Einbruch der Fruchtbarkeit.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass die Jahres-Milchleistung einer Kuh, ausgedrückt als kg Milch pro 305 Tage Standardlaktation bei weitem nicht genügt, um die echte Leistung in einem Vollweide-Milchproduktionssystem zu erfassen. Ein stark erweitertes Leistungs- und Effizienzverständnis ist erforderlich, um der komplexen Problemstellung gerecht zu werden. Im vorliegenden Projekt stand zwar die lebendgewichtsbezogene Leistung im Vordergrund (kg ECM/kg LG^{0,75}), doch auch dieser Parameter greift zu kurz, weil die Nutzungsdauer, der Aufzuchtaufwand und die Nutzungsdauer die Konvertierungsleistung des Systems (MJ menschliche Nahrung/MJ NEL gewachsene und nutzbare Biomasse) ebenfalls bedeutend mitbestimmen und zwischen ihnen negative Korrelationen bestehen.

Abgeleitet aus diesen Überlegungen können die vier untersuchten Kuhtypen wie folgt beurteilt werden:

- Die NZ HF-Versuchskühe sind besonders effizient, weil sie aus dem gegebenen Futterangebot auf einer Weide am meisten menschliche Nahrung liefern. Dies erreichen sie mit einer hohen Energieaufnahme-Kapazität auf der Weide und einer effizienten Konvertierung in Fett und Eiweiss (hohe Werte: kg ECM/kg LG^{0,75}). Der Aufwand für die Aufzucht ist dank der Frühreife relativ gering und die gute Fruchtbarkeit sowie Stoffwechselstabilität könnten zu einer längeren Nutzungsdauer beitragen. Sie nutzen zudem das auf Weiden vorhandene Futterangebot zu einem hohen Grad, indem sie auch das reichlich vorhandene Futter um Geilstellen aufnehmen und konvertieren.

- Die CH HF sind bezüglich gewichtsbezogener Milchleistung stark (kg ECM/kg LG^{0,75}), doch die Fruchtbarkeit ist unbefriedigend, was in einem saisonalen Milchproduktionssystem einen hohen Aufwand für die Remontierung zur Folge hat.
- Die CH FV zeichnen sich gegenüber ihren NZ HF-Vergleichstieren durch eine besonders hohe Fruchtbarkeitsleistung aus, was mit einer höheren Nutzungsdauer verbunden werden kann und mithilft, die Gesamteffizienz des Systems zu erhöhen.
- Die CH BV weisen eine gute Fruchtbarkeit auf. In einem saisonalen System mit einem 12-wöchigen Belegungs-fenster fallen relativ wenige Tiere aus, weil sie noch nicht trächtig sind.

Flächenleistung als umfassendes Effizienz-Maß

Der Maßstab Futterkonvertierungseffizienz ist ein sehr umfassender und genauer Maßstab zur Beurteilung von Milchproduktionssystemen. Zur Analyse von praktischen Betrieben ist er jedoch nicht geeignet, da die verfütterten Futtermengen nicht oder nicht hinreichend genau bekannt sind. Ein für die praktische Anwendung sehr interessantes Maß kann daher die Flächeneffizienz darstellen (THOMET et al. 2008). Die Flächenproduktivität eines Betriebes kann berechnet werden, indem man die gesamte produzierte Milchmenge ermittelt und in Beziehung zum Flächenbedarf setzt, der zur Produktion der gesamten für die Kuhherde benötigten Futtermenge gebraucht wird. Die Flächenproduktivität ist eine gute Kennziffer, um Aussagen über die Produktionstechnik und das Produktions-Management zu machen und gibt damit ein umfassenderes Bild als die Jahres-Milchleistung pro Kuh.

Oft wird von der Annahme ausgegangen, dass der Flächenbedarf mit zunehmender Milchleistung pro Kuh automatisch sinkt. Dies ist jedoch in Frage zu stellen, wie verschiedenste Untersuchungen für Vollweidesysteme (Tabelle 6) oder

Tabelle 6: Netto-Flächenleistung Milch der Vollweide- und Hochleistungs-Milchproduktion an verschiedenen Standorten

Milchproduktionssystem Ort/Jahre/Quelle	Netto-Flächenleist. ¹ (kg ECM ² /ha.Jahr)	Stalldurchschnitt (kg Milch/Kuh.Jahr)	Kraftfutter (kg/Kuh.Jahr)
Saisonale Vollweide			
mit Blockabkalbung Ende Winter			
Waldhof, CH-4900 Langenthal, Jahre 2001-2005 THOMET et al. (2004)	14.339	7.066	381
Burgrain, CH-6248 Alberswil, Jahre 2002-2004 THOMET et al. (2006)	13.258	5.835	154
Agroscope ALP, CH-1725 Posieux, Jahre 2000-2003 JEANGROS und THOMET (2004)	11.130	6.875	450
Moorepark, Irland, Jahre 1992-1994 DILLON et al. (1995)	14.001	5.444	234
Hamilton, Neuseeland, Jahre 1998-2001 MACDONALD et al. (2001)	15.685	4.239	0
Mais- und kraftfutterbetonte Stallfütterung			
viel Maissilage, Grassilage, Kraftfutter (Produktionsjahr 2004, HENGGELER 2005)			
Mittelwert von 13 Betrieben, östl. Schweizer Mittelland	11.003	7.742	1.204
Mittelwert von 13 Betrieben, südl. Baden-Württemberg	11.192	7.974	2.263
max. Wert Betrieb H.L.	14.004	9.764	2.431

¹ mit Berücksichtigung und Korrektur des zugekauften Futters, aufgrund des Energieanteiles an der Jahresration

² ECM = energiekorrigierte Milch

Analysen von Praxisdaten zeigen (HENGGLER 2005, WEISS et al. 2008). Es fällt auf, dass die weidebasierte Milchproduktion auf sehr hohe Werte kommt, obwohl die Jahres-Milchleistungen pro Kuh zum Teil bemerkenswert tief sind. Damit wird nochmals deutlich gemacht, dass die individuelle Jahresleistung von Kühen eine ungenügende Kennzahl ist, um eine umfassende Aussage bezüglich Produktivität des Gesamtsystems zu machen.

In der weidebasierten Milchproduktion gibt es einen Zielkonflikt zwischen individueller Leistung der Kühe und der Milchleistung pro Hektar zu berücksichtigen, wie aus den kürzlich veröffentlichten Daten von MACDONALD et al. (2008) hervorgeht (Tabelle 7). Bei geringer Besatzstärke und hohem Futterangebot erreichten die Kühe eine mittlere Jahresleistung von 5.473 kg FCM (= fettkorrigierte Milch), bei hoher Besatzstärke und verknapptem Futterangebot nur noch 3.636 kg. Trotz der um 33,4 % tieferen Kuhleistung war die Flächenleistung um 29,9 % höher. Dieser Sachverhalt wird damit erklärt, dass bei hohem Weidedruck mehr Biomasse mit höherem NEL-Gehalt verzehrt wurde. Die Futterkonvertierungseffizienz ($\text{kg ECM/kg TM}_{\text{verzehrt}}$) erwies sich in diesem Versuch als kaum beeinflusst von der Besatzstärke, obwohl die Kühe mit knappem Futterangebot einen höheren Anteil für den theoretischen Erhaltungsbedarf zur Verfügung stellen mussten. Besonders interessant ist das Ergebnis, dass die Fruchtbarkeit und Bestandesergänzungsrate nicht negativ beeinflusst wurden. Im Gegenteil, diese Parameter waren tendenziell schlechter bei großzügigem Futterangebot und höherer realisierten Milchleistung. In diesem Zusammenhang sollte noch erwähnt werden, dass dieselbe Kuhgenetik in anderen Versuchen mit einer amerikanischen TMR-Ration Jahresleistungen von etwa 8.000 kg ECM/Kuh.Jahr realisierte (KOLVER et al. 2002).

Zusammengefasste Aussagen

1. Die Viehzucht soll sich in Zukunft weniger einseitig auf die Jahresleistung ausrichten und sich vielmehr durch andere, aussagekräftigere Effizienz-Parameter leiten lassen. Die Jahresmilchleistung je Kuh ist als Kennzahl für die Effizienz der Milchproduktion bei Systemvergleichen wenig geeignet, weil sie abhängig ist vom Lebendgewicht, der Laktationsdauer und dem gewählten Produktionssystem. Eine Hochleistungskuh

Tabelle 7: Einfluss der Besatzstärke auf die Milchleistung und andere Parameter in einem saisonalen Vollweidesystem (MACDONALD et al. 2008)

Besatzstärke (Kühe/ha)	2,2	2,7	3,1	3,7	4,3
Laktationsdauer (Tage)	291	274	258	234	221
Milchleistung (kg FCM/Kuh/Jahr)	5.473	4.835	4.532	3.981	3.636
Flächenleistung (kg FCM/ha)	12.040	13.055	14.048	14.728	15.634
Flächenanteil mit Nachmahd (%)	90	75	65	0	0
Leere Kühe nach 12 Wo Besamung (%)	17	12	9	11	11

sollte besser nach folgendem Maßstab definiert werden: *kg energiekorrigierte Milchmenge je 100 kg Lebendgewicht und pro Lebenstag*. Damit würde der große Einfluss des Körpergewichts und der Aufzuchtphase auf die Leistungsfähigkeit des Systems mitberücksichtigt.

- Die Futterkonvertierungs-Effizienz ist einer der wichtigsten Parameter, um die Effizienz von Milchproduktionssystemen auszudrücken. Weil diese Größe in der Praxis schwierig zu messen ist, kann als Hilfsgröße die Flächenproduktivität Milch beigezogen werden. Mit der Netto-Flächenleistung kann die Effizienz des Milchproduktionssystem umfassend berechnet und beurteilt werden, weil alle produktionstechnischen Schritte wie der Futterbau, die Futterkonservierung, die Fütterung und das genetische Potential der Kühe einbezogen sind.
- Die individuelle Jahres-Milchleistung ist bei Vollweidehaltung von Kühen tiefer als bei optimierter Stallfütterung mit TMR. Die Gründe sind: Tieferer Futterverzehr, gewollte Futterkonkurrenz, saisonal stark schwankender Nährwert des Futterangebotes und die Bevorzugung von kleineren Kuhtypen mit hohem Leistungspotential für die Raufutterveredelung.
- Auf hohe Jahres-Milchleistung gezüchtete Kühe erweisen sich als nicht effiziente Raufutterverwerter und sind für ein Vollweidesystem wenig geeignet. Es besteht eine deutliche Interaktion zwischen Genetik und Fütterungssystem. Das heißt, in Grünlandgebieten braucht es einen spezifischen Kuhtyp, mit dem eine hohe Futterkonvertierungs-Effizienz ($\text{kg ECM/kg TM}_{\text{Wiesenfutter}}$) im Gesamtsystem erreicht werden kann.

Literatur

Literaturverzeichnis beim Autor erhältlich.

Ist die Rinderzucht auf dem richtigen Weg? – Überlegungen eines erfolgreichen Züchters

Reinhard Scherzer*¹

Einleitung

Auf diese Frage klar mit „Ja“ oder „Nein“ zu antworten, wäre meinerseits vermessen. Meine Überlegungen sollen ein Beitrag zur Diskussion zu diesem Thema sein.

Die Züchterseele

Züchter sind keine Extremisten, wie man vielfach glaubt. Es geht uns nicht um Leistungsmaximierung, aber wir sind Perfektionisten, wenn es darum geht, sich innerhalb bestehender Rahmenbedingungen zu entwickeln.

Es gibt wenige Arbeitsfelder in der Landwirtschaft, wo man Leidenschaft, Hobby und Beruf so intensiv miteinander verbinden kann.

Rinderzucht ist sehr langfristig, züchterische Entscheidungen wirken sehr lange. Jede Anpaarung, jede Selektion im Betrieb beeinflusst die Weiterentwicklung einer Zuchtherde. Betriebe, die ihre Zuchtziele häufig ändern, entwickeln sich nicht wirklich weiter.

Große Verantwortung in der Zuchtlenkung

Rassenarbeitsgemeinschaften und deren Ausschüsse tragen in der Zuchtlenkung eine große Verantwortung. Zuchtziele sollen zukunftsweisend sein. Es gilt, heute Tiere zu züchten, die den Bauern in 5 bis 10 Jahren noch ihr Einkommen ermöglichen.

Wie können uns unsere Kühe helfen, Kosten zu reduzieren?

Die momentane Situation der Milchbauern ist dramatisch. Der Milchpreis ist im Vergleich zu 2010 zwar leicht steigend, die Energie- und Kraftfutterkosten aber explodieren.

In den Daten aus den Arbeitskreisen Milchproduktion zeigt sich deutlich, wie stagnierend die Einkommensmöglichkeiten bei herkömmlicher Produktion sind. Die Hauptkosten bei einer einfachen Deckungsbeitragskalkulation in der Milchproduktion sind Kraftfutterkosten, Bestandesergänzungskosten und Grundfutterkosten.

In den Auswertungen seit 2003 zeigt sich, dass es nicht gelingt, Kosten zu reduzieren. Im Gegenteil, für 2011 ist ein massiver Anstieg bei Kraftfutterkosten und Grundfutterkosten (Thema Energiekosten) zu erwarten. Die Bestandesergänzung liegt konstant bei 33 %, d.h. über alle Rassen wird durchschnittlich bei den Milcharbeitskreisbetrieben ein Drittel aller Kühe jährlich gewechselt.

Wie schaut die Situation in Österreich konkret bei meiner Rasse Fleckvieh aus?

Thema Bestandesergänzung:

Unsere österreichischen Fleckviehkühe werden trotz durchschnittlich immer besser werdenden Managements nicht älter. Die Steigerung in der Lebensleistung beruht auf der Leistungssteigerung. Die Nutzungsdauer hat in den letzten 10 Jahren zum Beispiel beim Fleckvieh von 4,02 auf 3,73 Jahre abgenommen.

Thema Eutergesundheit:

Die Zellzahl hat von 169.000 auf 190.000 zugenommen, ebenso die Melkbarkeit von durchschnittlich 2,03 auf 2,23 kg/min. Höhere Zellzahlen hängen mit ständig besser werdender Melkbarkeit und mit größeren Eutern zusammen.

Thema Kraftfutterverbrauch:

Die eklatant steigenden Preise bei Kraftfutter erfordern den noch gezielteren, noch sparsameren Einsatz von Kraftfutter. Aber vertragen das unsere Kühe noch? Ich versuche seit 2007, das Kraftfutter in der Ration sukzessive zu reduzieren und stelle dabei fest, dass extrem leistende Kühe mit hohen Einsatzleistungen an ihre Grenzen stoßen. Dasselbe Bild zeigt sich bei allen Rassen.

Welche Antworten gibt die Zucht?

Man sollte durch die Gewichtung im Gesamtzuchtwert massiv gegensteuern. Aus Norwegen ist bekannt, dass Verbesserungen im Merkmal Mastitis erst bei einer Erhöhung der Gewichtung im Gesamtzuchtwert von 3 auf 21 % erzielt wurden.

Das Gesundheitsmonitoring liefert uns immer bessere Daten über den Gesundheitsstandard unserer Kühe. Stiere mit nicht



Irene, Lebensleistung: 116.668 kg Milch

¹ Draustraße 10, A-9711 Paternion

* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Scherzer, email: scherzer.rt@aon.at

auch überragenden Gesundheitszuchtwerten haben in den TOP-Listen nichts verloren. Mit Kühen, die ständig den Tierarzt oder Sonderbehandlungen brauchen, ist nichts zu verdienen. Eine noch stärkere Gewichtung der Persistenz ist unabdingbar. Zu hohe Einsatzleistungen bei Jungkühen sind abzulehnen.

Merkmale der alten Kuh im Stall und eine Rückbesinnung auf deren Leistungsvermögen in der ersten Laktation müssen Leitbild und Ziel sein.

Genomische Selektion als Chance und Risiko

Durch die Möglichkeiten, die sich durch die genomische Selektion ergeben (Beschleunigung des Zuchtfortschrittes) wird es noch dringlicher, über die wirtschaftliche Gewichtung im Gesamtzuchtwert zu diskutieren, ansonsten entwickeln wir unsere Kühe durch die neue Methodik beschleunigt in die falsche Richtung.

BEEF 2015 – Die Strategie für Rindfleisch

Rudolf Grabner*¹

Einleitung

An der Strategie für die Ausrichtung der Rindfleischerzeugung haben alle Beteiligten mitgearbeitet und das Ergebnis kann sich sehen lassen – erstmals ist es gelungen, eine österreichweite Strategie für die Rindfleischerzeugung zu erarbeiten. BEEF 2015 stellt damit die Weichen für die Zielsetzung der Rindfleischerzeugung.

Leitbild für die Rinderbauern

„Bäuerliche Familienbetriebe erzeugen Qualitätsrindfleisch auf Basis einer grundfutterreichen Fütterung und vermarkten organisiert und partnerschaftlich“. Dieser Leitsatz enthält alles, was für die Rindfleischerzeugung wesentlich ist.

Unsere Betriebe sind spezialisierte Rindfleischerzeuger

Im Durchschnitt werden 28 Rinder gehalten. Spezialisten sind die Betriebe, die Qualitätsrindfleisch vom Grünland erzeugen – wie etwa die Qualitätsochsenherzeuger – oder die Betriebe, die sich auf die Erzeugung von Jungrindern konzentrieren. In den Grünlandregionen werden Kälber und Einsteller erzeugt, die dann zur Veredelung in klimatisch bevorzugte Regionen gehen. In den Veredelungsbetrieben wird Rindfleisch auf höchstem Niveau auf Basis einer grundfutterreichen Ration erzeugt.

Rindfleisch – das Produkt der Zukunft

Neben dem qualitativ hochwertigen Rindfleisch tragen die Rinderbauern einen besonders wichtigen Beitrag für die Erhaltung und Kultivierung unseres Grünlandes, des Berggebietes und unserer Almen bei. Mit der Erzeugung

von Qualitätsrindfleisch aus Grünlandgebieten (Jungrinder, Qualitätsochsen) wird das Grünlandgebiet aktiv in die Rindfleischerzeugung eingebunden.

Die Schlachtzahlen sind seit 2005 insgesamt auf knapp über 600.000 gestiegen, weil mehr Lebendtiere nach Österreich kommen, die hier geschlachtet werden (*Abbildung 1*).

Mit 500.846 Rindern aus heimischer Erzeugung liegt die Schlachtzahl für das Jahr 2009 nur unwesentlich unter der Zahl von 2005. Den Hauptanteil an den Schlachtungen machen die Stiere aus. Aber die Schlachtzahlen von Qualitätsochsen und von Jungrindern steigen.

Qualitätsjungtiere aus Silomaisgebieten

Die österreichischen Standorte für Körnermais und Silomais gehören zu den besten Europas und der Welt. Damit können die heimischen Rindermäster ein wettbewerbsfähiges, kostengünstiges Grundfutter einsetzen – und das in Menge und Qualität wie sonst niemand auf der Welt. Unsere Mäster setzen dieses Grundfutter optimal ein und erreichen damit eine sehr hohe Rindfleischqualität. Die heimische Rindermast ist wettbewerbsfähig, weil wir dieses Grundfutter optimal einsetzen, weil die Betriebsführer gut ausgebildet sind und große Erfahrung mit der Rindermast haben.

Die Haupterzeugung geht in Richtung optimal gefüttertem Jungtier mit einem Schlachtalter von unter 19 Monaten. Im Rahmen von Qualitätsprogrammen beweisen Rindermäster, dass auch ein niedrigeres Schlachtalter möglich ist und dass dieses Mastverfahren auch für Kalbinnen geeignet ist.

Unser Vorteil: Überschaubarkeit der Betriebe

Die heimischen Rinderbetriebe sind klein strukturiert im Vergleich zu unseren Nachbarn in Europa und geradezu winzig im Vergleich zu Betrieben in Nord- oder Südamerika oder Australien. Aber darin steckt auch ein Vorteil: Unsere Betriebsführer behandeln die Tiere individuell, sie können in Gruppen von 4 bis 8 Tieren die Entwicklung der Tiere sehr gut überblicken und sehr schnell reagieren.

Die Ergebnisse der Arbeitskreisauswertungen zeigen, dass die steigende Betriebsgröße nicht automatisch die Wirtschaftlichkeit verbessert. Nach den Auswertungen liegt die Direktkostenfreie Leistung bei den Betrieben mit 61 bis 80 Stieren mit Euro 194,- am höchsten. Die Überschaubarkeit ist eine Stärke von uns – kein Betrieb mit einigen Tausend Tieren kann sein Management so gestalten, dass er so gezielt arbeiten kann.

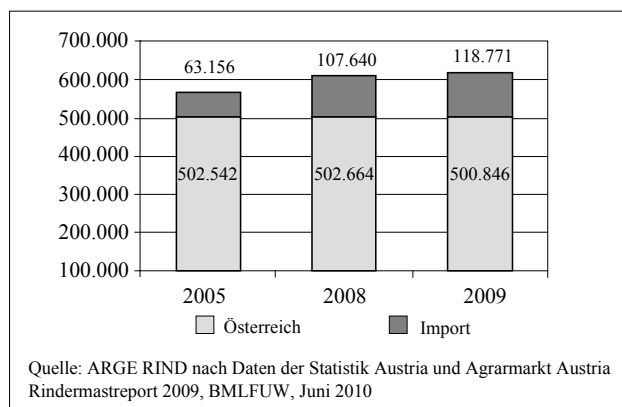


Abbildung 1: Rinderschlachtungen in Österreich (Rinder > 8 Monate)

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Arbeitskreisberatung Rindfleischerzeugung, Hamerlinggasse 3, A-8011 Graz

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Rudolf Grabner, email: rudolf.grabner@lk-stmk.at



Die Arbeitstechnik ist ein weiterer Vorteil. Wir sind hoch spezialisiert bezüglich der Futtergewinnung und der Fütterung. In allen Systemen mit wesentlich höheren Tierzahlen geht viel an Effizienz verloren, weil zum Beispiel Futterverluste unvermeidlich sind.



Fleischbildungsvermögen und können in den Veredelungsbetrieben zu Qualitätsrindern heranwachsen. Besonders die Mutterkuhhalter werden in Zukunft auf Gebrauchskreuzungen setzen und damit einerseits Qualitätsprodukte erzeugen (Jungrinder) aber auch die Basis für die Qualitätsrindermast legen (Qualitätssohnenmast, Jungstiere).

Kälber und Einsteller aus dem Grünland

Wir sind in Österreich nicht auf die Einfuhren von Kälbern und Einstellern für die Endmast angewiesen. Wir erzeugen unsere Kälber selbst. Die Tiere gehen sehr oft im Rahmen der Kälber- und Einstellervermittlung nur kurze Wege von einem zum anderen Betrieb. Wir können sogar jedes Jahr etwa 80.000 Kälber und Einsteller exportieren.

Die Mutterkuhhaltung wird in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung von geeigneten Einstellern für die Rindermast spielen. Ein Ausbau ist nach wie vor sinnvoll – derzeit stehen in Österreich etwa 270.000 Mutterkühe, das sind etwa 34 % der Kühe. Mit den Mutterkühen können die frei werdenden Flächenkapazitäten genutzt werden. Im Grünland können mit der Weide und Heu oder Grassilage optimal passende Einsteller für die Mastbetriebe erzeugt werden. Die Beibehaltung der tierbezogenen Prämie für Mutterkühe ist ein wichtiger Anreiz für die Mutterkuhhaltung.

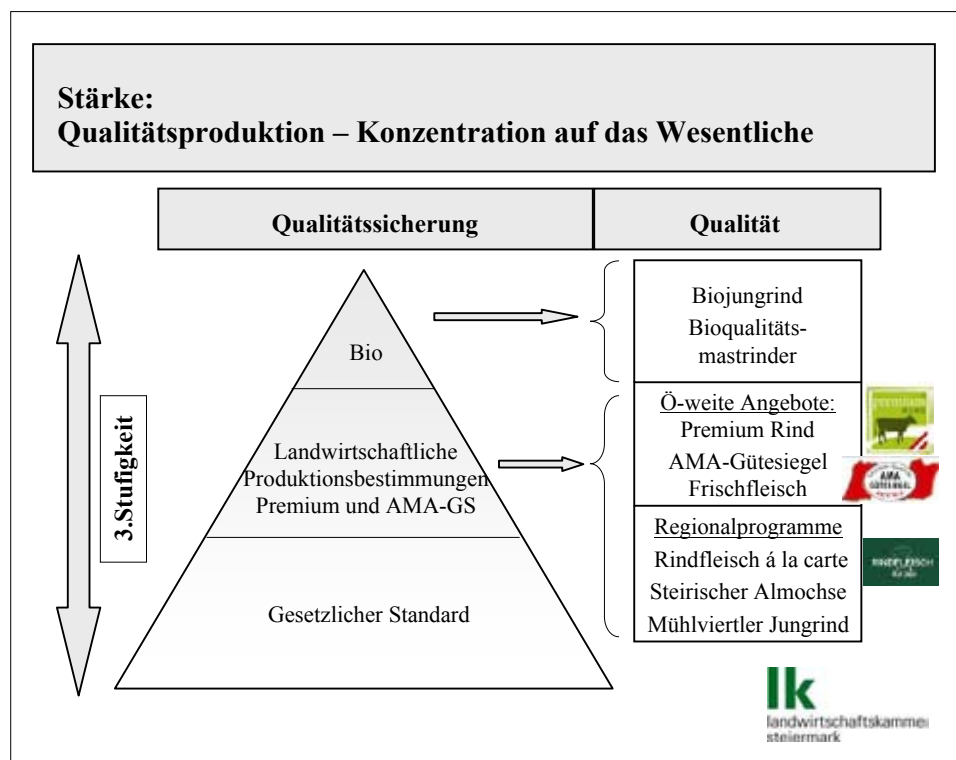
Mutterkuhhaltung als Chance

Besonders die Mutterkuhhalter werden die Qualitätsrindfleischerzeuger der Zukunft. Mit der Rasse Fleckvieh, die mit 79 % die dominierende Rasse ist, haben wir eine Rinderrasse, die an unsere Standorte und Umwelt sehr gut angepasst ist. Fleckviehtiere haben noch einen Fleischansatz und das Potential Muskel zu bilden. Mit dem Einsatz von speziellen Fleischrassen gelingt es, optimale Kälber und Einsteller zu erzeugen. Diese Tiere haben ein exzellentes

Strategie der gemeinsamen Vermarktung

Die organisierte Vermarktung über den Zusammenschluss in Erzeugergemeinschaften schafft die notwendige Verbindung zwischen dem Markt und den Produzenten. Die strategische Ausrichtung und Planung ermöglichen ein Agieren und damit ein aktives Mitgestalten am Markt und in der Produktion. Die Erzeugergemeinschaften bauen partnerschaftliche Kontakte zum Handel auf, um Absatzmärkte aufzubauen und zu sichern. Das Bekenntnis der großen Handelsketten zur heimischen Qualität ist für die österreichischen Bauern besonders wichtig.

Die Arbeit der AMA – Marketing ist hervorzuheben, weil sie wirkungsvolle Aktivitäten für das Marketing von



Rindfleisch setzt. Die AMA hat mit dem AMA-Gütesiegel die Grundlagen für die Herkunfts- und Qualitätssicherung geschaffen. Die Qualitätsprogramme bauen darauf auf und nutzen die Qualitätssicherungsmaßnahmen des AMA-Gütesiegels. Der starke Werbeauftritt des AMA-Gütesiegels stärkt das Gütesiegel und Qualitätsprogramme.

Unsere Stärke: Qualitätsprogramme und Regionalprogramme

Das AMA-Gütesiegel hat die Basis für Qualitätsprogramme gelegt und die Erzeugergemeinschaften koordinieren auf Bundesebene diese Programme. Zusätzlich gelingt es mit Regionalprogrammen, spezielle Kundenschichten anzusprechen und den Markt auszubauen. Im Rinderbereich setzen wir auf heimische Rinder (geboren, gehalten, geschlachtet in Österreich) und auf Qualität, die aus dem Grundfutter entsteht und mit Getreide veredelt wird.

In der Rindfleischerzeugung sind wir für die Zukunft gerüstet. Besinnen wir uns auf unsere Stärken in der Rindfleischerzeugung und arbeiten wir gezielt am Ausbau unserer Qualitätsprogramme und für eine partnerschaftliche Vermarktung.

Umsetzung in den Bundesländern

Nach der gemeinsamen Erarbeitung der Strategie geht es in den nächsten Jahren darum, diese Strategie in den Bundesländern umzusetzen. Die wichtigsten Organisationen müssen eine gemeinsame Vorgangsweise erarbeiten.



Dazu gehören: Die Landwirtschaftskammern, die Erzeugergemeinschaften und die organisierte Rinderzucht- und -produktion. Für die Arbeit in den Bundesländern kann die Broschüre BEEF 2015 nur ein Anstoß sein, aktiv an der Zukunft für die Rindfleischerzeuger zu arbeiten.

Bildungs- und Beratungsangebote verstärken

Die Aus- und Weiterbildung der Rindfleischproduzenten ist wichtig, weil sie zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit beiträgt.



Mit der Etablierung der Arbeitskreise in allen Sparten der Rindfleischerzeugung ist sehr viel gelungen. Vor allem kann damit das aktuelle Wissen rasch weitergegeben werden.

Daneben können bei Fachinformationskreisen wichtige Themen transportiert werden.

Das LFZ Raumberg-Gumpenstein hat eine wichtige Aufgabe, wenn es darum geht, wissenschaftliche Erkenntnisse auf die Praxis umzulegen und Versuche durchzuführen.

Alle Beratungskräfte in den Bundesländern sind eingeladen, vom fachlichen Angebot gebrauch zu machen. Unter der Homepage der LK-Österreich sind alle Fachthemen als Präsentationen verfügbar.

Die Milchleistung von Fleckviehmutterkühen bei einer Säugezeit von 180 bzw. 270 Tagen

Milk yield of Simmental suckling cows in suckling periods of 180 respectively 270 days

Johann Häusler^{1*}, Andreas Steinwiddler¹, Daniel Eingang¹, Johann Gasteiner¹,
Anton Schauer¹ und Leonhard Gruber¹

Zusammenfassung

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde im Rahmen eines Versuches mit 8 Fleckviehmutterkühen über einen Zeitraum von 3 Säugeperioden einmal wöchentlich die Milchleistung mittels 2-maligem Melken per Melkmaschine erhoben. Um den Effekt des Absetztermins bearbeiten zu können, wurden die Mutterkühe in 2 Gruppen getrennt und die Jungrinder mit 180 bzw. 270 Tagen von den Kühen abgesetzt. Mit Hilfe dieser wöchentlichen Einzelmessungen wurde die Milchleistung pro Säugeperiode errechnet. Die durchschnittliche Milchleistung pro Säugeperiode lag in den Gruppen „180“ bzw. „270“ bei 2.245 bzw. 3.351 kg Milch und 1.988 bzw. 2.946 kg ECM. Während der durchschnittliche Fettgehalt mit 3,4 % in Gruppe „180“ um etwa 0,2 % höher war als in Gruppe „270“, konnten im Eiweißgehalt keine Unterschiede festgestellt werden. Auch der Laktosegehalt war in beiden Gruppen mit 4,92 bzw. 4,85 % auf einem ähnlichen Niveau. Sowohl die durchschnittliche Zellzahl (113.000 bzw. 45.000/ml) als auch die Zahl der Messungen über 1.000.000 somatischer Zellen waren in Gruppe „180“ deutlich höher als in Gruppe „270“.

Schlagwörter: Mutterkuh, Milchleistung, Säugeperiode

Summary

In an experiment in Raumberg-Gumpenstein the milk yields of 8 Simmental suckling cows were investigated over a time of 3 suckling periods. During the whole suckling periods the cows were milked by milking machine once a week by 2-milkings per day. To handle the effect of weaning the suckling cows were separated into 2 groups. The calves got separated from the cows after suckling periods of 180 respectively 270 days. The milk yields per suckling period were calculated using these weekly measurements. The average milk yields in the groups „180“ respectively „270“ were at 2,245 respectively 3,351 kg milk and 1,988 respectively 2,946 kg ECM. The average fat content in group „180“ was with 3.4% about 0.2% higher than in group „270“. In the protein contents, no differences could be observed. The lactose contents were with 4.92 and 4.85% at a similar level. Both the average number of cells (113,000 respectively 45,000/ml) and the number of measurements with more than 1,000,000 somatic cells were significantly higher in group „180“ than in group „270“.

Keywords: beef cow or suckling cow, milk yield, suckling period

1. Einleitung

Tiergesundheit und Fruchtbarkeit sind in der Mutterkuhhaltung von entscheidender Bedeutung, da das aufgezogene Kalb die Haupteinnahmequelle darstellt. Verlängert sich die Zwischenkalbezeit, so wirkt sich das in der Mutterkuhhaltung deutlich stärker auf die Wirtschaftlichkeit aus als in der Milchviehhaltung. Für die Fruchtbarkeit spielt die Nährstoffversorgung eine entscheidende Rolle. Eine nicht bedarfsgerechte Versorgung (gilt sowohl für Unter- als auch Überversorgungen) schlägt sich umgehend auf die Fruchtbarkeit nieder. Zahlreiche Untersuchungen belegen diese Behauptung (BELLOWS und SHORT 1978, MANNINEN et al. 2000, MARONGIU et al. 2002, RICHARDS et al. 1986, RUTTER und RANDEL 1984, VIZCARRA et al. 1998, WILTBANK et al. 1962, WRIGHT et al. 1992, SINCLAIR et al. 2002). Voraussetzung für eine bedarfsgerechte Versorgung der Kühe ist die Kenntnis der Milchmenge, die natürlich auch eine entscheidende Rolle für das Wachstum

der Absatzkälber spielt. In zahllosen Untersuchungen (z. B. DAY et al. 1987, TOTUSEK et al. 1973, CLUTTER und NIELSON 1987, JENKINS und FERRELL 1992, FREETLY und CUNDIFF 1998, RUPERT et al. 1999, SCHOLZ et al. 2001) wurde versucht, die Milchmenge von Mutterkühen richtig einzuschätzen. Dabei bediente man sich folgender Methoden:

- Ständiges Melken der Kühe per Hand oder Maschine und Verfütterung der Milch an die Kälber
- Periodisches Melken per Hand bzw. Maschine (z. T. mit Hilfe einer Oxytocin-Injektion) und Messung der so gewonnenen Milchmenge
- Wiegen der Kälber vor und nach dem Saugen (Wiegen-Saugen-Wiegen)

Von 2004 bis 2008 wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Exaktversuch mit Mutterkühen der Rasse Fleckvieh durchgeführt. Geprüft wurden die Auswirkungen einer eher

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Abteilung für Alternative Rinderhaltung und Produktqualität, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Institut Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, A-8952 Irnding

* Ansprechpartner: Johann Häusler, email: johann.haeusler@raumberg-gumpenstein.at

mäßigen Grundfutterqualität auf die Futter- und Nährstoffaufnahme und die daraus resultierende Milchleistung. Daneben wurden aber auch die Körperkonditionsentwicklung, die Nährstoffversorgung und -ausscheidung, physiologische Parameter und die Auswirkungen auf Fruchtbarkeit, Tier- und Eutergesundheit untersucht. Zusätzlich untersuchte man auch die Entwicklung der Jungrinder bis zum Absetzen, die Mastleistung in der Ausmast bis hin zur Fleischqualität sowie die Wirtschaftlichkeit und ökologisch relevante Aspekte (Nährstoffflüsse). Um auch den Effekt des Absetztermins bearbeiten zu können, wurden die Mutterkühe in 2 Gruppen getrennt und die Jungrinder mit 180 bzw. 270 Tagen entwöhnt.

2. Material und Methoden

Im Jahr 2004 wurden 8 Kalbinnen der Rasse Fleckvieh aus dem Milchviehbestand des Institutes für Nutztierforschung (Herdendurchschnitt Fleckvieh 2004 – 7.380 kg Milch mit 4,23 % Fett und 3,36 % Eiweiß) mit einem Erstkalbealter zwischen 25,7 und 31,5 Monaten und einem Gewicht von 532 bis 685 kg in den Versuch gestellt. Bei der Aufteilung der Tiere auf die zwei Gruppen wurde neben dem Lebensalter und dem Tiergewicht auch der Abkalbetermin, der vorgeschätzte eigene Zuchtwert und der Gesamtzucht- bzw. der Milchwert der Mütter berücksichtigt (Tabelle 1).

Die Besamung der Kalbinnen erfolgte mit der Vaterrasse Limousin (Legionär). In den weiteren Laktationen wurden die Kühe einheitlich mit Charolais (Ahn, Orion und Zeus) belegt. Der Versuch erstreckte sich über 3 vollständige Säuge- und Trockenstehperioden.

Die Mutterkühe erhielten ausschließlich spät geerntetes Grünlandfutter (Mitte bis Ende der Blüte, Energiekonzentration 4,8 bis 5,2 MJ NEL) einer dreischnittig genutzten Dauergrünlandfläche (1. Aufwuchs: Grassilage; 2. Aufwuchs: Heu; 3. Aufwuchs: Kälberheu) zur freien Aufnahme. Auf eine zusätzliche Kraftfütterergänzung wurde verzichtet, eine ausreichende Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen sicher gestellt. Die Kälber erhielten neben der Muttermilch in einem Kälberschlupf Heu (3. Aufwuchs derselben Futterfläche), Mineralstoffe und Vitamine und max. 0,7 kg Kraftfutter pro Tag. Alle männlichen Kälber wurden im Alter von etwa 3 Monaten kastriert. Die von den Mutterkühen abgesetzten Jungrinder erhielten nach einer 3-wöchigen Übergangsfütterung lediglich eine maisbeton-

te Ration mit 0,5 kg Heu und Kraftfutter (max. 50 % der Gesamt-T) sowie die erforderliche Mineralstoffergänzung. Die Schlachtung der Ochsen bzw. Mastkalbinnen erfolgte bei einer Lebendmasse von 580 bzw. 500 kg. Sowohl die Mutterkühe als auch die Kälber und Jungrinder wurden in einem Laufstall gehalten und die Futtermittelaufnahme tierindividuell (Calan-System) erhoben.

In jeder Säugeperiode wurden 1x wöchentlich die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe der Mutterkühe durch 2x tägliches Melken erfasst, wobei in den meisten Fällen diese Melkung mit Hilfe einer Oxytocin-Injektion eingeleitet werden musste. Die zu melkenden Kühe wurden 24 Stunden von den Kälbern getrennt gehalten (Abspänen: 18:00 Uhr, 1. Melkung: 6:00 Uhr Folgetag, 2. Melkung und danach Rückstallung: 18 Uhr). Die Jungrinder erhielten in dieser Zeit die ermolzene Milch über Eimertränkung.

Aus diesem jeweils einen Tagesgemelk pro Woche errechneten wir mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogrammes MICROSOFT EXCEL die Milchleistung für die gesamte Säugeperiode. Dazu wurden die wöchentlichen Tagesgemelke einer Kuh über den Zeitraum einer Säugeperiode in ein Diagramm und danach eine polynomische Trendlinie eingetragen, die den dynamischen Verlauf einer Laktationskurve sehr gut darstellt. Mit Hilfe dieser Kurve und der daraus abgeleiteten Regression konnten Einzelwerte für jeden einzelnen Säugetag ermittelt werden. Anschließend

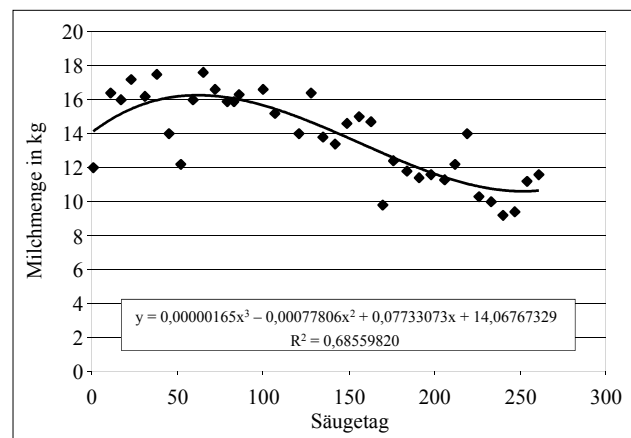


Abbildung 1: Ermittlung der Milchleistung einer Säugeperiode mit Hilfe einer polynomen Trendlinie und der daraus abgeleiteten Regression

Tabelle 1: Einteilung der Mutterkühe

	Abkalbealter Tage	Abkalbetermin Tage 2004	Gewicht kg	vorgeschätzter Gesamtzuchtwert	Gesamtzuchtwert Mutter	Milchwert Mutter
Gruppe 1						
Juliane	947	234	627	109	109	109
Unita	810	275	538	95	96	107
Horende	879	264	621	96	94	88
Pandura	805	277	652	106	103	97
Mittelwert	860,3	262,5	609,5	101,5	100,5	100,3
Gruppe 2						
Honey	883	244	665	102	106	100
Berti	884	283	685		103	107
Pauke	846	314	532		101	98
Lilo	772	250	616	100	95	95
Mittelwert	846,3	272,8	624,5	101,0	101,3	100,0

wurden diese Einzelwerte summiert und so die Milchleistung einer Säugetperiode ermittelt. Vergleicht man die so ermittelten Werte mit den Resultaten aus der Rechtecksmethode (kommt bei der amtlichen Milchleistungskontrolle zur Anwendung, nimmt allerdings keine Rücksicht auf den natürlichen Verlauf einer Laktationskurve) so ergaben sich nur geringfügige Abweichungen.

Errechnet man aus den oben abgebildeten Einzelwerten der wöchentlichen Messungen die Milchleistung für eine Säugetperiode von 270 Tagen, so ergibt sich aus der Multiplikation der Einzelwerte mit den dazwischenliegenden Tagen und der anschließenden Aufsummierung dieser Zwischensummen (Rechtecksmethode) eine Milchleistung von 3.732 kg Milch. Verwendet man die aus der Trendlinie abgeleitete Regression, so ergibt sich eine Milchmenge von 3.703 kg. Der Durchschnittswert aus allen vollständigen Einzelsäugetperioden unterschied sich in den beiden Gruppen zwischen den beiden Berechnungsmodellen um lediglich 4 bzw. 11 kg. Es traten Abweichungen nach oben und unten auf, die größte lag bei etwa 100 kg Milch.

3. Ergebnisse

Der Versuch wurde dem Versuchsplan entsprechend durchgeführt, allerdings noch nicht zur Gänze ausgewertet. Aus diesem Grund werden im Folgenden ausschließlich die Ergebnisse der Milchleistungskontrolle präsentiert.

3.1 Milchmenge

Abbildung 2 zeigt alle Einzelmessungen während des gesamten Versuchszeitraumes und die daraus abgeleiteten Trendlinien und Regressionen.

Tabelle 2 enthält die Mittelwerte sämtlicher Einzelleistungen aus allen Säugetperioden in Abhängigkeit von der Dauer der Säugetzeit. Für eine Säugetzeit von 270 Tagen konnte mit Hilfe von 9 vollständigen Säugetperioden eine Milchleistung von durchschnittlich 3.351 kg Milch ermittelt werden. Die Standardabweichung betrug 365 kg, der Maximumwert

Tabelle 2: Milchleistung von Fleckviehmutterkühen in Abhängigkeit von der Dauer der Säugetperiode

		Säugetzeit	
		270 Tage	180 Tage
Laktation	n	9	12
Milch	kg	3.351	2.245
Max.	kg	3.883	2.863
Min.	kg	2.782	1.840
s_e		365,3	310,4
Milch/Tag	kg	12,4	12,5
ECM	kg	2.946	1.988
Max.	kg	3.568	2.771
Min.	kg	2.338	1.626
s_e		432,0	332,0
ECM/Tag	kg	10,9	11,0
Fett	%	3,20	3,40
Eiweiß	%	3,00	3,01
Lactose	%	4,85	4,92
Zellzahl	ml	45	113

3.883 kg und der Minimumwert 2.782 kg Milch. In 180 Tagen Säugetzeit stand den Kälbern eine durchschnittliche Milchmenge von 2.245 kg zur Verfügung. Hier konnten in 12 vollständigen Säugetperioden eine Standardabweichung von 310 kg, ein Maximalwert von 2.863 kg und ein Minimumwert von 1.840 kg Milch beobachtet werden. Das Durchschnittsgemelk pro Tag lag mit 12,4 bzw. 12,5 kg in beiden Gruppen auf einem ähnlichen Niveau, wobei bis zum 180. Tag der Tagesdurchschnitt in der Gruppe mit 270 Tagen Säugetzeit durchgehend über dem der Gruppe mit 180 Tagen Säugetzeit lag. Da in der Gruppe „270“ allerdings die Säugetzeit um 90 Tage länger war und die Milchleistung in dieser Phase etwas abfiel, konnte in beiden Gruppen ein ähnliches Durchschnittsgemelk pro Tag ermittelt werden. Der Zeitpunkt der Laktationsspitze lag in beiden Gruppen rund um den 60. Säugettag.

3.2 Fettgehalt

Abbildung 3 zeigt den Milchfettgehalt im Verlauf der Säugetperiode und Tabelle 2 den durchschnittlichen Fettgehalt der beiden Gruppen. Dieser war mit 3,2 bzw. 3,4 % in den Gruppen 270 bzw. 180 Säugettagen auf einem sehr tiefen Niveau und in der Gruppe mit 180 Säugettagen um etwa 0,2 % höher, wobei die höheren Werte vor allem am Beginn der Säugetzeit auftraten. Weiters konnte eine sehr große Streuung der Fettgehalte, die in der Gruppe „180“ noch stärker ausgeprägt war, beobachtet werden.

3.3 Eiweißgehalt

Abbildung 3 zeigt den Milcheiweißgehalt im Verlauf der Säugetperiode und Tabelle 2 den durchschnittlichen Eiweißgehalt der beiden Gruppen. Er

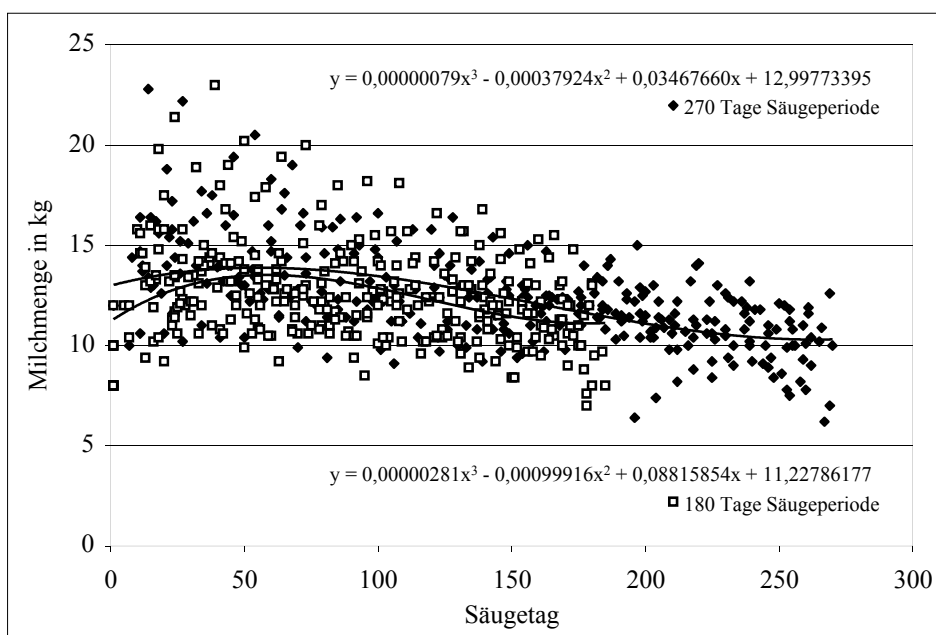


Abbildung 2: Verlauf der Milchmenge während der Säugetzeit

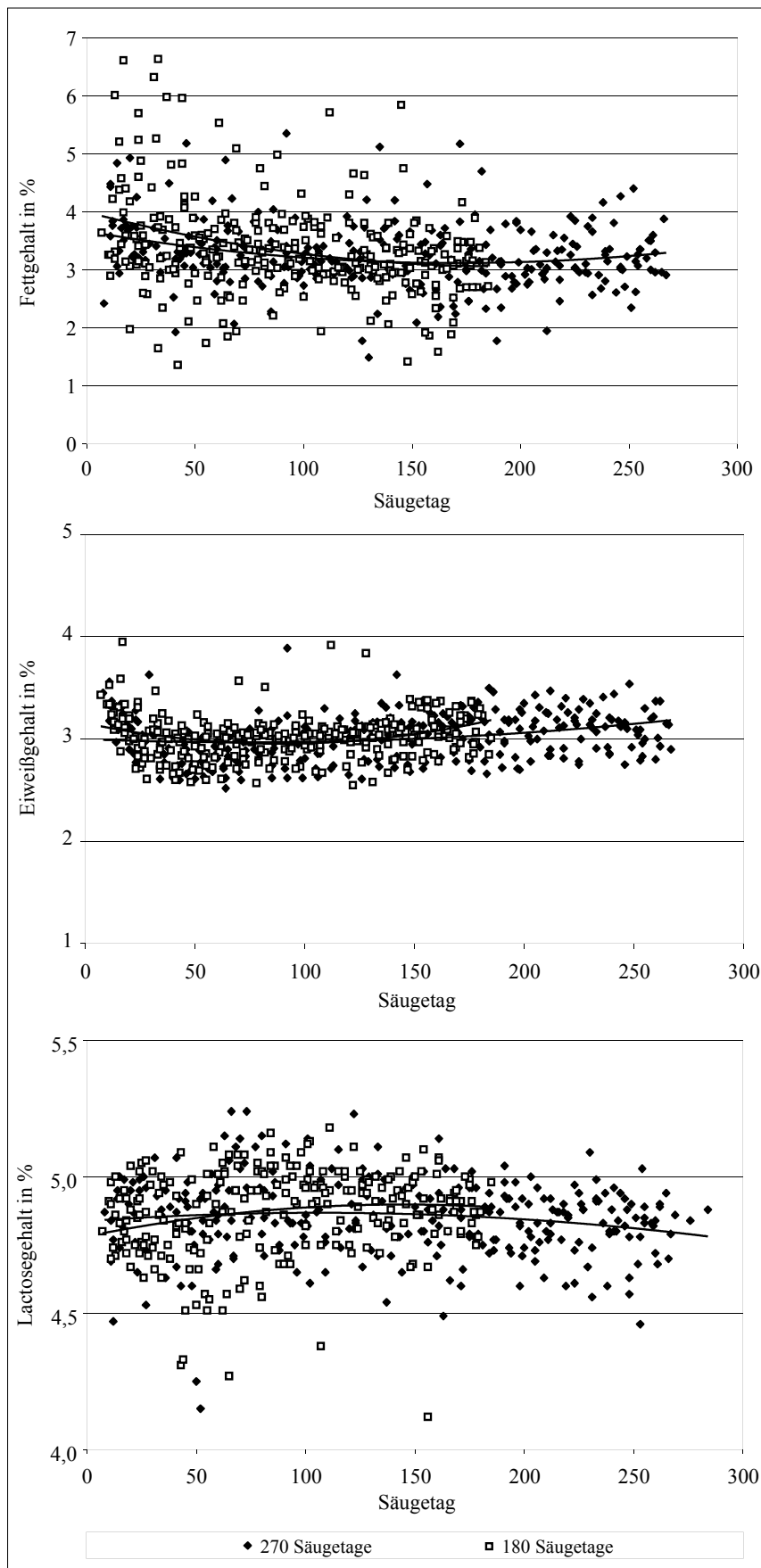


Abbildung 3: Verlauf des Milchfett- und des Milcheiweißgehaltes sowie des Laktosegehaltes der Milch während der Säugetzeit

war mit rund 3,0 % in beiden Gruppen auf dem selben Niveau und die Streuung der Einzelwerte war wesentlich geringer als beim Fettgehalt, allerdings war sie in der Gruppe „180“ etwas stärker ausgeprägt.

3.4 Laktose

Der Laktosegehalt der beiden Gruppen unterschied sich mit 4,85 bzw. 4,92 nur geringfügig (Tabelle 2). Betrachtet man jedoch den Verlauf in *Abbildung 3*, so sieht man ein etwas höheres Niveau in Gruppe „180“, allerdings findet man in dieser Gruppe auch mehrere niedrigere Werte.

3.5 ECM

Wie aus *Tabelle 2* abzulesen ist, konnten für eine Säugetzeit von 270 Tagen durchschnittlich 2.946 kg ECM erhoben werden. Bei einer Säugetzeit von 180 Tagen reduzierte sich die Milchmenge auf 1.988 kg ECM. Bedingt durch den etwas höheren Fettgehalt am Beginn der Säugetzeit kam es zu einer leichten Erhöhung von 10,9 auf 11,0 kg ECM der durchschnittlich ermolkenen Milchmenge (ECM) in der Gruppe „180“.

3.6 Zellzahl

Die *Abbildung 4* zeigt die Zellgehalte der einzelnen Messungen. Zum überwiegenden Teil wurden Zellgehalte unter 200.000/ml beobachtet. In der Gruppe „270“ konnten nur vereinzelt erhöhte Zellgehalte festgestellt werden, der maximale Zellgehalt lag nie über 400.000/ml. Anders sah es in der Gruppe „180“ aus, hier lagen mehr als 10 Werte deutlich über 1.000.000 somatischer Zellen pro ml. Auch Werte über 200.000 Zellen/ml konnten deutlich öfter beobachtet werden. Dies schlägt sich auf die durchschnittliche Zellzahl nieder, die in Gruppe „180“ mit durchschnittlich 113.000/ml doch deutlich über jener der Gruppe „270“ mit durchschnittlich 45.000 lag.

4. Diskussion

Wie oben dargestellt, konnte im vorliegenden Versuch mit Fleckviehmutterkühen in 180 bzw. 270 Tagen Säugetzeit eine durchschnittliche Milchleistung von 2.245 bzw. 3.351 kg Milch und 1.988 bzw. 2.946 kg ECM ermittelt werden. Vergleicht man die Leistungen bis zum 180. Säugetag, so weist die

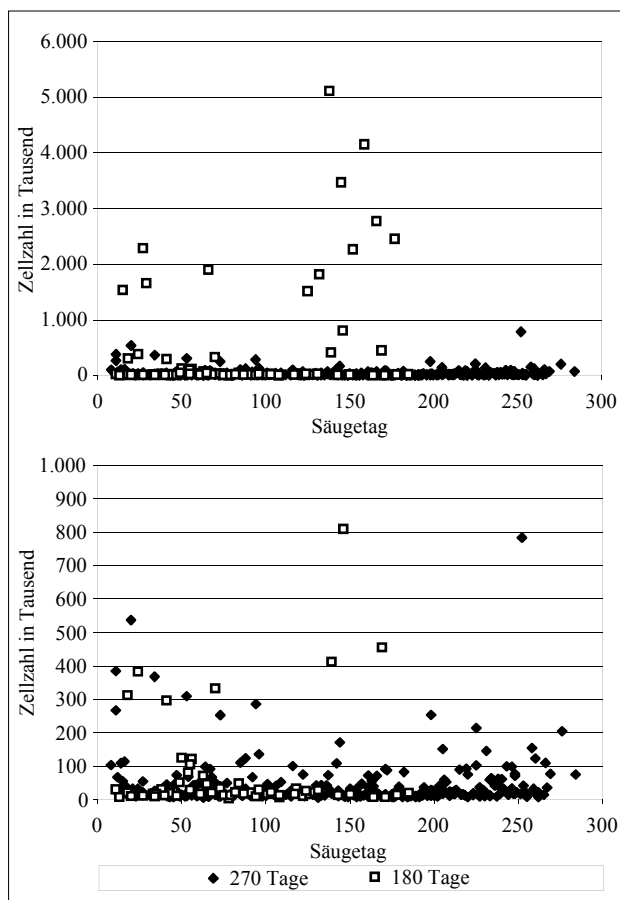


Abbildung 4: Verlauf des Zellgehaltes der Milch während der Säugeperiode

Gruppe „270“ mit 2.374 kg Milch bzw. 2.074 kg ECM nur eine geringfügig höhere Leistung als die Gruppe „180“ auf, was wiederum für die Gleichmäßigkeit der beiden Gruppen spricht. Dies zeigt sich auch in der durchschnittlichen Tagesmilchmenge, die bei 12,4 bzw. 12,5 kg lag. Die Fettgehalte waren mit durchschnittlich 3,4 bzw. 3,2 % auf einem sehr tiefen Niveau. Die Gründe dafür dürften einerseits in der für die Kühe ungewohnten Melkung (der Fettgehalt kann dadurch stark schwanken) und andererseits in der rohfasserreichen Fütterung zu suchen sein, die möglicherweise die Essigsäurebildung im Pansen und damit die MilCHFettbildung limitiert haben könnte. Vor allem am Beginn der Säugeperiode war der Fettgehalt in der Gruppe „180“ etwas höher (Einzelmessungen lagen über 5 % Fett) als in Gruppe „270“, in der es nur sehr wenige Ausreißer nach oben gab. Dies dürfte – bedingt durch die sehr lange Trockenstehzeit – auf eine etwas stärkere Verfettung der Kühe in dieser Gruppe und damit eine höhere Körperfetteinschmelzung zu Beginn der Säugeperiode zurückzuführen sein. Der Eiweißgehalt war mit rund 3 % in beiden Gruppen gleich und auf einem sehr niedrigen Niveau, dies ist mit Sicherheit auf die niedrige Energiekonzentration der Ration zurück zu führen. Während der Laktosegehalt in beiden Gruppen ein ähnliches Niveau aufwies, konnte bei der Zellzahl ein augenscheinlicher Unterschied festgestellt werden. Sowohl die durchschnittliche Zellzahl (113.000 bzw. 45.000 Zellen/ml) als auch die Anzahl der deutlich erhöhten Werte (über 400.000/ml) war in der Gruppe „180“ deutlich höher. Dies dürfte einerseits auf die längere Trockenstehzeit und

andererseits auf das stärkere Besaugen durch eine andere Mutterkuh zurückzuführen sein.

Die Mutterkühe stammten aus einer Milchviehherde mit durchschnittlich fast 7.400 kg Milch pro Laktation. Im Anschluss an den Versuch wurden sie wieder in die Milchviehherde integriert und dabei konnte eine durchschnittliche Laktationsleistung von 6.621 kg Milch (Min. 6.110 kg, Max. 6.933 kg) erzielt werden, d.h. das Milchleistungspotential der Kühe war in etwa doppelt so hoch wie die tatsächliche Leistung während der Zeit als Mutterkuh. Die Ursachen für die wesentlich geringere Milchleistung liegen einerseits im Verzicht auf Kraftfutter und in der mäßigen Grundfutterqualität und dürften andererseits auch in der hormonellen und physikalischen Steuerung der Milchbildung zu suchen sein. Die wichtigste leistungsfördernde Maßnahme bei der Milcherzeugung ist regelmäßiges und richtiges Melken, da durch den häufigeren Milchentzug der laktogene Hormonkomplex stärker stimuliert wird und zusätzlich der niedrigere Euterinnendruck die Milchsekretion fördert. Mit zunehmendem zeitlichem Abstand vom letzten Melken steigt der Euterinnendruck. Dadurch wird die Milchbildung zunehmend verlangsamt und kommt nach etwa 36 Stunden ganz zum Stillstand. Doch nicht nur der Druckanstieg führt zum Versiegen der Milchbildung, sondern gleichzeitig mit der Anreicherung von Milch in den Alveolen (Ursache des Druckanstiegs) kumuliert auch eine Eiweißverbindung, die die Milchsekretion hemmt. Dieser Zusammenhang ist auch vom Trockenstellen her bekannt. Laut WEHOVSKY et al. (1982) übt im Euter verbleibende Milch einen depressiven Effekt auf die Milchsekretion aus und beeinträchtigt damit die gesamte Laktationsleistung. Bis zu einem Alter von vier bis fünf Monaten deckt das Kalb seinen Nährstoffbedarf (Energiebedarf = Erhaltung (= 0,53 MJ ME je kg KGW^{0,75}) + Leistung (= 33 MJ ME pro kg Zuwachs)) vorwiegend über die Milch. Daraus resultieren Milchmengen zwischen 8 und 18 (20) kg Milch. Liegt zu Beginn der Säugezeit die Milchleistung der Kuh darüber, wird das Euter nicht vollständig ausgesaugt, der Euterinnendruck steigt und damit wird die Milchbildung gedrosselt und an den Bedarf des Kalbes angepasst. Errechnet man aus den oben angegebenen aufgenommenen Milchmengen die durchschnittliche tägliche Tagesmilchmenge, so kommt man auf einen Wert von 13 kg, das ist um etwa 0,5 kg höher als wir in unserem Versuch ermitteln konnten. Hochgerechnet auf 270 Tage ergibt sich daraus eine Milchmenge von 3.510 kg. Als Faustzahl kann mit einem Milchbedarf von 10 kg pro kg Zuwachs kalkuliert werden. Unterstellt man einen durchschnittlichen Tageszuwachs von 1.200 g, kann in 270 Tagen eine Zuwachsleistung von 324 kg erzielt werden, daraus ergibt sich ein theoretischer Milchbedarf von 3.240 kg und dieser Wert deckt sich in etwa mit dem im Versuch ermittelten Wert. Ein Tageszuwachs von 1.500 g setzt eine Milchleistung von etwa 4.000 kg Milch voraus.

Interessant im Zusammenhang mit der Steuerung der Milchbildung über den Euterinnendruck ist ein Detail aus unserem Versuch: Eine unserer Mutterkühe hatte innerhalb des Versuchszeitraumes eine Zwillinggeburt. Während sie in den beiden Säugeperioden mit einem Kalb lediglich eine Milchleistung von 2.782 bzw. 2.917 kg Milch in 270 Säugezeiten erzielte (= 10,3 bzw. 10,8 kg pro Tag), steigerte sie sich in dem Jahr mit der Zwillinggeburt auf 3.883 kg (= 14,4 kg pro Tag!), das ist eine Leistungssteigerung von

fast 40 %. Allerdings verlor sie in diesem Jahr auch mehr an Körpergewicht, ein klarer Hinweis darauf, dass in diesem Jahr eine Erhöhung der Energiekonzentration der Ration notwendig gewesen wäre.

JENKINS und FERRELL (1992) stellten fest, dass sich die Milchleistung erhöht und der Zeitpunkt der Laktationsspitze nach hinten verschiebt, wenn man die Energiekonzentration der Ration erhöht. So brachte eine Erhöhung der Energieaufnahme von 170 auf 290 kcal eine Steigerung des durchschnittlichen Tagesgemelkes von 9,2 auf 11,0 kg und eine Erhöhung der 210-Tage-Leistung von 1.239 auf 1.701 kg Milch. Gleichzeitig verschob sich die Laktationsspitze von Woche 8,3 auf Woche 11. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass sich in unserem Versuch durch die Erhöhung der Energiekonzentration zumindest die Gehalte der Milchinhaltsstoffe und damit die Milchleistung nach ECM verbessert hätte, wenn wir die Energiekonzentration der Ration erhöht hätten. Das hätte aber auch vor allem in der Gruppe „180“ zu einer stärkeren Verfettung der Kühe geführt.

SCHOLZ et al. (2001) erreichten mit Fleckviehkühen und Kreuzungstieren (Milchrind x Fleischerind) eine durchschnittliche Tagesmilchmenge von 13,4 kg und damit eine 280-Tage-Leistung von etwa 3.750 kg Milch, wobei er deutlich höhere Fett- (durchschnittlich 4,26 %) und Eiweißgehalte (3,62 %) und damit eine deutlich höhere Menge ECM beobachten konnte. Zur Schätzung des Leistungspotentials wurde ebenso wie bei unserer Untersuchung die Methode des maschinellen Milchentzuges – allerdings in 4-Wochen-Abschnitten – bis zum 280. Säugetag durchgeführt. Parallel dazu liefen Untersuchungen an Red Angus in Ungarn, die mit rund 1.754 kg 200-Tage-Leistung um rund 1.000 kg niedriger lagen als die Versuchskühe in Deutschland (LVA Iden). Zwischen den einzelnen Genotypen konnten dabei teilweise erhebliche und signifikante Unterschiede ermittelt werden.

DAY et al. (1987) fanden bei Mutterkühen 205-Tage-Leistungen zwischen 996 und 2.354 kg (4,9 bzw. 11,5 kg Milch/Tag) und FREETLY und CUNDIFF (1998) untersuchten die Milchleistungen verschiedener Fleischerassen zwischen dem 50. und 200. Säugetag, wobei sie in dieser Phase Milchleistungen zwischen 842 und 1.070 kg ermitteln konnten, das entspricht einer täglichen Milchleistung zwischen 5,6 und 7,1 kg Milch. RUPERT et al. (1999) fanden bei Angus- und Hereford-Mutterkühen in den einzelnen Säugemonaten durchschnittliche Tagesgemelke zwischen 3,2 im 7. und 16,4 kg im 1. Säugemonat. JENKINS und FERRELL (1992) untersuchten mit der Methode Wiegen-Saugen-Wiegen die Milchleistung von 9 Mutterkuhrassen und ermittelten mit Tagesgemelken von 8,8 bis 11,9 kg 210-Tage-Leistungen zwischen 1.191 und 1.803 kg Milch.

5. Schlussfolgerungen

- In Anbetracht des vorliegenden Versuchsergebnisses und ähnlich lautender Versuchsergebnisse sowie des kalkulierten Milchbedarfes der Kälber scheint eine Milchmenge von etwa 3.500 kg ECM repräsentativ für die österreichische Mutterkuhpopulation zu sein.
- Neben der Genetik und der Grundfutterqualität ist der Milchentzug des Kalbes der begrenzende Faktor in der Milchbildung. Die Milchleistung erhöht sich, wenn mehrere Kälber an einer Kuh saugen.

- Ausgehend von der oben genannten Milchleistung ist für die Fütterung einer Mutterkuh Grundfutter von guter Durchschnittsqualität (rund 5,5 MJ NEL) ausreichend (auch zum Zeitpunkt der Laktationsspitze, Ausnahmen: Zwillingsgeburten oder Ammenkuhhaltung).
- Erhöht man während der Säugeperiode die Energiekonzentration, so erhöhen sich die Gehalte der Milchinhaltsstoffe und damit die Milchleistung nach ECM.
- Um eine Verfettung von Mutterkühen zu verhindern, ist am Ende der Säugeperiode und in der Trockenstehzeit eine Reduktion der Energiekonzentration im Futter notwendig.

6. Literatur

- BARTH, K., C. RADEMACHER und H. GEORG, 2007: Melken und Kälber säugen – geht das? In: Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Hrsg.: S. Zikele, W., Claupein, S., Dabbert, B., Kaufmann, T., Müller, und A. Valle Zárate, Universität Hohenheim 20.-23.03.2007, Bd. 2, 581-584.
- BELLOWS, R.A. und R.E. SHORT, 1978: Effects of precalving feed level on birth weight, calving difficulty and subsequent fertility. *J. Anim. Sci.* 46, 1522-1528.
- CLUTTER, A.C. und M.K. NIELSEN, 1987: Effect of level of beef cow milk production on pre- and postweaning calf growth. *J. Anim. Sci.* 64, 1313-1322.
- DAY, M.L., K. IMAKAWA, A.C. CLUTTER, P.L. WOLFE, D.D. ZALESKY, M.K. NIELSEN und J.E. KINDER, 1987: Suckling behaviour of calves with dams varying in milk production. *J. Anim. Sci.* 65, 1207-1212.
- FREETLY, H.C. und L.V. CUNDIFF, 1998: Reproductive performance, calf growth and milk production of first-calf heifers sired by seven breeds and raised of different levels of nutrition. *J. Anim. Sci.* 76, 1513-1522.
- FAHR, R. D. und G. VON LENGERKEN, 2003: Milcherzeugung – Grundlagen, Prozesse, Qualitätssicherung, Fachbuch Deutscher Fachbuchverlag.
- JENKINS, T.G. und C.L. FERRELL, 1992: Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *J. Anim. Sci.* 70, 1652-1660.
- MANNINEN, M. und H. HUHTA, 2001: Influence of pre partum and post partum plane of nutrition on the performance of crossbreed suckler cows and their progeny. *Agric. a. Food Sci. in Finnl.* 10, 3-18.
- MANNINEN, M., I. ARONEN und H. HUHTA, 2000: Effect of feeding level and diet type on the performance of crossbreed suckler cows and their calves. *Agric. a. Food Sci. in Finnl.* 9, 3-16.
- MARONGIU, M.L., G. MOLLE, L. SAN JUAN, G. BOMBOI, C. LIGIOS, A. SANNA, S. CASU und M.G. DISKIN, 2002: Effects of feeding level before and after calving and restricted suckling frequency on post partum reproductive and productive performance of Sarda and Charolais x Sarda beef cows. *Livest. Prod. Sci.* 77, 339-348.
- NRC (National Research Council), 2000: Nutrient requirements of beef cattle. National Academy Press, Washington, DC, USA, 232 S.
- RICHARDS, M.W., J.C. SPITZER und M.B. WARNER, 1986: Effect of varying levels of post partum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62, 300-306.
- RUPERT, S.D., D.S. BUCHANAN, J.A. MINICK und L. KNORI, 1999: Use of milk EPDs to predict differences in milk production of range

- beef cows. Oklahoma State Univ., Animal Science Research Report, 9-12.
- RUTTER, L.M. und R.D. RANDEL, 1984: Post partum nutrient intake and body condition: Effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 58, 265-274.
- SCHOLZ, H., A.Z. KOVACS, J. STEFLER, R.D. FAHR und G. VON LENGERKEN, 2001: Milchleistung und -qualität von Fleischrindkühen während der Sägeperiode. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 44, 6, 611-620.
- SINCLAIR, K.D., S. YLDIZ, G. QUINTANS und P.J. BROADBENT, 1998: Annual energy intake and performance of beef cows differing in body size and milk potential. *J. Anim. Sci.* 66, 643-655.
- SINCLAIR, K.D., G. MOLLE, R. REVILLA, J.F. ROCHE, G. QUINTANS, L. MARONGIU, A. SANZ, D.R. MACKAY und M.G. DISKIN, 2002: Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 post partum in suckling beef cows. *J. Anim. Sci.* 75, 115-126.
- STEFLE, J., A.Z. KOVAC, R.-D. FAHR, H. SCHOLZ und S. TEICHMANN, 2000: Milchleistung und Milchqualität von Fleischrindern. Tagung „Qualität von Futtermitteln und tierischen Primärprodukten“. Halle, 17.-18.11.2000, 52-62.
- STEINWIDDER, A., J. HÄUSLER, A. SCHAUER, G. MAIERHOFER, L. GRUBER, J. GASTEINER und L. PODSTATZKY, 2006: Einfluss des Absetztermins auf die Milchleistung und Körpermasse von Mutterkühen sowie die Zuwachsleistung von Mutterkuh-Jungrindern. Tagungsband 15. Zdravec-Erjavec Tagung, 09-10.11.2006, 284-289.
- TOTUSEK, R., D.W. ARNETT, G.L. HOLLAND und J.V. WHITMAN, 1973: Relation of estimation method, sampling interval and milk composition to milk yield of beef cows and calf gain. *J. Anim. Sci.* 37, 153-158.
- VIZCARRA, J.A., R.P. WETTENMANN, J.C. SPITZER und D.G. MORRISON, 1998: Body condition at parturition and post partum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 76, 927-936.
- WEHOWSKY, G., F. TRÖGER, H. LOHR, P. MORITZ, D. BOTHUR und H.W. HOFFMANN, 1982: Einfluss biotechnischer Maßnahmen auf Milchejektion und Laktation. *Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-Naturwiss.* R. 31, 440-448.
- WILTBANK, J.N., W.W. ROWDEN, J.E. INGALLS, K.E. GREGORY und R.M. KOCH, 1962: Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *J. Anim. Sci.* 21, 219-225.
- WRIGHT, I.A., S.M. RHIND, T.K. WHYTE und A. J. SMITH, 1992: Effects of body condition at calving and feeding level after calving on LH profiles and the duration of the post partum anoestrous period in beef cows. *Anim. Prod.* 55, 41-46.

Wo liegen die Knackpunkte und Potenziale unseres Mutterkuhbetriebes?

Franz und Christa Hain^{1*}

1. Betriebsvorstellung

1.1. Ausgangssituation und Betriebsumstellung

Unser Betrieb wird seit 1989 biologisch geführt, meine Eltern lebten von der Milcherzeugung im Vollerwerb (65.000 kg Milchkontingent). Ich habe den Betrieb im Jahr 2000 übernommen.

Da mit dieser Betriebsgröße für mich klar war, dass ich weiter in die Arbeit gehen würde, haben wir uns schon vor der Übergabe mit alternativen Betriebsformen beschäftigt.

Aus Beratungen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen hat sich für uns die Mutterkuhhaltung als neuer Weg angeboten. Um dann die passende Haltungform zu finden, haben wir neben einer Stallbauberatung sehr viele Bauern besucht und dabei die unterschiedlichsten Stallvarianten gesehen und verglichen. Dieser praktische Teil der Entscheidungsfindung war für uns am wichtigsten.



Abbildung 1: Liegeboxen



Abbildung 2: Fressplatz

1.2. Anpassung Stallgebäude

Unsere Entscheidung fiel auf einen Umbau des Anbindestalles mit möglichst geringem Aufwand. So wurden die Standplätze der Milchkühe zu Liegeboxen (Abbildung 1) und der Jungrinderbereich zu einem Futtertisch mit Selbstfanggitter umgebaut (Abbildung 2).

Der Kälberschlupf wurde am Futtertisch vor den Liegeflächen realisiert (Abbildung 3).

Auch die Auslaufflächen wurden erneuert (Abbildung 4) und als Sortier- und Verlademöglichkeit ein Treibgang als Verbindung von den beiden Auslaufflächen geschaffen (Abbildung 5). Dieser ermöglicht gemeinsam mit den Selbstfanggittern ein sicheres und ruhiges Arbeiten mit den Tieren.

Zum Absondern von Trockenstehern sind am gegenüberliegenden Teil der Futterachse ein variabel abteilbarer Bereich und eine Abkalbebox integriert worden.



Abbildung 3: Kälberschlupf



Abbildung 4: Auslauf

¹ A-4134 Putzleinsdorf

* Ansprechpartner: Franz Hain, email: fc-hain@aon.at



Abbildung 5: Treibgang

Durch die neue Haltungsform musste eine neue Güllegrube errichtet werden.

Die Gesamtkosten für die beschriebenen Umbauten betragen 18.000 Euro inkl. Güllegrube.

1.3. Rückblick auf 10 Jahre Mutterkuhbetrieb

Wir können auf eine erfolgreiche Zeit mit unserer Mutterkuhhaltung zurückblicken. Auf unserem Betrieb halten wir 15 Fleckvieh Mutterkühe und einen Limousin Deckstier, gefüttert von 17 ha Grünland. Wir produzieren Jungrinder und beliefern über die Rinderbörse die BIO Projekte von Handelsketten.

Die Wirtschaftsweise wurde nach und nach an die neue Betriebsform angepasst. Bezüglich der Arbeitskräfte und der Betriebsführung habe ich mittlerweile die Rollen mit meiner Frau getauscht. Zurzeit schaukelt meine Frau den laufenden Betrieb, ich arbeite in Abhängigkeit von meinen beruflichen Möglichkeiten mit.

2. Knackpunkte

2.1. Zeiteinteilung und Arbeitszeit

Zu Beginn unserer Mutterkuhhaltung galt die Meinung, dass diese Betriebsform nebenbei läuft und dass möglichst wenig Arbeitsaufwand investiert werden darf. Wenn ich aber auf unserem Betrieb zurückblicke, denke ich, dass speziell in der Herdenbeobachtung und Betriebsorganisation Zeit eingeplant werden muss, um erfolgreich zu sein. Das soll auch in dieser Form klar an potenzielle Umstellbetriebe vermittelt werden.

Die täglich auf unserem Betrieb durchzuführenden Arbeiten sind überschaubar, wir benötigen dafür ca. 1 Stunde pro Tag. Jedoch können größere Arbeiten kurzzeitig zu einer Herausforderung werden.

Dazu ein Beispiel vom letzten Sommer:

Der Normalbetrieb läuft gut, meine Frau übernimmt sämtliche Aufgaben, ich konzentriere mich mehr auf meinen Beruf. Wir haben beim zweiten Schnitt 3 ha zum Heuen gemäht und geplant, das fertige Heu am Abend gemeinsam nach der Arbeit nach Hause zu bringen. Angespornt von einer herrlichen Wettervorhersage, macht Christa beim Frühstück mit mir aus, dass sie weitere 4 ha zum Heuen

mäht. Untertags haben sich dann bei einem meiner Projekte Probleme ergeben und ich habe meiner Frau am Nachmittag gesagt, dass ich am nächsten Tag in die Türkei muss.

Am Abend haben wir die ersten 3 ha nach Hause gebracht, ich habe meine Sachen gepackt und mich vorbereitet, hatte aber keinen Kopf mehr, wie das mit den anderen 4 ha werden wird.

Die Situation ist gut ausgefallen, hat uns aber mögliche Knackpunkte aufgezeigt.

2.2. Wirtschaftliche Entwicklung

Eine meiner Devisen seit der Betriebsübernahme ist, dass ich nicht arbeiten gehen werde, um mir zu Hause eine Landwirtschaft leisten zu können. Das heißt, der Betrieb muss sich eigenständig rechnen und Rücklagen für die Gebäudeerhaltung bringen. Bis jetzt ist das auch so, da aber bei unserer Mutterkuhhaltung der größere Teil der Einnahmen von den Ausgleichszahlungen kommt, hängt die weitere Entwicklung stark von den künftigen Rahmenbedingungen ab (Abbildung 6).

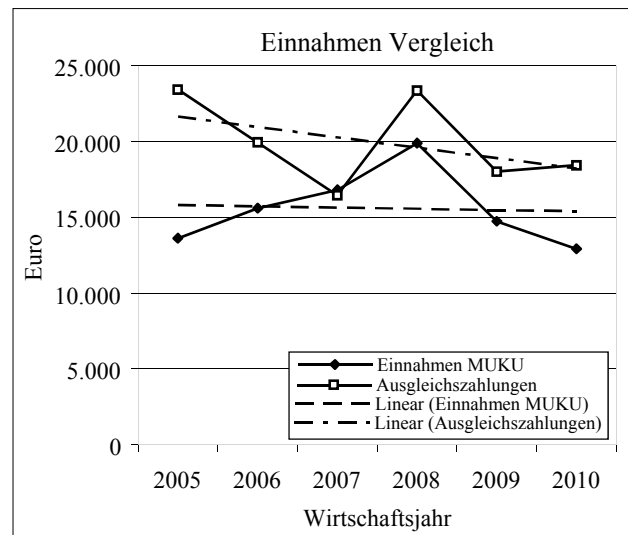


Abbildung 6: Einnahmen Vergleich

3. Potenziale

3.1. Geringe Einnahmen erzielen zu geringen Ausgaben

Auf unserem Betrieb sanken die Einnahmen durch die Umstellung um 24 %. Dadurch sind wir laufend aufgefordert, uns entsprechend mit den Ausgaben auseinander zu setzen. Unterstützt durch die Arbeit im Arbeitskreis ist uns dieses Gleichgewicht gut gelungen.

Ich sehe darin ein Potenzial bei zukünftigen Änderungen und denke hier zum Beispiel an eine Steigerung der Energiepreise.

Ein intensiver und stark mechanisierter Betrieb hängt mit vielen Ausgaben wie Kraftfutter, Treibstoff und Maschinenkosten direkt an den Energiepreisen.

Für unsere Betriebsform sind wir mit unserem 65 PS Traktor ca. 160 Stunden im Jahr im Einsatz und sind wesentlich weniger abhängig von Preiserhöhungen auf der Ausgabenseite.

3.2. 10 Jahre erfolgreiche Weidehaltung

Die Weidehaltung stellt für uns eine Schlüsselrolle dar, sie ist für uns die günstigste Form der Grundfutterproduktion.

Wir arbeiten mit einem Standweidesystem, im Frühjahr beginnen wir mit einer Fläche von 3 bis 4 ha, nach dem ersten Schnitt erweitern wir auf 7 ha und nach dem zweiten Schnitt steht dann eine Weide mit bis zu 17 ha in einem Stück zur Verfügung.

Manchmal müssen wir einen Pflegeschnitt durchführen, manchmal würde der Begriff Kurzrasenweide besser passen, je nachdem was unsere Einschätzung zur tatsächlichen Wetterlage ergibt.

Lagebedingt können die Tiere nicht frei zwischen Stall und Weide wechseln. Dieser Nachteil hat aber auch Vorteile:

- Durch das tägliche Treiben ist eine gute Beobachtung der Tiere möglich
- Wir haben eine ruhige und an Menschen gewohnte Herde
- Im Stall können wir die vorhandenen Fangeinrichtungen für Behandlungen und Sortierungen nutzen und je nach Bedarf Heu zufüttern

Die Weidehaltung hat den negativen Ruf, dass sehr viel vertreten wird und die Grasnarbe beschädigt wird. Subjektiven Beobachtungen unserer Wiesen zufolge denke ich, dass sich die Wiesen nach ca. 4 Jahren auf einen Weiderasen umgestellt haben. Bauern, die mit der Weidehaltung beginnen wollen, müssen sich dessen bewusst sein. Ein

Jahr lang zu probieren und dann enttäuscht zu sein, macht keinen Sinn.

3.3. Potenziale durch Arbeitskreis sichtbar machen

Durch die Beschäftigung mit der Betriebsform im Kreis von Kollegen und entsprechender fachlicher Begleitung können Potenziale am eigenen Betrieb aufgezeigt werden. Die betrieblichen Aufzeichnungen sind dazu ein gutes Werkzeug.

Unsere Ziele:

- Abkalbezeit unter einem Jahr
- Mindestens ein Kalb pro Kuh und Jahr
- 1.000 Euro Verkaufserlös pro Jungrind

(Abbildung 7)

3.4. Freude am Betrieb

Unabhängig von sachlichen Betrachtungen haben wir eine Freude mit unserem kleinen Betrieb.

Wir nutzen ihn neben der Arbeit als Ausgleich und Erholung und leben einen sinnvollen Umgang mit der Natur.

Für die Kinder ist der gesamte Betrieb wie ein großer Spielplatz, handwerkliche und soziale Fähigkeiten werden vermittelt.

In Summe: ein schöner Platz für unsere Familie.

KZ	Faktor	Einheit	2170876/10	2170876/09	2170876/08	2170876/07	2170876/06	2170876/05	Ø 2170876...
1	BIOLOGISCHE KENNZAHLEN								
2	Anzahl Mutterkühe	Stück	14,55	13,25	15,42	15,70	15,06	13,57	14,59
3	Ø Alter der Mutterkühe	Jahre	6,13	6,19	5,81	5,69	5,74	5,98	5,92
4	Summe Kälber	Stück	19,00	14,00	22,00	19,00	20,00	15,00	18,17
5	Ø Geburtsgewicht	kg	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
6	Ø Kalbeverlauf		1,00	1,36	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06
7	Ø Zwischenkalbezeit	Tage	334,76	326,75	350,76	346,07	354,79	361,36	345,75
8	PRODUKTIONSKENNZAHLEN								
9	Absetzer								
10	Abgesetzte Kälber	Stück	1,00		1,00	2,00	2,00	3,00	1,50
11	Ø Absetzalter	Tage	240,00		240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
12	Ø Absetzgewicht	kg							
13	Ø Absetzwert	€	700,00		700,00	700,00	700,00	700,00	700,00
14	Ø Tageszunahme	g							
15	Schlachtung - Milchmastkälber								
23	Schlachtung - Jungrinder								
31	Notschlachtungen								
39	Schlachtung - Sonstige								
40	Verkaufte Kälber	Stück	15,00	16,00	20,00	17,00	13,00	13,00	15,67
41	Ø Lebendgewicht ab Hof	kg	393,57	366,77	376,74	399,05	422,25		388,75
42	Ø Verkaufsalter	Tage	352,20	351,38	348,80	346,47	361,77	320,38	347,22
43	Ø Schlachtgewicht kalt	kg	222,34	209,93	208,24	217,77	247,66	234,40	221,29
44	Ø Erlös/kg Schlachtgewicht kalt	€	4,27	4,17	4,33	4,17	4,07	3,92	4,17
45	Ø Verkaufswert	€	950,05	875,45	910,93	907,86	1.008,04	925,44	926,02
46	Ø Tageszunahme	g	985,44	936,00	967,47	1.039,00	1.123,63		1.001,49
47	Lebendvermarktung - Einsteller								
48	Verkaufte Kälber	Stück	1,00	2,00		1,00			0,67
49	Ø Lebendgewicht ab Hof	kg				346,00			346,00
50	Ø Verkaufsalter	Tage	245,00	340,00		219,00			286,00
51	Ø Erlös/kg Lebendgewicht ab Hof	€				2,10			2,10
52	Ø Verkaufswert	€	755,03	727,55		726,00			734,03
53	Ø Tageszunahme	g				1.397,00			1.397,00

Abbildung 7: BZA

Arbeitswirtschaft im Milchviehbetrieb – Gute Lösungen und Schwachpunkte

Elisabeth Quendler^{1*}

Zusammenfassung

Stagnierende bis sinkende Erzeugerpreise für Milch und hohe Investitionskosten bei der Erneuerung und Erweiterung von Milchviehställen können die Wirtschaftlichkeit stark gefährden. Die Arbeitskosten verursachen neben den Festkosten von Baulichkeiten, Maschinen und Geräten die höchsten Kostenanteile an den Gesamtkosten der Milchgewinnung. Betriebsleiter investieren erstrangig, um die Existenz und Unabhängigkeit zu sichern und die Arbeitsqualität zu erhöhen. Um ein kostendeckendes Produzieren abzusichern, besteht dringender Bedarf der Senkung der Arbeitskosten sowohl in der Anbinde- als auch in der Laufstallhaltung.

Die zeitintensivsten Tätigkeiten in der Milchviehhaltung sind das Melken und Füttern. Ein Optimieren hinsichtlich Arbeitszeitbedarf und -belastung ist durch verfahrenstechnische Maßnahmen möglich. Bei Anbindehaltung sind es der Übergang zur Rohmelkanlage und das Einsetzen von mehr Melkzeugen, Greiferanlage, Fräse oder mobiler Geräte zur Fütterung sowie die Gitterrost- oder Schubstangenentmischung oder eines mobilen Gerätes anstatt des Mistkarrens. Bei wesentlicher Aufstockung des Tierbestands bieten Liegeboxen- und Tiefstreulaufställe kostengünstige und arbeitswirtschaftliche Vorteile, die eine starke Reduktion im Arbeitszeitbedarf und in der Arbeitsentlastung ermöglichen.

Verfahrenstechnische Maßnahmen im Laufstall sind der Einsatz von Melkständen mit und ohne Arbeitshilfen und automatische Melksysteme, mobile und automatische Fütterungs-, Entmischungs- und Einstreusysteme. Auf den Baupreis-Jury-Betrieben waren mehrheitlich Melkstände und mobile Fütterungs-, Entmischungs- und Einstreutechnik im Einsatz. Die spezialisierte mobile und automatische Technik wurde aus wirtschaftlichen Gründen nur bei Betrieben mit mehr als 30 Milchkühen angewendet. Bei den Sonderarbeiten sind die Einsparungseffekte bei zunehmender Bestandsgröße mit verfahrenstechnischer Optimierung geringer, da diese mehrheitlich tierbezogen durchzuführen sind. Der Anteil der Betriebsführungsaufgaben am Gesamtarbeitszeitbedarf nimmt mit zunehmender Teil- und Vollautomatisierung von Arbeitsverfahren zu.

Weitere Arbeitszeiteinsparungen lassen sich durch optimale Anordnung der Stallgebäude und Vorratslager mit kurzen Wegen realisieren, die bei den Baupreis-Jury-Betrieben unzureichend umgesetzt waren. Der Kuhbestand gemäß realisierten Bauvorhaben ist bei fast 50 %

Summary

Stagnating and decreasing producer prices for milk and high investment costs for the modernization and extension of dairy cattle barns can endanger cost effectiveness. Labour costs constitute, in addition to fixed costs for buildings and machinery, the highest costs in milk production. Farmers invest to secure their existence and independence as well as to improve the work quality. For a cost-covering production, labour costs for milk production in tie-stalls and free stalls must be decreased. Time-intensive activities in milk production are milking and feeding. An optimization in working hours and workload are possible by procedural measures. In tie-stalls these measures include pipeline milking and the use of more milking cluster units, grapper, mill or mobile machines for feeding as well as steel grating (for slurry), gutter cleaner or mobile machines instead of the hand drawn cart. With a substantial increase in livestock, advantages in costs and labour requirements are achievable in free stalls and working hours and workload can be reduced. Possible procedural measures are the installation of a milking parlour without/with tools and automatic milking systems, mobile and automatic feeding-, mucking- and litter systems. At the Austrian Building Price Jury Farms, mainly milking parlours and mobile techniques for feeding, mucking and littering are used. The specialized mobile and automatic systems are in use on farms with more than 30 cows. For special tasks, the saving effects with increasing stock size through procedural optimization are lower, because most of them are animal related. The time requirement for management increases with increasing automation of working procedures.

Further savings in working hours are possible by the optimal location of the barn and storage units in close proximity, which was not the case at the Austrian Building Price Jury Farms. On 50% of the farms, the number of available places exceeded the cow stock, which adversely affects profitability.

To optimally utilize the rationalization potential and the workload, it is necessary to record the missing labour requirement data and perform strength/weakness analyses for and with farmers.

Keywords: milk production, working time, optimization, Austrian farms building award

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

* Ansprechpartner: Priv.-Doz. Dr. Elisabeth Quendler, email: elisabeth.quendler@boku.ac.at

der Betriebe aufgrund von fehlender Futterflächen nicht erreicht, der die Wirtschaftlichkeit nachteilig beeinflusst bis in Frage stellt.

Zur optimalen Nutzung des Rationalisierungspotentials und Auslastung des Faktors Arbeit sind fehlende arbeitswirtschaftliche Planungsdaten zu erfassen und das Durchführen von Schwachstellenanalysen für den Betriebsleiter dringend erforderlich.

Schlagwörter: Milchproduktion, Arbeitszeitbedarf, Optimierungspotenzial, Baupreis-Jury-Betriebe

1. Einleitung

Die österreichische Milchviehhaltung prägt ein starker Strukturwandel, der sich mit den stagnierenden bis sinkenden Milchpreisen, der angepeilten Aufhebung der Milchquotenregelung, die in der Europäischen Union im Jahr 2015 angedacht ist, und den wirksam werdenden Tierschutzauflagen (Bundestierschutzgesetz, Tierhaltungsverordnung) weiter verschärft (OFNER und SCHRÖCK 2006, BMLFUW 2010). Wichtige Herausforderung für den Betriebsleiter ist das wirtschaftliche Sichern des Betriebserfolges sowie Einkommens, das einerseits zur Erhöhung des Tierbestandes, andererseits zur produktionstechnischen Optimierung veranlasst (QUENDLER und BOXBERGER 2005).

Die Standardsysteme, die im Zuge von Um-, Zu- oder Neubau von Milchviehställen gewählt und den heutigen Anforderungen am ehesten gerecht werden, sind Liegeboxen- und Gruppenlaufställe wie auch durch die Evaluierungsergebnisse der österreichischen Baupreis-Jury-Betriebe belegt wird (ÖKL 2010). Diese Baumaßnahmen sind nur tragbar, wenn die Kosten für das größere Flächenangebot und für mehr Kuhkomfort den Nutzen erhöhen, also die Milchleistung steigern und den Arbeitsaufwand senken (GARTUNG et al. 2005). Sie werden bevorzugt als Kaltställe ausgeführt, da diese Kostenvorteile gegenüber den Warmställen bieten (HERRMANN 2000, PELZER 2008).

Die Festkosten von Baulichkeiten, Maschinen und Geräten verursachen mit den Arbeitskosten die höchsten Kostenanteile an den Gesamtkosten der Milchgewinnung (KÜHBERGER et al. 2009). Zur Nutzung des Rationalisierungspotentials und der optimalen Auslastung des Faktors Arbeit sind genaue arbeitswirtschaftliche Planungsdaten und das Durchführen von Schwachstellenanalysen für den Betriebsleiter dringend erforderlich (SCHICK und HARTMANN 2005, MORIZ und SCHICK 2007).

2. Material und Methoden

Zur Einschätzung der Arbeitswirtschaft in der österreichischen Milchproduktion wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Die arbeitswirtschaftlichen Daten und eingesetzte Verfahrenstechnik der Baupreis-Jury-Betriebe, die Selbstangaben der Landwirte waren, wurden während der Jury-Reise im Juli 2010 verifiziert und ergänzend dokumentiert. Zur Verifizierung und Evaluierung der Arbeitssituation der österreichischen Baupreis-Jury-Betriebe und Optimieren dieser wurden vorhandene Ergebnisse der Literatur verwendet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Investitionsverhalten und Rationalisierungspotential

Über die bauliche Investitionsentscheidung wird die Art der Arbeiterledigung hinsichtlich Arbeitszeitbedarf, -belastung und Kosten mittel- bis langfristig maßgeblich mitbestimmt. Betriebsleiter wachsender landwirtschaftlicher Unternehmen investieren, um erstrangig die Existenz und Unabhängigkeit zu sichern und die Arbeitsqualität zu erhöhen, wie die Umfrageergebnisse bei bayerischen Landwirten belegen. Diese Gründe nannten ein Drittel bis vier Fünftel der befragten Landwirte. Aspekte wie Hofnachfolge, agrarpolitische Rahmenbedingungen, Einkommenssteigerung, Wirtschaftlichkeit und das Auslasten vorhandener Maschinenkapazitäten spielten eine nachgeordnete Rolle (QUENDLER und BOXBERGER 2005). Im Durchschnitt wurden von diesen Landwirten 271.319 Euro in Neu-, Zu- und/oder Umbauten von landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden über den Zeitraum 2000 bis 2005 investiert. Die 10 österreichischen Baupreis-Jury-Betriebe finanzierten Neu-, Zu- oder Umbauten von Milchviehställen mit 221.500 Euro bis 590.000 Euro sowie 5.262 Euro (65 Milchkühe) bis 16.000 Euro (20 Milchkühe) je Kuhplatz. Aktuelle Planungsdaten gehen von einem Investitionsbedarf (Netto-Unternehmerpreise, Ausführung ohne Eigenleistung) von 2.726 Euro bis 6.576 Euro je Kuhplatz in Abhängigkeit von Bauform, Ausstattung und Bestandsgröße aus (KTBL 2008). Diese Festkosten, die 30 bis 45 % der Gesamtkosten ausmachen, verursachen mit Arbeitskosten in der Höhe von 25 bis 45 % der Gesamtkosten die höchsten Kostenanteile in der Milchgewinnung (KÜHBERGER et al. 2009). Nach STOCKINGER (2001) müssen auf bayerischen bäuerlichen Betrieben die Opportunitätskosten, hauptsächlich die Arbeitskosten, um etwa ein Drittel reduziert werden, damit die Konkurrenzfähigkeit gegenüber amerikanischen Betrieben gleicher Größe und die Wirtschaftlichkeit gegeben sind. Eine ausgeglichene Haushaltsführung wird auf Milchviehbetrieben mit 15 bis 25 Kühen derzeit ausschließlich durch sparsame Haushaltsführung und Zusatzeinkünfte erreicht. Auch ZÄHNER (2009) führt für die schweizerischen bäuerlichen Verhältnisse an, dass die Produktionskosten bei den gegenwärtigen Milcherzeugerpreisen, insbesondere die Bau- und Arbeitskosten sowie -belastung, für ein kostendeckendes Produzieren dringend zu senken sind.

Auf vielen kleinen Betrieben stehen die Kühe noch in Anbindehaltung, der Anteil wird auf etwa 60 % für die EU eingeschätzt (REICHEL et al. 2005). Es besteht hiermit für bäuerliche Milchproduzenten eine hohe Dringlichkeit, das vorhandene Rationalisierungspotential in der Arbeiterledigung auszunutzen.

3.2. Arbeitszeitbedarf nach Tätigkeiten in der Milchviehhaltung

Wissenschaftliche Arbeitszeitstudien auf österreichischen milchviehhaltenden Betrieben zur Identifikation des Rationalisierungspotentials wurden in den vergangenen Jahren nicht durchgeführt. Die nachfolgend dargestellten und diskutierten Arbeitszeitbedarfsangaben sind Einschätzungen von Landwirten der Baupreis-Jury-Betriebe, modellierte Er-

gebnisse zum einzelbetrieblichen Standardarbeitszeitbedarf gemäß definierter Standardverfahren (gemäß definierten Standardarbeitsgängen, dazugehöriger Standardmechanisierung und Gebäudeausstattung) der österreichischen Landwirtschaft und Arbeitszeitbedarfsangaben detaillierter Studien ausländischer Betriebe und steiermärkischer Arbeitskreisbetriebe. Die Arbeitszeitbedarfswerte der Detailstudien für ausgewählte Arbeitsgänge sind teils mehr als 10 Jahre alt und für ausgewählte neue Verfahren teilweise noch nicht vorhanden.

Die Gesamtarbeit der Milchviehhaltung ergibt sich über die Arbeitsvorgänge Füttern, Melken, Entmisten und Einstreuen, Sonderarbeiten (Geburtshilfe, Klauenpflege, Brunstkontrolle, Stallreinigung) und Management. Der Arbeitszeitbedarf dieser Arbeitsvorgänge schwankt mit den jeweiligen Arbeitsverfahren, Stallsystem und der Herdengröße erheblich (SCHICK und MORIZ 2004).

Nach HANDLER et al. (2006) beträgt für die österreichische Milchviehhaltung der mittlere Standardarbeitszeitbedarf 120 AKh pro Standplatz und Jahr. In den steiermärkischen Arbeitskreisbetrieben besteht ein durchschnittlicher Arbeitszeitbedarf von 120 AKh bis 248 AKh je Kuh und Jahr in Beständen bis 20 Kühen in Anbindehaltung. Der durchschnittliche Arbeitszeitbedarf in Laufställen variiert von 85 bis 208 AKh je Kuh und Jahr für Herdengrößen bis 40 Kühe (FISCHER-COLBRIE 2009).

Das Melken und Füttern beanspruchen ungefähr 80 % der erforderlichen Arbeitszeit im Anbindestall auf bäuerlichen Betrieben. Der Anteil der Melkarbeit beträgt bis zu 50 % (SCHICK 1997). Die erste arbeitswirtschaftliche Optimierung hinsichtlich Arbeitszeit und -belastung – ohne Umbau – kann mit dem Ersatz der Eimer- zur Rohrmelkanlage realisiert werden und ermöglicht beispielsweise bei einem Bestand von 16 Kühen eine Arbeitszeiteinsparung von 18 AKh je Kuh und Jahr. Mit dem Umbau zum Laufstall und beinahe einer Verdoppelung des Bestandes kann der Arbeitszeitbedarf je Kuh und Jahr um fast 80 AKh reduziert werden, so dass trotz Bestandserweiterung und folglich höherem Produktionsvolumen der Gesamtarbeitszeitbedarf fast stabil bleibt. Einsparungen von bis zu 20 % für das Melken werden durch eine rationellere Arbeitserledigung in den Melkständen mit mehreren Melkzeugen (mehr als vier) ohne als auch mit Arbeitshilfen (Abschalt-, Abnahmeautomatik, Servicearm, ...) erzielt (VAN CAENEGEM et al. 2000). Bei automatischen Melksystemen fällt die zeitliche Präsenz und Arbeitsbelastung für die Routinearbeit Melken völlig weg. Von dieser eingesparten Arbeitszeit entfällt ein Teil auf manuelle Tätigkeiten wie Wartung, Managementaufgaben (Überwachung, Dateneingabe und -korrekturen) und erweiterte Tierkontrolle (OBERDELLMAN et al. 2000). Bei einem Bestand von 60 Kühen reduziert sich die Arbeitszeit für das Melken mit dem automatischen Melksystem auf etwa 12 Stunden je Kuh und Jahr, so dass eine Arbeitszeiterparnis von etwa 6 Stunden je Kuh und Jahr, einem Drittel gegenüber dem Fischgrätenmelkstand, vorliegt (NOSAL und SCHICK 1995).

Täglich sind für das Melken zwischen 5 und 15 Minuten je Kuh in Anbindeställen mit Eimer- oder Rohrmelkanlagen aufzuwenden. In Laufställen mit Melkständen oder automatischen Melksystemen reduziert sich die tägliche Arbeitszeit für das Melken auf 2 bis 12 Minuten je Kuh (SCHICK 2000).

Auf den Baupreis-Jury-Betrieben waren vorrangig Melkstände wie Tandem (2×), Autotandem (1×), Fischgräten (4×) und Swing-Over (1×) neben einem automatischen Melksystem und einer Rohrmelkanlage im Einsatz. Eine höhere Auslastung der Melktechnik, die auf den Baupreis-Jury-Betrieben selten realisiert war, bringt wesentliche Kostenvorteile und wird maßgeblich von der arbeitswirtschaftlichen Situation des Familienbetriebes, der maximal bereitstellbaren Arbeitszeit für das Melken, beeinflusst (KÜHBERGER et al. 2009).

In der Fütterung fällt bis zu 75 % der Gesamtmasse an. Täglich sind Grund- und Kraftfutterkomponenten bereitzustellen, vorzulegen und nachzuschieben. Bei Beständen von 10 bis 30 Kühen werden für das tägliche Füttern etwa 9 AKmin pro Kuh aufgewendet. Eine Arbeitszeiteinsparung und -erleichterung kann durch Mechanisieren bis Vollautomatisieren des Futterentnehmens und Vorlegens erzielt werden (VAN DER MASS et al. 1998). Das Einsetzen von Greiferanlagen und Entnahmefräsen für Heu und Silage bietet bereits in vorhandenen Anbindeställen und bei kleinen Beständen eine Zeiteinsparung und Arbeitserleichterung (VAN CAENEGEM et al. 2000). Bei Vorhandensein von Zu- und Einfahrten, entsprechenden Torhöhen und Futtergangbreiten, können mobile bis automatische Fütterungssysteme zum Einsatz kommen (VAN DER MASS et al. 1998).

Mit mobilen Geräten lässt sich der Arbeitszeitbedarf für das Füttern bei größeren Beständen gegenüber der Greiferanlage nochmals merklich reduzieren, um eine halbe Stunde täglich bei einem Bestand von 30 Kühen (SCHICK 1997). Der Futtermischwagen kann gezogen, selbstfahrend und wahlweise auch mit einem Entnahmesystem ausgestattet eingesetzt werden, wobei eine höhere Arbeitszeitreduktion je Kuh und Tag und deren wirtschaftlicher Einsatz, vor allem bei der Futtervorlage gegenüber den anderen mobilen Geräten, erst bei größeren Milchviehbeständen (ab 60 Kühen) gegeben ist (VAN DER MASS et al. 1998). Bei Vorhandensein von Flachsilos statt Hochsilos können auch die kostengünstigeren mobilen Geräte Blockschneider und ETV-Gerät zum Einsatz kommen.

Die Baupreis-Jury-Betriebe mit weniger als 30 Kühen setzen Kippmulden, Silozangen und Blockschneider bei der Silagefütterung, Greiferanlagen zur Heuvorlage und den Ladewagen bei der Grünfütterung ein, deren Einsatz unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine Alternative zu arbeitswirtschaftlicheren, aber teureren Systemen darstellt. Auf den größeren Betrieben sind hierfür Futtermischwagen, Silozange und ETV-Geräte vorhanden.

Gemäß Schweizer Arbeitszeitstudien benötigt unter den mobilen Geräten der Blockschneider die meiste Arbeitszeit. Mit dem ETV-Gerät lässt sich der Arbeitszeitbedarf unwesentlich reduzieren, doch kann die Zeit für die Futtervorlage mehr als halbiert werden. Beim Fräsmischwagen wird nicht nur die Gesamtzeit, sondern auch die Arbeitszeit für das Vorlegen bei größeren Milchviehbeständen wesentlich verringert. Der Arbeitszeitbedarf dieser mobilen Fütterungsverfahren in Abhängigkeit von der Bestandsgröße variiert zwischen 2,1 AKmin bis 3,56 AKmin pro Kuh im Winter (über 170 Tage) (VAN DER MASS et al. 1998), so dass eine Arbeitszeitreduktion für das Füttern je Kuh und Tag gegenüber der händischen Variante um bis zu 80 % bei Herdengrößen von 10 bis 100 Kühen möglich ist.

Die vollständige Automatisierung der Fütterung kann mit schienengeführten Futterwägen, Futterbändern und Selbstfahrern erzielt werden. Sie nehmen im Stall weniger Fläche in Anspruch als befahrbare Futtertische und es können bis zu zehn Futterkomponenten automatisch verfüttert werden. Sie sind sowohl für Anbinde- als auch Laufställe geeignet, bieten höchste Flexibilität und reduzieren die Arbeitsbelastung sowie die Arbeitszeit enorm. Exakte Arbeitszeitbedarfswerte liegen zu diesen Systemen vergleichend noch nicht vor, von den Landwirten wird die Arbeitszeiterparnis beim Füttern auf eine halbe bis drei Arbeitskraftstunden pro Tag geschätzt (NYDEGGER und GROTHMANN 2009).

Das Kraftfutter wurde auf allen Baupreis-Jury-Betrieben über Kraftfutterautomaten an die Tiere abgegeben, wodurch kein weiterer Optimierungsbedarf vorliegt. Bei jenen Betrieben mit Eigenmischung war teilweise arbeitswirtschaftlich nachteilig das Lagern und Umlagern zum Vermahlen und Zuteilen an den Kraftfutterautomaten ausgestaltet.

Mögliche Entmistungsverfahren gegenüber der händischen Variante, die Arbeitszeiteinsparungen ermöglichen, sind Gitterrost- und Schubstangenentmistung sowie mobile Geräte bei Anbindeställen, Hoch- und Tiefboxen sowie Tiefstreu mit stationären und mobilen Systemen (SCHICK und HARTMANN 2005).

Das tägliche zweimalige Entmisten beim Festmistverfahren in der Anbindehaltung, das von Hand mit Mistkarren erfolgt, benötigt bei Herdengrößen von 10 bis 60 Kühen zwischen 3,2 bis 3,5 AKmin je Kuh und Tag. Dieser Arbeitszeitbedarf reduziert sich auf 2 bis 2,7 AKmin bei Einsatz von Schubstange oder 2 bis 2,3 AKmin bei Flüssigentmistung oder auf 2 bis 2,4 AKmin bei Einsatz von mobilen Geräten, z.B. einem Hoftrac (SCHICK und MORIZ 2004).

Im Liegeboxenlaufstall sind die Boxen, Übergänge und Laufgänge zu reinigen (SCHICK und MORIZ 2004). Das händische Reinigen von Tiefboxen ist zeitaufwändiger, es beansprucht für 20 bis 100 Kühe zwischen 0,31 bis 0,6 AKmin pro Kuh und Tag. Der Arbeitszeitbedarf für das Reinigen von Hochboxen beläuft sich auf 0,21 bis 0,45 AKmin pro Kuh und Tag. Die Übergänge sind mit Handschiebern zweimal täglich zu säubern, wenn keine Perforation vorliegt und beansprucht 0,14 bis 0,55 AKmin pro Kuh und Tag (SCHICK und MORIZ 2004).

Die Laufflächen, Quergänge und der Laufhof im Liegeboxenlaufstall werden teils mit stationären Schiebern und/oder mobilen Geräten entmistet (VAN CAENEGEM et al. 2000).

Zum mobilen Laufflächenreinigen wird überwiegend die vorhandene Mechanisierung am Betrieb genutzt. Es werden Altraktoren oder ausgediente Motormäher, die mit einem einfachen Schiebeschild ausgerüstet wurden, gewählt. Bei beengten Platzverhältnissen müssen Kompakt- und Hoflader eingesetzt werden, die eine ausgezeichnete Wendigkeit haben. Für das Entmisten von Tiefstreu sind Teleskoplader und Hoftrac oder Traktoren mit Frontlader und Miststreuer oder Transportwägen mit Kratzboden im Einsatz (SCHICK und MORIZ 2004).

Für das zweimal tägliche Ausmisten der Laufgänge mit mobilen Geräten sind 0,44 bis 1,63 AKmin pro Kuh und Tag aufzuwenden, die mit den Neben- sowie Wegzeiten bei großen Herden stark rückläufig sind, da sich diese auf viele Kühe verteilen (SCHICK und MORIZ 2004).

Für die mobile Laufhofreinigung fällt bei einer nicht überdachten Fläche von 2,5 m² pro Kuh ein Arbeitszeitbedarf von 0,01 bis 0,05 AKmin pro Kuh und Tag bei Herden von 10 bis 100 Kühen an (SCHICK und MORIZ 2004). Der Gesamtarbeitszeitbedarf für Boxenpflege, manuelle Reinigung der Übergänge sowie mobile Entmistung von Laufflächen beträgt 1,1 bis 2,6 AKmin je Kuh und Tag bei Herden mit 20 bis 100 Kühen (SCHICK und MORIZ 2004).

Bei den stationären Varianten wie Spaltenboden- und Schieberentmistung entfällt das Entmisten der Laufgänge. Es müssen nur die Schieberanlagen eingeschaltet, kontrolliert und gewartet werden und bei perforierten Flächen sind diese vierzehntägig im Randbereich (zu Boxen und Futtertisch) zu reinigen. Es ergibt sich hiermit ein erheblich reduzierter Gesamtarbeitszeitbedarf für das Entmisten von 0,63 bis 1,35 AKmin je Kuh und Tag (SCHICK und MORIZ 2004).

Für Tiefstreibuchten, deren Liegeflächen im monatlichen Rhythmus gereinigt werden, fällt ein Arbeitszeitbedarf von 0,7 bis 0,9 AKmin je Kuh und Tag an, welcher über dem Arbeitszeitbedarf für die Boxenpflege im Liegeboxenlaufstall liegt. Der Gesamtarbeitszeitbedarf, der auch die anderen Tätigkeiten wie die Laufhofreinigung einschließt, macht 1,3 bis 2,1 AKmin pro Kuh und Tag aus.

Die Mehrheit der größeren Baupreis-Jury-Betriebe verfügt im Fressplatzbereich und Laufgang über einen stationären Schieber. Bei Nichtvorhandensein dieser, vor allem auf den kleineren Milchviehbetrieben sowie im Laufhof, werden bevorzugt mobile Schieber mehrmals täglich bis wöchentlich eingesetzt. Im Kompoststall wird täglich der Kot und Urin mit der Egge in die Hobelspäne eingearbeitet sowie diese werden halbjährlich mit Frontlader und Kipper entsorgt. Exakte Arbeitszeitdaten zu diesem Haltungssystem sind in der Literatur noch nicht verfügbar.

Aktuelle Daten zum Einstreuen von Großballen konnten in der Literatur nur zur Jungviehhaltung (58 Plätze) eruiert werden, die als ungefähre Richtwert für den Zeitbedarf beim Einstreuen in der Milchviehhaltung anzusehen sind. Die Strohballen werden dabei mit dem Frontlader in die Buchten gesetzt und verteilt. Bei Liegeboxen werden täglich 0,1 kg Stroh eingestreut, wofür ein Arbeitszeitbedarf von etwa 0,1 AKmin pro Tier und Tag entsteht. Beim einmaligen wöchentlichen Einstreuen der Boxen mit Strohkorb fällt ein Arbeitszeitbedarf von 0,04 bis 0,07 AKmin je Tier bei größeren Beständen (40 bis 120 Kühe) an (KTBL 2008). Der Arbeitszeitbedarf im einräumigen Tretniststall bei einer Einstreumenge von 6 bis 10 kg Stroh beträgt 0,3 bis 0,4 AKmin je Tier und Tag (RIEGEL et al. 2009).

Das Stroh wird auf den Baupreis-Jury-Betrieben in Rund- oder Quaderballen gelagert und homogen oder als Gemisch (mit Steinmehl und Wasser im Futtermischwagen gemischt) wöchentlich bis monatlich motorisiert (Traktor mit Ballenspitz, Bobcat, ...) zu den Liegeboxen transportiert und händisch mit der Gabel oder Schaufel über die Liegefläche verteilt. Das Einstreuen von Hobelspänen über eine Höhe von 0,5 m auf der Liegefläche im Kompoststall erfolgt mit Traktor und Miststreuer.

Weitere Arbeiten, die in der Milchviehhaltung anfallen, sind die Sonder- und Managementarbeiten.

Die Sonder- und Betriebsführungsarbeiten der Baupreis-Jury-Betriebe konnten durch Besichtigung vor Ort im Arbeitsablauf aufgrund unzureichender Einsicht in die

Infrastruktur nicht evaluiert werden. In Gesprächen stellte sich heraus, dass diese von den Betriebsleitern bei der Einschätzung des Arbeitszeitbedarfs je Kuh selten berücksichtigt wurden.

Sonderarbeiten sind Reinigungs- und Wartungsarbeiten sowie einzeltierbezogene Tätigkeiten wie Klauenpflege, Besamung, Geburtshilfe und Enthornung. Nach MORIZ und SCHICK (2007) schwankt der Arbeitszeitbedarf der unregelmäßig anfallenden Tätigkeiten, der Sonderarbeiten, zwischen 1,6 und 5,1 AKh je Kuh und Jahr bei Bestandsgrößen von 7 bis 110 Kühen. Die Einsparungseffekte bei größeren Herden sind geringer als bei anderen Tätigkeiten, da viele dieser Arbeiten für jedes Tier zu erledigen sind (MORIZ und SCHICK 2007)

Die Betriebsführungsarbeiten, die Beratung, Weiterbildung, Buchführung, Geldverkehr, Verkauf, Einkauf, Anträge, Aufzeichnungen, Kontrolle und Planung umfassen, steigen mit zunehmender Herdengröße absolut linear an, wobei über die Kuhanzahl wieder Größeneffekte zu verzeichnen sind. Sie machen bei Herdengrößen von 7 bis 110 Kühen mit einem Gesamtarbeitszeitbedarf von 45,6 AKh bis 186,5 AKh je Kuh und Jahr zwischen 8,3 und 37,6 AKh je Kuh und Jahr aus. Es liegt ein durchschnittlicher Anteil am Gesamtarbeitszeitbedarf von einem Fünftel vor (MORIZ und SCHICK 2007), wobei mit zunehmender Automatisierung von Arbeitsverfahren dieser zunimmt.

Zusätzliche Einsparungseffekte sind durch die optimale Anordnung der Stallgebäude mit kurzen Wegen realisierbar (SCHICK und HARTMANN 2005). Schwächen, die in dieser Hinsicht bei den Baupreis-Jury-Betrieben teilweise vorliegen und zu längeren Wegzeiten führen, sind periphere Futterlager von Getreide (Hochsilos), Silage (Fahrsilos) und Einstreu und erhebliche Distanzen zu den Altgebäuden, in denen bestimmte Vorräte (Heu, Stroh, Silage im Hochsilo, ...) und ein Teil des Tierbestandes, meist der Jungviehbestand, untergebracht waren.

Der maximale mögliche Kuhbestand gemäß realisierten Bauvorhaben war bei fast 50 % der Betriebe aufgrund von fehlender Futterflächen noch nicht realisiert. Es liegt hiermit ein nicht unwesentliches Potential nicht genutzter Produktionskapazitäten kurz- bis mittelfristig vor, das die Arbeitserledigungskosten erhöht und Wirtschaftlichkeit nachteilig beeinflusst bis in Frage stellt.

Die aufgezeigten verfahrenstechnischen Rationalisierungsstrategien wurden von Baupreis-Jury-Betrieben in Abhängigkeit der Bestandsgröße im Laufstall mittelmäßig bis stark intensiv verfolgt, so dass stets Optimierungspotential vorliegt.

Ein Hilfsmittel, welches unterstützend sein kann, ist das Durchführen von Schwachstellenanalysen auf Basis aktueller Planungsdaten und ermittelter betrieblicher IST-Daten. Es ist der Arbeitszeitbedarf im IST-Zustand zu ermitteln und es ist daraus der SOLL-Zustand durch Analyse der Tätigkeiten nach Notwendigkeit, Selbsterledigung und optimaler Ausführung zu bestimmen. Dieser Prozess ist ein ständiges Hinterfragen von Arbeitsprozessen und der Vergleich von bestehenden IST- mit wünschenswerten SOLL-Zuständen. Der IST-Zustand kann über das Führen eines Arbeitstagebuches oder durch Stoppen erfasst werden. Über das Vorhandensein von aktuellen Plandaten auf Arbeitselementbasis (z.B. PROOF) und die vergleichende Arbeitsplanung lassen

sich verfahrenstechnische und organisatorische Optimierungen ableiten, wobei die ersteren Maßnahmen meist, die zweiten kaum mit Kosten verbunden sind (MORIZ und SCHICK 2007).

Umsetzungszielsetzung sollte ein arbeitswirtschaftliches Rationalisierungspotential von bis 45 % sein, das bei gut durchdachten Umbau-, An- und Neubaulösungen für bestehende Anbindeställe durch Wahl von Gruppenhaltungssystemen wirtschaftlich realisierbar ist (VAN CAENEGEM et al. 2000). Bei erheblicher Teil- und Vollautomatisierung muss einerseits die Bestandsgröße wesentlich erhöht werden, andererseits eine hohe monetäre Verwertung von freigesetzter Arbeitszeit erfolgen, vor allem bei vollautomatischen Arbeitssystemen (Melken, Füttern), damit die Wirtschaftlichkeit gewährleistet bleibt (OBERDELLMANN et al. 2000).

4. Literatur

- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2010: Grüner Bericht, Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. 51. Auflage, Wien, 338 S.
- FISCHER-COLBRIE, A., 2009: Arbeitszeitauswertung der Arbeitskreise Steiermark. Arbeitskreis Milchproduktion, Seminar „Arbeitswirtschaft in der Viehhaltung – Wettbewerbsfähig durch die ländliche Entwicklung“, Netzwerk Land.
- GARTUNG, J., K. UMINSKI, M. HARTWIG und C. KOCH, 2005: Investitionsbedarf für Milchviehlaufställe. Landtechnik 60 (4), 228-229.
- HANDLER, F., M. STADLER und E. BLUMAUEER, 2006: Standardarbeitszeitbedarf in der österreichischen Landwirtschaft – Ergebnisse der Berechnung von Standardarbeitszeiten. Report No. 48/Juni 2006. BLT Wieselburg.
- HERRMANN, H.-J., 2000: Trends in der Milchviehhaltung. Landtechnik 55 (6), 404-405.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft), 2008: Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/09. KTBL-Datensammlung, KTBL, Darmstadt, 752 S.
- KÜHBERGER, M., J. HARMS, A. FÜBBEKER und W. HARTMANN, 2009: Investitionsbedarf und Kosten konventioneller Melksysteme. Landtechnik 64 (4), 250-253.
- MORIZ, C. und M. SCHICK, 2007: Betriebsführung und Arbeitsorganisation. ART-Berichte Nr. 673, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen, 12 S.
- NOSAL, D. und M. SCHICK, 1995: Neue Melksysteme – Melken mit Melkroboter und im Side by Side-Melkstand. FAT-Berichte Nr. 475, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, 12 S.
- NYDEGGER, F. und A. GROTHMANN, 2009: Automatische Fütterung von Rindvieh – Ergebnisse einer Erhebung zum Stand der Technik. ART-Bericht Nr. 710, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen, 8 S.
- OBERDELLMANN, P., M. LEIENDECKER und J. STUMPENHAUSEN, 2000: Arbeits- und betriebswirtschaftliche Beurteilung eines automatisierten Melksystems. Landtechnik 55 (4), 306-307.
- OFNER, E. und E. SCHRÖCK, 2006: Selbstevaluierung – Tierschutz, Handbuch Rinder. 1. Auflage, Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 94 S.

- ÖKL (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung), 2010: Österreichischer Bauwettbewerb – Landwirtschaftliches Bauen 2010. ÖKL, Wien, 36 S.
- PELZER, A., 2008: Trends bei Bau und Ausrüstung von Milchviehställen. Landtechnik 63 (6), 322-323.
- QUENDLER, E. und J. BOXBERGER, 2005: Informationsverhalten und -bedarf wachsender landwirtschaftlicher Betriebe in Bayern. Projektbericht, Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten 125 S.
- REICHEL, A., M. MAIER, H. WANDEL und T. JUNGBLUTH, 2005: Milchviehhaltung in kleinen Beständen in Baden-Württemberg. Landtechnik 60 (5), 282-283.
- RIEGEL, M., M. SCHICK und W. HARTMANN, 2009: Arbeitszeitbedarf in der Rinderhaltung. Landtechnik 64 (5), 363-366.
- SCHICK, M., 1997: Optimierung Anbindestall – Anbindestall menschen- und tiergerechter gestalten. FAT-Berichte Nr. 510, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, 10 S.
- SCHICK, M., 2000: Arbeitszeitbedarf verschiedener Melkverfahren – Von der Eimermelkanlage zum AMS. FAT-Berichte Nr. 544, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, 16 S.
- SCHICK, M. und C. MORIZ, 2004: Entmistung von Milchviehställen – Stationär oder mobil? FAT-Berichte Nr. 619, Agroscope FAT Tänikon, Ettenhausen, 8 S.
- SCHICK, M. und W. HARTMANN, 2005: Arbeitszeitbedarfswerte in der Milchviehhaltung. Landtechnik 60 (4), 226-227.
- STOCKINGER, C., 2001: Ökonomische Perspektiven für die bayerischen Milchviehhalter. In: Milchviehhaltung – tiergerecht und zukunftsorientiert. Landtechnisch-Bauliche Jahrestagung, 8. November 2001, Marktoberdorf (Deutschland), 9-22.
- VAN CAENEGEM, L., H. AMMANN, R. HILTY und M. SCHICK, 2000: Vom Anbindestall zum Laufstall. FAT-Berichte Nr. 551, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, 16 S.
- VAN DER MASS, J., R. JAKOB, H. AMMANN und M. SCHICK, 1998: Mobile Fütterungssysteme – Der Einsatz des Futtermischwagens. FAT-Berichte Nr. 522, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, 14 S.
- ZÄHNER, M., 2009: Ganzheitliche Bewertung von Liegeboxenställen für Milchvieh. ART-Tagungsband IGN24, Juni 2009, 40-43.

Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Milcherzeugung

Influence of vegetative stage of meadow forage on digestibility, feed intake and milk production

Leonhard Gruber^{1*}, Anton Schauer¹, Johann Häusler¹, Andrea Adelwöhrer¹, Marcus Urdl¹,
Karl-Heinz Südekum², Franz Wielscher³ und Reinhild Jäger³

Zusammenfassung

Bei Wiesenfutter übt das Vegetationsstadium der Pflanzen einen überragenden Einfluss auf den Futterwert aus. Das Vegetationsstadium bestimmt den Anteil und die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen. Während die Faserkohlenhydrate (Zellulose, Hemizellulose) von den Pansenmikroben in Abhängigkeit von der Lignifizierung mehr oder weniger abgebaut werden können, ist Lignin unverdaulich und durch seine chemische Komplexbildung mit Hemizellulose sowie durch die physikalische Inkrustierung der Faserkohlenhydrate verantwortlich für den Rückgang der Verdaulichkeit mit fortschreitender Vegetation.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Gehalt an Nährstoffen und Gerüstsubstanzen sowie Verdaulichkeit *in vivo* (bei Schafen), ruminale Abbaubarkeit *in situ* (nylon bag-Methode), Futteraufnahme sowie Leistung bei Milchkühen in allen drei Aufwüchsen einer gesamten Vegetationsperiode über drei Jahre hindurch untersucht. In allen wesentlichen Kriterien übten sowohl der Aufwuchs als auch die Vegetationswoche einen signifikanten Einfluss aus. Bei den Parametern Ertrag, Gehalt an Gerüstsubstanzen, Futteraufnahme und Milchleistung trat eine signifikante Wechselwirkung Aufwuchs × Vegetationswoche auf, nicht jedoch bei Verdaulichkeit und ruminale Abbaubarkeit. Dies hatte zur Folge, dass zwischen Gehalt an Gerüstsubstanzen und Verdaulichkeit im 1. Aufwuchs eine sehr enge negative Beziehung bestand, die jedoch im 2. und besonders im 3. Aufwuchs geringer wurde. Im Mittel der 3 Aufwüchse stieg der Ertrag im Laufe von 7 Vegetationswochen von 1.808 auf 4.812 kg TM/ha an, der Gehalt an NDF erhöhte sich von 542 auf 608 g/kg TM bzw. sank die Verdaulichkeit (OM) von 77,3 auf 63,8 %. Die Grobfutteraufnahme ging von 12,9 auf 11,3 kg TM zurück und der Milcherzeugungswert aus dem Grobfutter von 13,4 auf 6,7 kg.

Schlagwörter: Wiesenfutter, Vegetationsstadium, Verdaulichkeit, Futteraufnahme, Milcherzeugungswert

Abstract

In meadow forage the vegetative stage of the various species is of outstanding influence on the nutritive value. The vegetative stage determines the proportion and the composition of the cell wall substances. Whereas the rumen microbes can degrade the fibre carbohydrates (cellulose, hemicellulose) to a certain degree depending on lignification, lignin itself is indigestible and the most significant factor limiting the availability of plant cell wall material to animal herbivores. The digestibility is depressed by both the cross-linking of the core lignin with hemicellulose and by penetrating the cellulose fibrils.

In the present work the influence of vegetative stage of permanent grassland on DM yield, nutrient and cell wall content, *in vivo* digestibility (with sheep), *in situ* ruminal degradability (nylon bag technique) as well as feed intake and yield of dairy cows was investigated for three consecutive years covering all three growths of the total period of vegetation. Both the influence of number of growth as well as the week of vegetation was statistically significant in all essential criteria. Regarding the parameters DM yield, cell wall content, feed intake and milk yield a significant interaction between growth number and week of vegetation was found, but this was not the case with digestibility and ruminal degradability. This means that there was a very close correlation between cell wall content and digestibility in the primary growth, but the relationship became weaker in the first regrowth and especially in the third growth. On average of the three growths, the DM yield increased from 1,808 to 4,812 kg/ha during 7 weeks of vegetation, the NDF content rose from 542 to 608 g/kg DM and the digestibility of OM decreased from 77.3 to 63.8%. The forage intake was reduced from 12.9 to 11.3 kg DM and theoretical milk production from forage (according to NEL supply) decreased from 13.4 to 6.7 kg.

Keywords: Meadow forage, vegetative stage, digestibility, feed intake, milk production from forage

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

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

³ Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

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

1. Einleitung und Fragestellung

Um den Energiebedarf hochleistender Milchkühe in einem hohen Ausmaß und bei wiederkäuer-gerechter Rationsgestaltung decken zu können, ist eine hohe Grobfutterqualität die unbedingte Voraussetzung (DACCORD 1992, SPIEKERS et al. 2009). Denn nur auf diesem Weg wird sowohl eine hohe Energiekonzentration als auch eine hohe Futteraufnahme erzielt, die – als Produkt der beiden Faktoren – zu einer hohen Energieaufnahme führt (CRAMPTON et al. 1960, MOTT und MOORE 1969). Diese Frage war daher in den letzten Jahrzehnten in vielen Ländern ein wichtiges Forschungsthema (BURNS 2008).

Bei Wiesenfutter – als grasbetonte Bestände oder auch als Dauerwiese mit mehreren bzw. vielen botanischen Arten (Gräser, Kräuter, Leguminosen) – übt das Vegetationsstadium der Pflanzen den überragenden Einfluss auf den Futterwert aus, der sich sowohl in der Futteraufnahme als auch in der Verdaulichkeit manifestiert (INRA 1989, MINSON 1990, VAN SOEST 1994, GRUBER et al. 1996 und 1999).

Das Vegetationsstadium bestimmt den Anteil und die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen und auch die Art der Zellinhaltsstoffe. Junge Pflanzen beginnen die Vegetation mit einer starken Entwicklung der Assimilationsfläche. Der Anteil der Blätter gegenüber dem Stängel ist also zunächst relativ groß. Blätter enthalten mehr verfügbare Nähr- und Mineralstoffe als Stängel. Die Zellinhaltsstoffe (Protein, Nichtfaser-Kohlenhydrate wie Zucker und Stärke, Fette) sind nahezu vollständig verdaulich (VAN SOEST 1967). Mit fortschreitender Vegetation nimmt der Anteil des Stängels bis zur Blüten- und Samenbildung laufend zu (z. B. PRITCHARD et al. 1963, TERRY und TILLEY 1964, MOWAT et al. 1965a und b, HACKER und MINSON 1981, HIDES et al. 1983, WILMAN et al. 1996, WILMAN und REZVANI 1998). Der Stängel besteht vorwiegend aus Gerüstsubstanzen (Zellulose, Hemizellulose, Lignin). Während die Faserkohlenhydrate (Zellulose, Hemizellulose) von den Pansenmikroben durchaus abgebaut werden können – wenn auch bei relativ geringen Abbauraten – (VAN SOEST 1967, SNIFFEN et al. 1992), ist Lignin unverdaulich und durch seine chemische Komplexbildung mit Hemizellulose sowie durch die physikalische Inkrustierung der Faserkohlenhydrate verantwortlich für den Rückgang der Verdaulichkeit mit fortschreitender Vegetation (VAN SOEST 1967). Übersichtsarbeiten zur chemischen Zusammensetzung, Analytik sowie zur Bedeutung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Ernährung der Wiederkäuer finden sich u. a. bei VAN SOEST et al. (1991), JUNG und DEETZ (1993), VAN SOEST (1994), OESTMANN et al. (1995), SÜDEKUM et al. (1995), MERTENS (1997), NRC (2001), MERTENS (2002), ZEBELI et al. (2008) und GRUBER (2009).

Die Futterwerttabellen in verschiedenen Ländern ge-

ben Nährstoffgehalte und Verdaulichkeit bei verschiedenen Vegetationsstadien für die einzelnen Aufwüchse an (u. a. INRA 1989 und 2007, DLG 1997, RAP 1999, NRC 2001, Rostocker Futterbewertungssystem 2004, ÖAG-Futterwerttabellen 2006). Nach VAN SOEST et al. (1978) ist das Futter das kumulative Ergebnis des Pflanzenwachstums und der Umweltfaktoren, welche die Verteilung der bei der Photosynthese erzeugten Nährstoffe und Energie in der Pflanze bewirken. Die entscheidenden Faktoren für die Unterschiede der Grobfutterqualität liegen in der Pflanzenspecies, der geographischen Region und der Wachstumsaison. Durch die Umweltfaktoren Licht und besonders Temperatur sowie die Wasserversorgung werden die Bildung der Faser-Kohlenhydrate und der Nichtfaser-Kohlenhydrate sowie die Lignifizierung gesteuert. Das Wachstumsstadium ist demnach ein sekundärer Effekt der Umweltfaktoren.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit, Futteraufnahme sowie Leistung bei Milchkühen über 3 Jahre hindurch im Laufe ganzer Vegetationsperioden untersucht.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsplan

Der Versuchsplan sah vor, dass pro Jahr die ganze Vegetationsperiode in 3 Aufwüchsen untersucht wurde, wobei je Aufwuchs 7 Wochen erhoben wurden (*Tabelle 1*). Um klimatisch bedingte Unterschiede im Vegetationsverlauf zwischen den Jahren zu berücksichtigen, wurde der Versuch für eine Dauer von drei Jahren anberaumt. Die Versuchsfläche wurde in 3 Abschnitte geteilt, um den Vegetationsverlauf des Wiesenfutters in den drei Aufwüchsen verfolgen zu können. Jeder Aufwuchs wurde für die Dauer von sieben Wochen geerntet und in frischem Zustand für die Versuche herangezogen. Der 1. Aufwuchs wurde von der 2. Maiwoche bis Ende Juni verfolgt. Auf der Versuchspartzeile für den zweiten Aufwuchs wurde der 1. Aufwuchs – der landesüblichen Nutzung entsprechend – Ende Mai geerntet und auch der 2. Aufwuchs sieben Wochen hindurch geprüft. Ebenso wurden auf der Versuchsfläche für den 3. Aufwuchs der 1. und 2. Aufwuchs landesüblich Ende Mai bzw. Ende Juli gemäht und der 3. Aufwuchs von Ende August bis Mitte Oktober untersucht (*Tabelle 1*).

Tabelle 1: Versuchsplan (Erhebungswochen)

1. Aufwuchs			2. Aufwuchs			3. Aufwuchs												
Versuchsfütterung: 1. Aufwuchs			1. Schnitt: 4. Maiwoche			1. Schnitt: 4. Maiwoche												
			Versuchsfütterung: 2. Aufwuchs			2. Schnitt: 4. Juliwoche												
						Versuchsfütterung: 3. Aufwuchs												
Mai			Juni			Juli			August									
2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
												Aug.	September			Oktober		
												4	1	2	3	4	1	2

2.2 Versuchsfläche und Grünlandbewirtschaftung

Der Versuch wurde auf einer Dauerwiese (11,5 ha) des Versuchsbetriebes des Lehr- und Forschungszentrums (LFZ) Raumberg-Gumpenstein in den Jahren 2000, 2001, 2002 und 2003 durchgeführt. Im Jahr 2000 wurde der 2. Aufwuchs durch Hagel und im Jahr 2002 der 3. Aufwuchs durch Hochwasser vernichtet. Die beiden Aufwüchse wurden für die Auswertungen nicht berücksichtigt und im Jahr 2003 wiederholt. Die Versuchsfläche lag auf einem relativ feuchten Standort am Talboden der Enns (Obersteiermark). Von den Artengruppen waren die Gräser zu 51 %, die Leguminosen zu 21 % und die Kräuter zu 28 % im Pflanzenbestand vertreten. Die Wiese wurde im Herbst mit 13 m³ Gülle (korrigiert auf 10 % TM) gedüngt, zum 2. und 3. Aufwuchs wurden jeweils 40 kg N (150 kg NAC) pro ha verabreicht. Mineralischer Stickstoff zum 2. und 3. Aufwuchs wurde verwendet, um mögliche negative Auswirkungen einer Güllegabe auf die Futteraufnahme zu verhindern, da das Grünfutter frisch verabreicht wurde. Zur Abdeckung der Phosphor- und Kaliumversorgung wurden 160 kg Hyperkorn (26 %) und 370 kg Kornkali (40 %) pro ha gedüngt. Eine möglichst homogene Zusammensetzung des Pflanzenbestandes wurde durch Nachsaat einer Dauerwiesensaatgutmischung im Frühjahr erreicht.

Pro Tag wurde eine Menge geerntet, die den Futterbedarf von 15 Kühen bei ad libitum-Fütterung im Fütterungsversuch deckte (siehe Abschnitt 2.4). Im Zuge dieses Erntevorganges wurde auch der Grünlandertrag an Trockenmasse (TM) erhoben (Breite des Mähwerkes [m] × Länge des Schwades [m]; Nettogewicht des Grüngutes [kg] × TM-Gehalt des Grünfutters [%]).

2.3 Bestimmung des Futterwertes

Chemische Analysen

An jedem Erntetag wurden Proben gezogen (Mo-Sa) und der Gehalt an TM bestimmt (Trocknung 24 h bei 104 °C). Die bei der Trocknung von Grünfutter und Silagen entstehenden Verluste über flüchtige Substanzen wurden nach den Angaben von WEISSBACH und KUHLA (1995) korrigiert. Parallel dazu wurden Grünfutterproben täglich nach der Ernte tiefgefroren und pro Woche zu einer Sammelprobe vereinigt. Diese Proben wurden zur Vermeidung von Saftverlusten vorsichtig angetaut und anschließend der chemischen Analyse unterzogen. Die Weender Analyse (Trockenmasse [TM], Rohprotein [XP], Rohfett [XL], Rohfaser [XF], Rohasche [XA]) erfolgte nach den Methoden von VDLUFA (1976) bzw. ALVA (1983) mit Tecator-Geräten. Die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) wurden nach VAN SOEST et al. (1991) ebenfalls mit Tecator-Geräten analysiert. Ca und Mg wurden komplexometrisch bestimmt, P spektralfotometrisch sowie K, Na, Mn, Zn und Cu mit Atomabsorptionsspektroskopie.

Abbaubarkeit der TM in situ mit pansenfistulierten Ochsen

Die *in situ*-Untersuchungen wurden nach den Vorgaben von ORSKOV et al. (1980), MICHALET-DOREAU et al. (1987), MADSEN und HVELPLUND (1994), HUNTINGTON und GIVENS (1995) und NRC (2001) durchgeführt.

Die nylon bags wurden von der Firma Ankom (Maschenweite 53 µm; Fairport, New York, USA) gekauft. Das Verhältnis Einwaage zu Beutel-Oberfläche betrug etwa 15 mg pro cm², d. h. 6 g Probe pro Beutel (20 × 10 cm). Die Proben wurden schonend (50 °C) getrocknet und durch ein 2 mm-Sieb gemahlen. Für die Inkubationen wurden 4 pansenfistulierte Ochsen (im Mittel 1130 kg Lebendmasse) herangezogen, die in 4 Mahlzeiten pro Tag eine Ration auf Erhaltungsniveau erhielten (75 % Grobfutter, 25 % Kraftfutter). Die Ration war vielseitig zusammengesetzt (Grobfutter: 1/3 Heu, 1/3 Grassilage, 1/3 Maissilage; Kraftfutter: 35 % Gerste, 25 % Weizen, 15 % Trockenschnitzel, 15 % Sojaextraktionsschrot, 7 % Weizenkleie, 3 % Mineralstoffmischung). Die Inkubationszeiten waren mit 0, 3, 6, 10, 14, 24, 42, 65, 92 und 120 h festgesetzt (MERTENS 1993). Der Waschvorgang zur Bestimmung der Wasserlöslichkeit wurde mit einer Haushaltswaschmaschine mit kaltem Wasser 45 min lang schonend durchgeführt (Programm Wolle). Die Daten wurden nach dem Modell von ORSKOV und McDONALD (1979) ausgewertet:

$$\text{deg} = a + b \times [1 - \exp(-c \times (t - \text{lag}))] \text{ für } t > \text{lag}$$

deg = Abbau eines Futtermittels (Nährstoffs) zur Zeit t (%)

a = rasch und vollständig lösliche Fraktion (%)

b = unlösliche, potenziell abbaubare Fraktion (%)

c = Abbaurrate (pro h)

lag = lag-Phase (h), verzögerter Beginn der mikrobiellen Aktivität

Die lag-Phase wurde mit der Gleichung von ORSKOV und RYLE (1990) errechnet:

$$\text{lag} = 1 / c \times \ln [b / (a + b - a^{\cdot})]$$

Da die Abbaubarkeit wesentlich von der Passagerate im Verdauungstrakt beeinflusst wird, wurde auch die effektive Abbaubarkeit (ED2, ED5, ED8, in %) bei einer unterstellten Passagerate von k = 0.02, 0.05 bzw. 0.08 (pro h) nach den Angaben von McDONALD (1981), modifiziert nach SÜDEKUM (2005), errechnet:

$$\text{ED} = a + [(b \times c) / (k + c)] \times \exp(-k \times \text{lag})$$

Der Datencheck, die deskriptive Statistik und die Auswertung der *in situ*-Daten nach dem Modell von ORSKOV und McDONALD (1979), McDONALD (1981) sowie ORSKOV und RYLE (1990) erfolgte mit dem Programm Statgraphics Plus 5 (2000).

Verdauungsversuche sowie Energie- und Proteinbewertung

Die Verdaulichkeit des Grünfutters während der Vegetation wurde von jedem Aufwuchs mit einem sog. kontinuierlichen Verdauungsversuch – mit Schafen – bestimmt (NEHRING 1963, OMBABI et al. 1999). Jeweils 3 Tage einer Woche (Mo-Mi, Do-Sa) wurden zusammengefasst und aus Futteraufnahme und Kotausscheidung die Verdaulichkeit berechnet. Die Kotausscheidung wurde um zwei Tage versetzt angenommen (Mi-Fr, Sa-Mo). Von den anderen Futtermitteln des Fütterungsversuches mit Milchkühen (siehe Abschnitt 2.4) wurde die Verdaulichkeit *in vivo* mit Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1991) für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen festgestellt (14 Tage Vorperiode und 14 Tage Sammelperiode, Futterniveau 1 kg TM Versuchsration pro Tag, 4 Tiere pro Futtermittel). Für die beiden Kraftfutter

kam die Regressionsmethode zur Anwendung (0, 25, 50, 75 % Kraftfutter).

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

2.4 Fütterungsversuch mit Milchkühen

Von jedem Aufwuchs wurde während der 7 Wochen ein Fütterungsversuch mit 15 Milchkühen durchgeführt (Rasse Fleckvieh, Brown Swiss, Holstein Friesian). Die Kühe wurden für die weiteren Aufwüchse nicht verwendet, um den Einfluss des Laktationsstadiums auf Futteraufnahme und Milchleistung möglichst gering zu halten. Das Wiesenfutter wurde täglich ein Mal geerntet und frisch an die Kühe (und Hammel des kontinuierlichen Verdauungsversuches) gefüttert. Die Grobfutterration bestand aus 75 % Grünfutter (= Versuchsfutter), 10 % Heu und 15 % Maissilage (auf TM-Basis). Die Ergänzung mit Mineralstoffen erfolgte bedarfsgerecht als Differenz zwischen Bedarf (GfE 2001) und dem Angebot an Mineralstoffen aus Grob- und Kraftfutter. Als Mineralfutter wurde kohlensaurer Futterkalk (38 % Ca), Viehsalz (37 % Na) und eine phosphorreiche Mineralstoffmischung (9,2 % Ca, 12,6 % P, 4,3 % Mg, 11,7 % Na) verwendet. Die Ergänzung an Spurenelementen und Vitaminen erfolgte konstant mit einer Vormischung (120 g je Tag). Die mit dem Vegetationsstadium und Kraftfutterniveau sich ändernde ruminale N-Bilanz (RNB; GfE 2001) wurde mit Futterharnstoff ausgeglichen.

Die 15 Kühe wurden jeweils 5 Kraftfutter-Gruppen möglichst gleicher Milchleistung und Futteraufnahme zu je 3 Tieren zugeteilt. Die Kraftfutter-Gruppen unterschieden sich in der Menge (0, 25, 50 % der Futteraufnahme, TM-Basis) und Zusammensetzung des Kraftfutters (langsam [L] und schnell [S] fermentierbar).

Dies ergab folgende Kraftfutter-Gruppen (KF):

0, L25, S25, L50, S50

Zusammensetzung des langsam fermentierbaren KF:

45 % Mais, 30 % Sorghum-Hirse, 10 % Sojaschalen, 10 % Trockenschnitzel, 5 % Weizenkleie

Zusammensetzung des schnell fermentierbaren KF:

25 % Gerste, 25 % Weizen, 25 % Roggen, 25 % Hafer

Der Einfluss des Kraftfutters ist Gegenstand einer eigenen Publikation (GRUBER et al., in Vorbereitung).

Die Milchleistung wurde in der 2. Woche vor Versuchsbeginn bei bedarfsgerechtem Kraftfuttereinsatz erhoben und die Futteraufnahme in der 1. Woche vor Versuchsbeginn bei einem konstanten Kraftfutteranteil von 25 % der TM. Beide Parameter wurden als Basis für die Gruppeneinteilung verwendet und auch als Kovariable im statistischen Modell berücksichtigt.

Die Futteraufnahme wurde individuell für jedes Tier zu jeder Mahlzeit erhoben, indem von jedem Futtermittel

die Ein- und Rückwaage inklusive TM-Gehalt festgestellt wurde. Die Fütterungszeit dauerte 8 Stunden (04:30-08:30 Uhr und 15:00-19:00 Uhr). Die Futtermittel wurden in der Reihenfolge (1) Kraftfutter inkl. Mineralstoffe, (2) Heu, (3) Maissilage und (4) Grünfutter angeboten. Die Milchleistung wurde bei jeder Melkung (05:00 und 16:00 Uhr) erhoben (mittels Tru-Test von Westfalia). Die Milchanalyse erfolgte mit einem MilcoScan MSC-605, Foss Electric) aus einer Sammelprobe pro Tag. Die Kühe wurden ein Mal pro Woche um die gleiche Tageszeit (13:00 Uhr) gewogen.

2.5 Statistische Auswertung

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

Das statistische Modell für die Ergebnisse des Ertrages und des Futterwertes (chemische Analysen, Abbaubarkeit im Pansen *in situ*, Verdaulichkeit *in vivo*) berücksichtigte die fixen Effekte Aufwuchs, Woche und Jahr sowie die Interaktion Aufwuchs \times Woche:

$$y_{ijk} = A_i + W_j + J_k + (A \times W)_{ij} + e_{ijk}$$

A_i	= fixer Effekt Aufwuchs i , $i = 1, 2, 3$
W_j	= fixer Effekt Woche j , $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$
J_k	= fixer Effekt Jahr k , $k = 1, 2, 3, 4$
$(A \times W)_{ij}$	= Interaktion Aufwuchs $i \times$ Woche j
e_{ijk}	= Restkomponente

Im statistischen Modell zur Auswertung des Fütterungsversuches waren zusätzlich zu den Effekten Aufwuchs, Woche und Jahr sowie der Interaktion Aufwuchs \times Woche noch die Kraftfutter-Gruppe, Rasse und Laktationszahl sowie die Interaktionen Aufwuchs \times Kraftfutter-Gruppe, Woche \times Kraftfutter-Gruppe sowie die Kovariablen Laktationstag vor Versuchsbeginn, Futteraufnahme vor Versuchsbeginn, Milchleistung vor Versuchsbeginn, Milchfettgehalt vor Versuchsbeginn, Milcheiweißgehalt vor Versuchsbeginn enthalten:

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

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

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Ertrag des Grünlandes

Der durchschnittliche Ertrag an Trockenmasse in den 3 Aufwüchsen bzw. den 7 Versuchswochen sowie die Interaktion Aufwuchs × Woche ist in *Tabelle 2* angeführt. Im Mittel aller Versuchswochen ging der Ertrag von Aufwuchs 1 bis Aufwuchs 3 zurück (4000, 3599, 3119 kg TM je ha). Im Mittel der 3 Aufwüchse stieg der Ertrag während der Vegetation kurvilinear (degressiv) an, und zwar von 1808 kg TM in der 1. bis 4812 kg TM in der 7. Versuchswoche.

Die Interaktion Aufwuchs × Woche war hochsignifikant (P<0,001). Der Verlauf des Ertrages innerhalb der 3 Aufwüchse unterscheidet sich grundsätzlich voneinander und ist in *Abbildung 1* dargestellt. Ausgehend von sehr ähnlichen Erträgen in Woche 1 (im Mittel 1800 kg TM je ha), stieg der Ertrag in Aufwuchs 1 auf 5782 kg TM in Woche 7 an. Der Anstieg des Ertrages in Aufwuchs 2 war etwas geringer (auf 4916 kg TM in Woche 7). In Aufwuchs 3 war bis Versuchswoche 5 ein abgeschwächter Zuwachs zu verzeichnen, ab der 5. Woche war jedoch kaum ein Ertragszuwachs festzu-

stellen. Der Ertragsverlauf in den 3 Aufwüchsen lässt sich durch folgende Polynome 3. Grades beschreiben:

Aus der 1. Ableitung dieser Funktionen lässt sich der Zuwachs pro Tag errechnen. Diese Ergebnisse sind in *Abbildung 1* (rechts) dargestellt und sie besagen, dass der tägliche Zuwachs im 1. Aufwuchs von 138 auf 43 kg TM zurückgeht, im 2. Aufwuchs von 123 auf 38 kg und im 3. Aufwuchs von 97 auf 0 kg TM.

GRUBER et al. (2000) haben auf einem vergleichbaren Standort – nach Abzug der Konservierungsverluste bei Heuwerbung – einen mittleren täglichen Zuwachs an TM von 66, 45 bzw. 21 kg je ha im 1., 2. und 3. Aufwuchs ermittelt, also ebenfalls einen deutlichen Rückgang vom 1. bis zum 3. Aufwuchs. Umfangreiche, länderübergreifende Untersuchungen zum Wachstumsverlauf von Wiesen und Weiden im Alpenraum (Schweiz, Österreich, Italien, Deutschland) wurden von CAPUTA (1966) veröffentlicht. Der Verlauf des Wachstums von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*) wurde von TAUBE (1990) beschrieben. Die angeführten Arbeiten stimmen dahingehend überein, dass innerhalb eines Aufwuchses von einem nicht-linearen, sog.

sigmoidalen Wachstumsverlauf auszugehen ist und dass der Anstieg des Wachstums bei späteren Aufwüchsen geringer ist. Dies ist klarerweise mit den klimatischen Wachstumsfaktoren Licht und Temperatur zu erklären.

- 1. Aufwuchs: $TM = 677,7 + 1024,7 \times Wo - 24,06 \times Wo^2 - 2,639 \times Wo^3$ ($R^2=0,999$)
- 2. Aufwuchs: $TM = 837,1 + 1005,0 \times Wo - 74,43 \times Wo^2 + 2,056 \times Wo^3$ ($R^2=0,998$)
- 3. Aufwuchs: $TM = 1192,6 + 841,8 \times Wo - 85,57 \times Wo^2 + 2,417 \times Wo^3$ ($R^2=0,994$)

TM = Ertrag (kg TM je ha), Wo = Versuchswoche

Tabelle 2: Ertrag des Grünlandes (Einfluss von Aufwuchs und Woche)

	Aufwuchs			Woche							RSD	P-Werte				R ²
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7		A	W	J	A×W	
Ertrag kgTM/ha	4000	3599	3119	1808	2556	3236	3821	4215	4559	4812	571	0,000	0,000	0,000	0,000	0,804

Woche	1. Aufwuchs							2. Aufwuchs							3. Aufwuchs						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Anzahl	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ertrag	1692	2579	3439	4302	4842	5361	5782	1764	2586	3201	3860	4179	4686	4916	1968	2502	3068	3302	3625	3629	3739

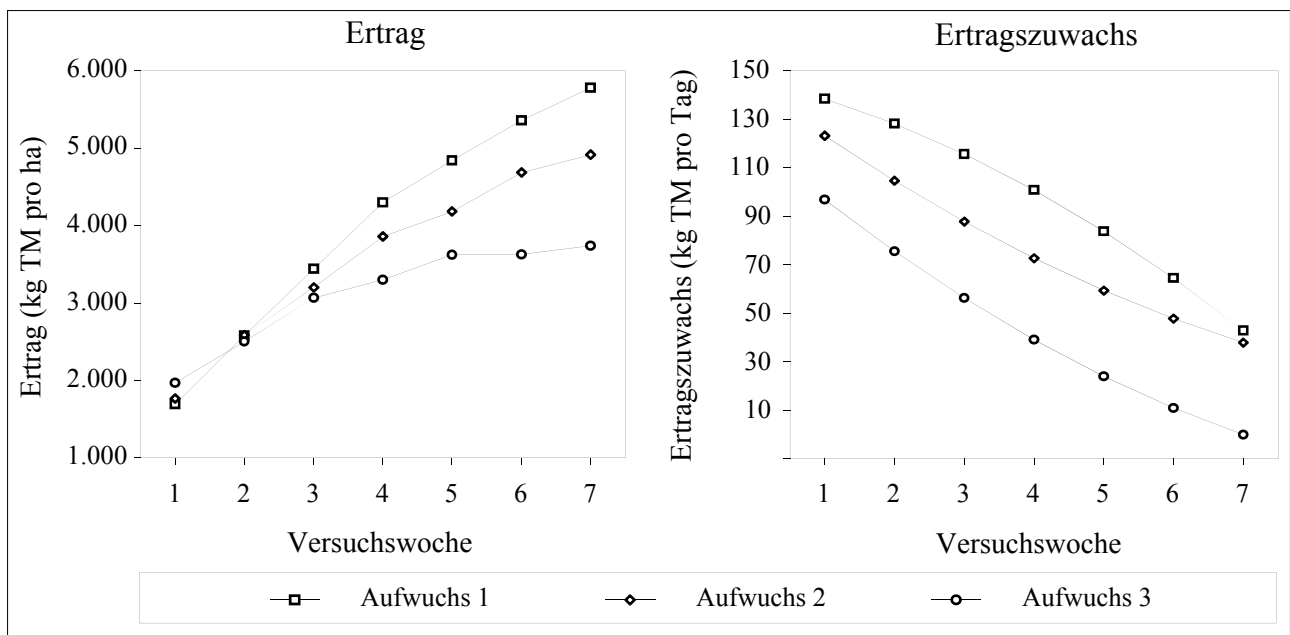


Abbildung 1: Verlauf von Ertrag und Ertragszuwachs in den 3 Aufwüchsen

Tabelle 3: Gehalt an Nährstoffen, Gerüstsubstanzen und Mineralstoffen (Haupteffekte Aufwuchs und Woche)

	Aufwuchs							Woche							RSD	P-Werte			R ²
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	16	17	18	A		W	J	A×W	
Nährstoffe																			
TM	179	170	165	154	161	162	160	178	187	198	16	0,044	0,000	0,160	0,524	0,690			
XP	152	171	184	208	193	176	164	154	141	146	14	0,000	0,000	0,000	0,284	0,887			
XL	22	22	21	24	22	22	22	21	20	20	2	0,706	0,001	0,004	0,339	0,632			
XF	292	290	271	249	262	279	294	296	304	306	13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,904			
XX	439	406	413	403	413	415	419	429	432	423	21	0,000	0,089	0,270	0,217	0,577			
XA	96	112	110	117	109	107	101	100	103	106	10	0,000	0,013	0,013	0,092	0,683			
Gerüstsubstanzen und Nichtfaser-Kohlenhydrate																			
NDF	592	582	570	542	556	568	603	594	608	600	24	0,032	0,000	0,000	0,010	0,827			
ADF	350	347	324	297	312	325	362	354	367	364	17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,884			
ADL	39	48	39	36	36	39	44	46	48	48	5	0,000	0,000	0,004	0,285	0,756			
NFC	138	113	114	109	119	127	110	131	129	128	29	0,027	0,521	0,000	0,749	0,497			
Mengen- und Spurenelemente																			
Ca	6,6	8,0	7,9	7,4	7,8	7,7	7,7	7,3	7,1	7,7	1,2	0,004	0,854	0,000	0,602	0,640			
P	2,7	3,0	3,1	3,4	3,2	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	0,3	0,001	0,000	0,012	0,140	0,721			
Mg	2,1	2,8	3,5	2,8	2,9	2,9	2,8	2,9	2,6	2,7	0,4	0,000	0,805	0,000	0,976	0,796			
K	30,4	30,3	26,7	31,8	31,6	29,8	28,8	27,1	27,6	27,2	3,8	0,010	0,044	0,267	0,626	0,503			
Na	0,50	0,39	1,32	0,68	0,69	0,83	0,85	0,83	0,66	0,62	0,39	0,000	0,775	0,000	0,987	0,758			
Mn	114	137	130	132	124	114	121	136	127	136	22	0,017	0,339	0,000	0,348	0,702			
Zn	31	35	36	38	36	35	34	33	32	31	3	0,000	0,000	0,002	0,042	0,740			
Cu	10,5	11,4	12,1	13,5	12,6	11,5	11,4	10,5	9,6	10,3	2,2	0,119	0,007	0,000	0,998	0,682			

3.2 Futterwert des Wiesenfutters

Gehalt an Nährstoffen, Gerüstsubstanzen und Mineralstoffen

Der Gehalt an Weender Rohnährstoffen, Gerüstsubstanzen sowie Mineralstoffen ist in *Tabelle 3* und *4* für die Haupteffekte Aufwuchs und Woche und die Wechselwirkung Aufwuchs × Woche angeführt.

Beim Gehalt an Weender Nährstoffen (XP, XF, XX, XA) übte der Aufwuchs (bis auf XL) einen hochsignifikanten Einfluss aus ($P < 0,001$). Wie zu erwarten, war auch der Einfluss der Woche (hoch)signifikant (ausgenommen XX). Zwischen Aufwuchs und Woche traten bis auf den Rohfaser-Gehalt keine signifikanten Wechselwirkungen auf (*Tabelle 4*). Der Gehalt an TM nahm mit der Zahl des Aufwuchses ab (179, 170, 165 g/kg FM in Aufwuchs 1, 2 und 3) und mit fortschreitendem Vegetationsstadium zu (154 bis 198 g/kg FM in Woche 1 bis 7). Der Gehalt an Rohprotein war in den Folgeaufwüchsen höher als im Primäraufwuchs (152, 171, 184 g/kg TM) und nahm im Laufe der Vegetation von 208 auf 141 g/kg TM ab.

Der deutlichste Einfluss des Aufwuchses und des Vegetationsstadiums trat bei den Gerüstsubstanzen (und der Rohfaser) auf, wobei bis auf ADL auch eine hochsignifikante Wechselwirkung ($P < 0,010$) festgestellt wurde (*Tabelle 4* und *Abbildung 2*). Der Gehalt an Rohfaser ging mit der Nummer des Aufwuchses zurück (292, 290, 271 g/kg TM in Aufwuchs 1, 2, 3) und erhöhte sich im Lauf der Vegetation sehr stark (249 bis 306 g/kg TM in Woche 1 bis 7). Der Gehalt an NDF machte in den 3 Aufwüchsen im Durchschnitt aller Versuchswochen 592, 582 bzw. 570 g/kg TM aus und stieg im Mittel aller Aufwüchse im Lauf der Vegetation von 542 auf 600 g/kg TM. Es ist hervorzuheben, dass der Gehalt an XF sowie NDF und ADF im 1. Aufwuchs sehr stark anstieg, im 2. Aufwuchs nur in abgeschwächter Form und sich im 3. Aufwuchs nur unwesentlich erhöhte (*Tabelle 4* und *Abbildung 2*). Der 2. Aufwuchs wies einen signifikant höheren Gehalt an ADL auf als die beiden anderen (39, 48, 39 g/kg TM). Im Gegensatz zu NDF und ADF bestand hinsichtlich ADL keine Wechselwirkung zwischen Aufwuchs und Vegetationsstadium. Eine solche Interaktion war jedoch deutlich ersichtlich beim Grad der Lignifizierung der Gerüstsubstanzen (d. h. Anteil des ADL an NDF). Im 1. und 3. Aufwuchs stieg der ADL-Anteil an der NDF von ca. 6 auf 8 %, wogegen dieser Anteil im 2. Aufwuchs auf wesentlich höherem Niveau sich nur geringfügig von 8,0 auf 8,5 % erhöhte (*Abbildung 2*).

Der Gehalt an Mineralstoffen stieg mit der Nummer des Aufwuchses signifikant an. Mit fortschreitendem Vegetationsstadium gingen nur die Gehalte an P und K sowie Zn und Cu zurück. Die weiteren Mineralstoffe waren vom Vegetationsstadium nur wenig beeinflusst. Signifikante Wechselwirkungen zwischen Aufwuchs und Vegetationsstadium wurden nur bei Zn festgestellt.

Der mit fortschreitender Vegetation einhergehende Anstieg der Gerüstsubstanzen und die intensive Lignifizierung sind in vielen Futterwert-Tabellen (u. a. INRA

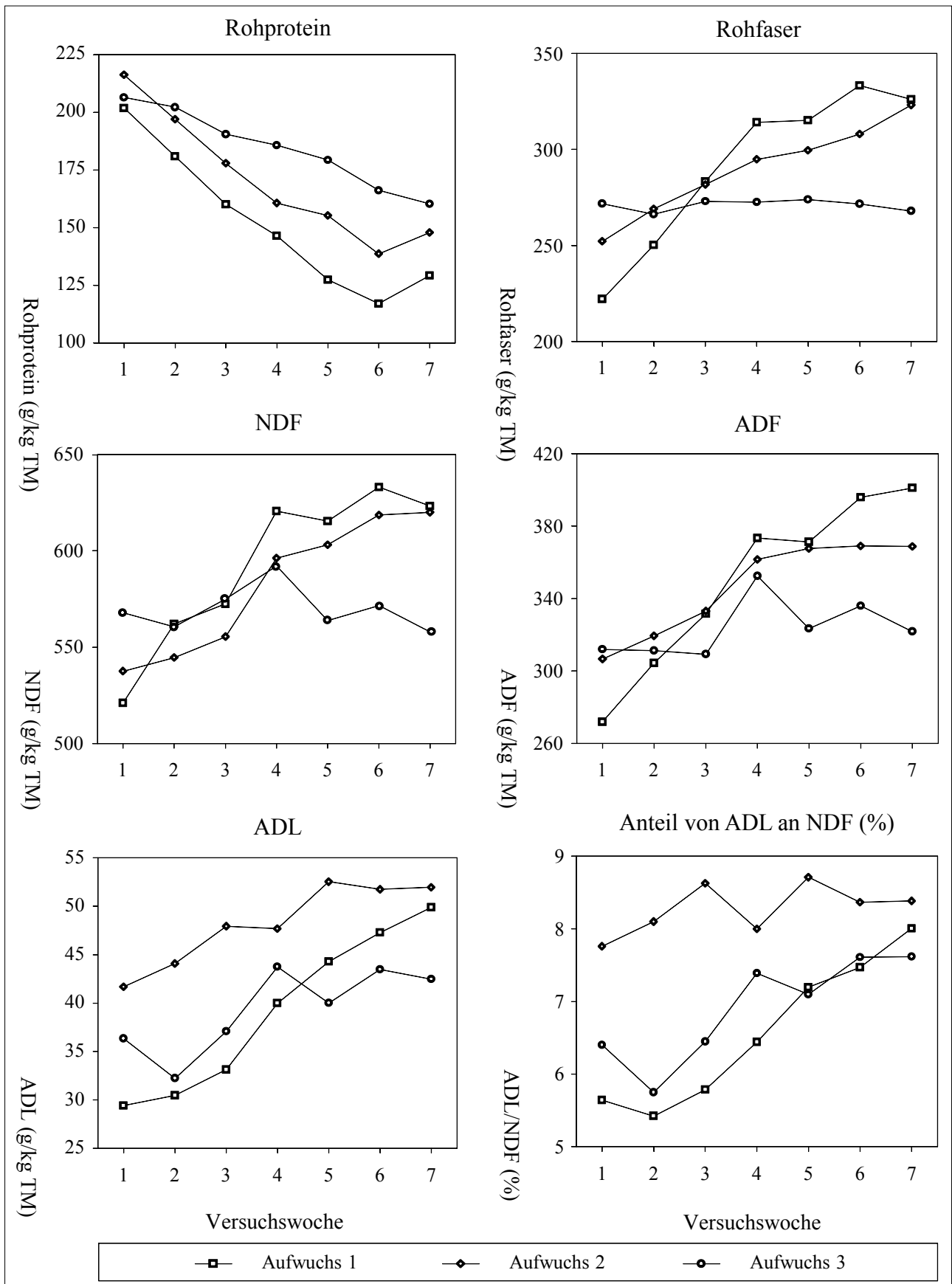


Abbildung 2: Verlauf von Rohprotein und Gerüstsubstanzen in den 3 Aufwüchsen

Tabelle 4: Gehalt an Nährstoffen, Gerüstsubstanzen und Mineralstoffen (Interaktion Aufwuchs × Woche)

Nährstoffe	1. Aufwuchs							2. Aufwuchs							3. Aufwuchs						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
TM	159	161	166	165	188	192	223	147	162	160	168	176	194	185	157	160	160	147	172	175	186
XP	202	181	160	146	127	117	129	216	197	178	161	155	139	148	206	202	190	186	179	166	160
XL	24	23	24	21	21	19	19	26	22	22	23	21	21	20	22	22	22	22	21	20	21
XF	222	250	283	314	315	333	326	252	269	282	295	300	308	323	272	266	273	273	274	272	268
XX	446	446	435	425	446	437	435	377	389	402	418	420	436	399	385	406	409	414	420	423	434
XA	106	100	98	94	90	93	91	129	123	117	104	105	96	110	115	104	106	105	106	118	117
Gerüstsubstanzen und Nichtfaser-Kohlenhydrate																					
NDF	521	562	572	620	615	633	623	537	545	555	596	603	619	620	568	561	575	592	564	572	558
ADF	272	304	332	373	371	396	401	307	319	333	362	368	369	369	312	311	309	352	323	336	322
ADL	29	30	33	40	44	47	50	42	44	48	48	53	52	52	36	32	37	44	40	43	42
NFC	147	134	146	118	146	138	138	91	113	128	117	116	126	102	89	111	107	95	130	123	144
Mengen- und Spurenelemente																					
Ca	6,1	6,7	6,1	6,6	7,0	6,3	7,7	7,6	8,0	9,1	8,0	7,9	7,8	7,8	8,4	8,6	8,1	8,7	6,8	7,1	7,5
P	3,4	3,2	2,9	2,6	2,3	2,3	2,2	3,5	3,2	2,8	3,0	3,0	2,8	2,9	3,4	3,1	2,9	3,1	3,0	3,1	2,7
Mg	2,2	2,2	2,0	2,2	2,1	2,1	2,1	3,0	2,8	2,9	2,8	2,9	2,6	2,7	3,2	3,6	3,7	3,4	3,8	3,2	3,4
K	33,5	33,2	33,5	30,9	28,1	27,5	26,2	34,2	34,5	28,2	29,6	29,4	28,1	27,8	27,7	27,1	27,8	25,8	23,7	27,4	27,5
Na	0,48	0,46	0,49	0,56	0,50	0,50	0,54	0,34	0,37	0,46	0,42	0,48	0,30	0,36	1,22	1,25	1,54	1,57	1,52	1,18	0,97
Mn	112	111	104	112	125	122	115	153	157	108	134	139	123	143	129	105	130	117	144	136	150
Zn	37	35	31	30	30	27	23	39	37	37	35	34	30	33	38	35	36	36	35	37	37
Cu	13,1	11,8	10,8	10,1	9,9	8,3	9,7	13,7	13,4	11,9	11,3	10,4	9,5	9,8	13,6	12,7	11,9	12,7	11,2	10,9	11,5

1989 und 2007, DLG 1997, RAP 1999, NRC 2001, Rostocker Futterbewertungssystem 2004, ÖAG-Futterwerttabellen 2006) und Untersuchungen dokumentiert. Die für österreichische Produktionsbedingungen (Klima, botanische Zusammensetzung, geographische Lage, Nährstoffversorgung) zutreffendsten ÖAG-Futterwerttabellen (2006) geben für den 1. Aufwuchs Grünfütter einen Bereich der Rohfaser von 196 bis 342 g/kg TM an und für die Folgeaufwüchse 185 bis 304 g/kg TM. Die entsprechenden Werte der DLG-Futterwert-Tabelle für Wiederkäuer (1997) sind 195 bis 323 g/kg TM (1. Aufwuchs) bzw. 208 bis 283 g/kg TM (2. Aufwuchs), also durchaus vergleichbar. Besonders soll auf die stärkere Lignifizierung des 2. Aufwuchses hingewiesen werden, die nach VAN SOEST et al. (1978) und VAN SOEST (1994) auf die höheren Temperaturen in diesem Zeitraum zurückzuführen ist. Umfangreiche Untersuchungen zum Einfluss des Klimas auf die Nährstoffzusammensetzung und Verdaulichkeit wurden von DEINUM et al. (1968) durchgeführt.

Ruminale Abbaubarkeit der Trockenmasse *in situ*

Die *in situ*-Abbaubarkeit der Trockenmasse im Pansen ist in den Tabellen 5 (Haupteffekte) und 6 sowie in der Abbildung 4 (Wechselwirkung Aufwuchs × Versuchswoche) dargestellt. Die Abbaukurven der einzelnen Versuchswochen in den 3 Aufwüchsen finden sich in Abbildung 3.

Der Einfluss des Aufwuchses auf die Parameter des *in situ*-Abbaus war größtenteils signifikant oder an der Signifikanzschwelle ($P \leq 0,05$; Tabelle 5). Die sofort lösliche Fraktion (a) machte in Aufwuchs 1, 2 bzw. 3 28,3, 25,9 bzw. 25,9 % aus. Die unlösliche, potenziell abbaubare Fraktion (b) unterschied sich dagegen nicht signifikant (51,5, 51,6, 53,7 %). Die potenzielle Abbaubarkeit (Summe von a und b) des 2. Aufwuchses war niedriger als die der Aufwüchse 1 und 3 (79,8, 77,5, 79,6 %). Die lag-Phase erhöhte sich mit der Nummer des Aufwuchses signifikant (0,7, 0,9, 1,8 h). Die effektive Abbaubarkeit (d. h. unter Berücksichtigung einer Passagerate) ging signifikant bzw. tendenziell mit der Nummer des Aufwuchses zurück (54,0, 51,2, 50,5 ED_{0,05} (%); $P=0,051$).

Analog zum Gehalt an Gerüstsubstanzen übte die Versuchswoche in den wesentlichen Kriterien der *in situ*-Abbaubarkeit einen hochsignifikanten Einfluss aus ($P \leq 0,001$). Nur die sofort lösliche Fraktion (a) und die lag-Phase unterschieden sich zwischen den Versuchswochen nicht. Die Abbauraten pro h gingen von 7,5 auf 4,3 % zurück, die potenzielle Abbaubarkeit (a + b) von 82,1 auf 73,2 % sowie die effektive Abbaubarkeit (ED_{0,05}) von 58,2 auf 46,9 %.

Eine signifikante Wechselwirkung zwischen Aufwuchs und Versuchswoche ergab sich in keinem der *in situ*-Abbau-Parameter (Tabelle 5 und 6). Die Ergebnisse in Tabelle 6 zeigen jedoch, dass bezüglich Fraktion a und der effektiven Abbaubarkeiten (ED_{0,02}, ED_{0,05}, ED_{0,08}) in Aufwuchs 1 ein deutlich stärkerer Rückgang festzustellen war als in Aufwuchs 2 und ganz besonders in Aufwuchs 3. Aus Abbildung 3 geht außerdem klar hervor, dass sich die *in situ*-Abbau-

barkeit zwischen den Versuchswochen in Aufwuchs 1 wesentlich stärker unterscheidet als in Aufwuchs 2 und besonders in Aufwuchs 3.

Die *in situ*-Abbaubarkeit der TM von Wiesenfutter unterschiedlichen Vegetationsstadiums (Gräser und Leguminosen) wurde in zahlreichen Versuchen geprüft. Abgesehen von methodischen Unterschieden der *in situ*-Technik (z. B. Auswertung der Daten, praktische Durchführung der Methode etc.) zeigen alle Untersuchungen, dass die Abbauraten (c) sowie die potenzielle (a + b) und effektive Abbaubarkeit (ED) mit fortschreitender Vegetation deutlich zurückgehen. CLEALE und BULL (1986) untersuchten früh und spät geerntete Gras/Leguminosen-Silagen des 1. Aufwuchses (6. und 25. Juni; Ladino-Klee, Luzerne, Trespel und Timothee, Bundesstaat Maine USA). Die Abbauraten der TM betrug 5,0 und 3,2 %/h. BALDE et al. (1993) prüften 4 Wachstumsstadien von frischem Knaulgras und fanden bei 573, 583, 639 bzw. 681 g NDF/kg TM Abbauraten der TM von 6,8, 7,2, 4,7 und 5,4 %/h. HOFFMAN et al. (1993) stellten die *in situ*-Abbaubarkeit der TM von 8 Grobfuttermitteln (5 Gräserarten, 3 Leguminosenarten) bei 3 Vegetationsstadien fest. Im Mittel der 5 Gräserarten machte die Abbauraten der TM in den 3 Vegetationsstadien (474, 540 und 616 g NDF/kg TM) Werte von 8,6, 6,0 und 4,2 %/h aus. ELIZALDE et al. (1999) ermittelten die *in situ*-Abbaubarkeit der TM von Trespel (*bromus biebersteinii*) und Wiesenschwingel (*festuca arundinacea*) des 1. Aufwuchses bei 4 Vegetationsstadien (530, 581, 624, 667 g NDF/kg TM im Mittel der beiden Gräserarten). Die Abbauraten (c) belief sich auf durchschnittlich 10,1, 7,0, 6,3 und 4,2 %/h. CHAVES et al. (2006) in Neuseeland und OWENS et al. (2008) in Irland untersuchten die *in situ*-Abbaubarkeit der TM von Folgeaufwüchsen des Raygrases. Auch in diesen Untersuchungen ging die Abbauraten mit fortschreitendem Vegetationsstadium zurück, wenn auch nicht so ausgeprägt wie im 1. Aufwuchs. HUHTANEN und JAAKKOLA (1994) untersuchten den Einfluss des Vegetationsstadiums eines Gräserbestandes vom 1. Aufwuchs (Mischung aus *phleum pratense* und *festuca pratensis*). Die Abbauraten der TM betragen 7,2, 5,6, 4,8, 5,0, 3,5 und 3,5 %/h bei einem NDF-Gehalt von 546, 585, 577, 603, 627 bzw. 629 g/kg TM (7-Tage-Intervalle ab dem 30. Mai, Finnland). CONE et al. (1999) ernteten einen Grasbestand (> 80 % Raygras) nach einem Vorschnitt Ende April im Abstand von etwa je einer Woche bis Anfang Juli und untersuchten die *in situ*-Abbaubarkeit der TM als Grünfutter und als Silage. Im Mittel beider Konservierungsformen machte die Abbauraten (c) 6,9, 5,7, 5,1, 4,9, 4,3, 4,2 und 3,8 %/h aus, bei einem NDF-Gehalt von 526, 543, 538, 566, 562, 586 und 603 g/kg TM.

Die Literaturangaben stimmen im Wesentlichen mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit überein. Mit Fortdauer der Vegetation gehen Abbaubarkeit und Abbauraten zurück. Allerdings müssen methodische Unterschiede der *in situ*-Technik (z. B. Probenvorbereitung, Waschvorgang, nylon bags etc.) bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden sowie weitere Einflüsse wie botanische Art, Konservierungsform des Wiesenfutters etc. Die Ursache für die verminderte

Tabelle 5: Parameter der *in situ*-Abbaubarkeit der Trockenmasse im Pansen (Haupteffekte Aufwuchs und Woche)

	Aufwuchs							Woche							RSD	P-Werte				R ²	
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		A	W	J	A×W		
a	28,3	25,9	25,9	27,1	25,8	26,8	24,7	27,1	27,5	26,6	26,6	27,1	25,8	26,8	24,7	2,4	0,028	0,232	0,004	0,404	0,406
b	51,5	51,6	53,7	53,1	53,1	49,2	48,5	53,1	54,5	53,7	53,7	53,1	53,1	49,2	48,5	2,2	0,122	0,001	0,252	0,631	0,464
c	5,58	5,55	5,18	4,81	4,96	4,31	4,96	4,81	6,05	5,43	5,43	4,81	4,96	4,31	4,96	0,88	0,619	0,000	0,240	0,186	0,595
a + b	79,8	77,5	79,6	80,3	78,9	75,9	73,2	80,3	82,0	80,3	80,3	80,3	78,9	75,9	73,2	2,2	0,024	0,000	0,040	0,214	0,725
lag	0,68	0,93	1,80	1,01	1,34	1,04	1,38	1,01	0,98	1,09	1,09	1,01	1,34	1,04	1,38	0,69	0,011	0,917	0,000	0,331	0,289
ED2	65,1	62,5	62,9	63,5	62,4	59,6	58,0	63,5	67,2	64,5	64,5	63,5	62,4	59,6	58,0	2,9	0,068	0,000	0,073	0,140	0,659
ED5	54,0	51,2	50,5	51,5	50,3	48,3	46,9	51,5	55,5	52,6	52,6	51,5	50,3	48,3	46,9	3,3	0,051	0,000	0,033	0,207	0,584
ED8	47,9	45,1	43,9	45,3	43,9	42,6	41,1	45,3	48,8	46,2	46,2	45,3	43,9	42,6	41,1	3,4	0,035	0,001	0,016	0,276	0,536

Tabelle 6: Parameter der *in situ*-Abbaubarkeit der Trockenmasse im Pansen (Interaktion Aufwuchs × Woche)

	1. Aufwuchs							2. Aufwuchs							3. Aufwuchs						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
a	31,5	31,2	28,3	28,4	26,2	27,5	25,3	27,6	26,8	26,9	26,0	26,6	25,7	21,7	26,3	24,6	24,6	27,0	24,6	27,1	27,2
b	54,5	53,8	53,5	51,7	52,7	47,3	47,0	52,8	53,2	51,8	52,8	51,8	48,0	50,5	53,6	56,4	55,9	54,9	54,8	52,1	47,9
c	8,61	5,78	6,20	5,37	4,62	4,22	4,25	7,33	7,07	5,63	4,82	5,39	3,89	4,72	6,68	5,30	4,45	4,24	4,87	4,82	5,92
a + b	86,0	84,9	81,8	80,1	78,9	74,9	72,3	80,4	80,0	78,6	78,8	78,4	73,7	72,2	79,9	81,0	80,5	81,9	79,4	79,2	75,0
lag	1,16	0,17	0,57	0,74	1,56	0,53	0,06	1,26	0,78	0,92	0,57	0,85	0,96	1,17	0,91	2,00	1,78	1,71	1,62	2,92	
ED2	74,2	70,6	67,7	65,2	61,6	59,2	57,1	67,6	67,2	64,0	62,7	63,3	56,7	56,1	66,1	63,8	61,9	62,6	62,2	62,7	60,8
ED5	63,4	59,4	56,5	54,0	49,4	48,6	46,7	56,5	56,3	52,7	51,0	51,9	45,7	44,6	54,8	50,8	48,7	49,7	49,5	50,6	49,4
ED8	56,5	53,1	50,2	47,8	43,1	43,3	41,5	49,9	49,7	46,4	44,8	45,7	40,3	38,6	48,3	43,7	42,0	43,2	42,8	44,2	43,2

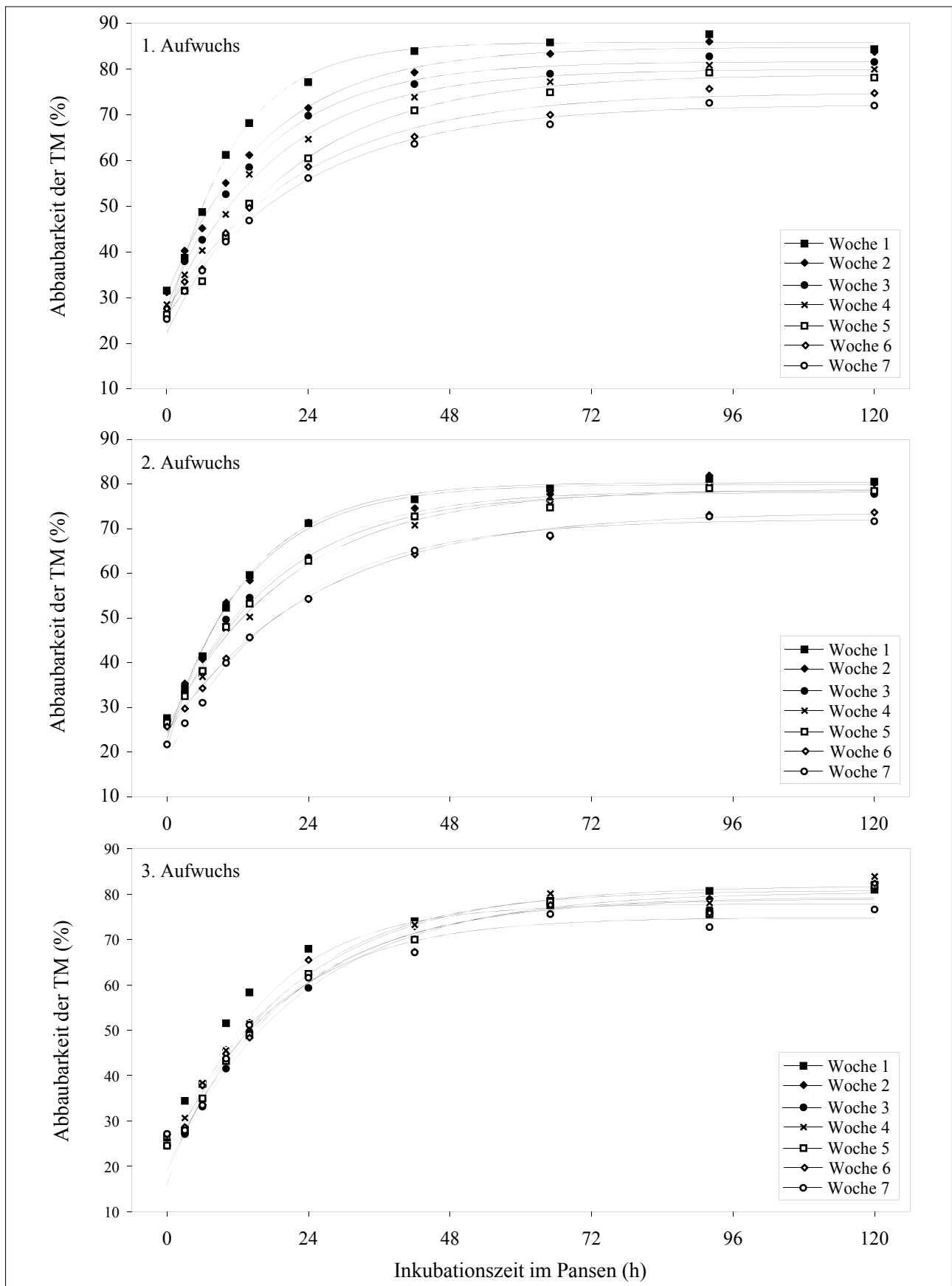


Abbildung 3: Verlauf des Trockenmasse-Abbaues *in situ* im Pansen in den 7 Versuchswochen sowie in den 3 Aufwüchsen

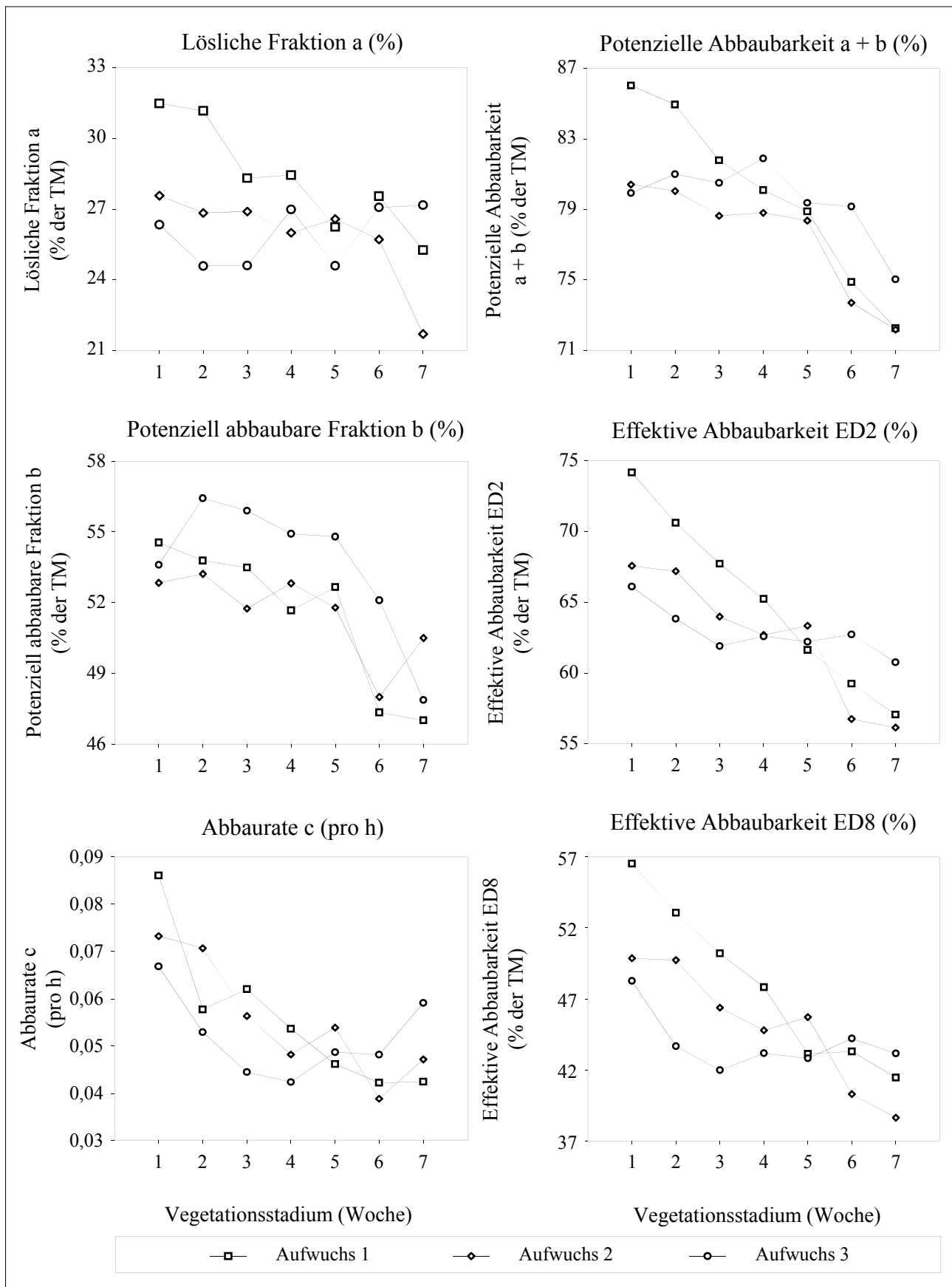


Abbildung 4: Verlauf der *in situ*-Parameter (a, b, c, ED) in den 3 Aufwüchsen

Tabelle 7: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe sowie der Faser- und Nichtfaser-Kohlenhydrate (Haupteffekte Aufwuchs und Woche)

	Aufwuchs							Woche							RSD	P-Werte				R ²
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		A	W	J	A×W	
OM	70,5	70,3	72,7	71,5	69,2	66,8	63,8	2,9	0,041	0,000	0,153	0,625	0,814							
XP	69,5	72,0	73,6	72,1	69,0	66,0	67,3	4,2	0,024	0,000	0,063	0,996	0,674							
XL	30,9	20,8	15,7	23,8	23,5	24,9	22,6	10,6	0,001	0,893	0,001	0,880	0,566							
XF	70,9	73,0	75,7	74,0	71,0	68,2	64,6	3,5	0,001	0,000	0,044	0,269	0,822							
XX	72,5	70,5	73,0	72,1	70,1	67,8	63,8	3,7	0,132	0,000	0,450	0,230	0,773							
NDF	70,3	71,6	75,4	74,7	73,5	67,3	62,7	3,7	0,001	0,000	0,009	0,287	0,838							
ADF	68,5	67,7	70,9	70,8	66,2	64,4	59,7	3,6	0,034	0,000	0,016	0,862	0,814							
NFC	77,9	71,3	70,7	69,1	76,7	70,7	72,1	7,0	0,000	0,000	0,000	0,003	0,308							

Tabelle 8: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe sowie der Faser- und Nichtfaser-Kohlenhydrate (Interaktion Aufwuchs × Woche)

	1. Aufwuchs							2. Aufwuchs							3. Aufwuchs						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
OM	78,2	78,1	72,6	70,4	68,5	64,9	60,8	75,8	74,8	72,3	70,8	68,4	67,3	62,9	78,0	75,9	74,6	73,4	70,7	68,3	67,7
XP	75,1	75,2	71,7	70,6	66,3	61,5	66,2	79,3	76,0	73,6	71,6	69,7	67,0	67,2	78,5	77,9	75,4	74,1	71,2	69,4	68,5
XL	21,9	27,0	32,9	33,0	34,3	34,2	32,8	26,2	18,0	14,8	23,5	19,1	25,8	18,2	21,9	14,0	10,1	15,0	17,2	14,7	16,8
XF	79,3	79,4	73,3	71,6	69,2	66,1	57,2	78,8	77,1	74,6	73,2	70,3	69,4	67,7	82,0	80,5	78,8	77,2	73,5	69,0	68,9
XX	82,0	81,3	74,6	70,9	69,9	65,8	62,7	76,7	75,8	73,2	71,4	69,2	67,7	59,8	77,8	75,0	74,8	73,9	71,1	69,8	68,8
NDF	81,1	80,6	73,0	70,9	66,4	63,2	56,5	78,7	76,1	73,5	71,8	68,9	68,3	63,7	82,5	79,5	77,6	77,7	72,1	70,3	67,8
ADF	76,8	77,2	71,2	69,6	65,1	62,9	56,9	74,0	72,3	69,8	69,0	65,7	63,8	59,1	77,7	75,2	71,9	73,9	67,8	66,3	63,1
NFC	80,0	79,6	77,6	71,4	82,6	77,8	76,4	77,0	73,3	73,2	68,6	74,4	67,7	65,0	65,2	73,6	74,1	67,4	73,3	66,5	75,0

Abbaubarkeit liegt in der zunehmenden Lignifizierung der Gerüstsubstanzen, die den Zutritt der fibrolytischen Enzyme an den Lignin-Kohlenhydrat-Komplex räumlich behindert (JUNG und DEETZ 1993).

Verdaulichkeit in vivo der Nährstoffe, der Faser- und Nichtfaser-Kohlenhydrate sowie Proteinwert und Energiekonzentration

Die Verdaulichkeit ist in den Tabellen 7 und 8 sowie in der Abbildung 5 dargestellt. Mit Ausnahme der N-freien Extraktstoffe (XX) übte die Nummer des Aufwuchses einen signifikanten Einfluss auf die Verdaulichkeit aus ($P \leq 0,05$), und zwar stieg in den meisten Nährstoffen die Verdaulichkeit mit der Zahl des Aufwuchses an. So betrug die Verdaulichkeit der organischen Masse (OM) im 1., 2. bzw. 3. Aufwuchs 70,5, 70,3 bzw. 72,7 %, der Rohfaser 70,9, 73,0 bzw. 75,7 % und der NDF 70,3, 71,6 bzw. 75,4 %. Der Gehalt an verdaulicher organischer Masse in der TM (DOMD) machte 637, 624 bzw. 647 g/kg TM aus und die Energiekonzentration 9,61, 9,42 bzw. 9,77 MJ ME/kg TM (Tabelle 9 und 10 sowie Abbildung 6). Da der Proteingehalt mit der Nummer des Aufwuchses stark anstieg (Tabelle 3), nicht jedoch die Energiekonzentration, erhöhte sich der Gehalt an nXP nur unwesentlich von 128 auf 130 und 135 g/kg TM (Tabelle 9). Damit verbunden ist allerdings ein signifikanter Anstieg der ruminalen N-Bilanz (RNB) von 3,8 auf 6,5 bzw. 7,9 g/kg TM.

Die Versuchswoche erwies sich – wie aus den bisher dargestellten Daten der Gerüstsubstanzen und der ruminalen Abbaubarkeit zu erwarten – als hochsignifikanter Einflussfaktor auf die Verdaulichkeit aller Rohnährstoffe (Ausnahme XL) sowie der Faser- und Nichtfaser-Kohlenhydrate sowie auf den Proteinwert und die Energiekonzentration ($P \leq 0,001$). Im Mittel der 3 Aufwüchse ging die Verdaulichkeit der OM von der 1. bis zu 7. Versuchswoche von 77,3 auf 63,8 % zurück (Abbildung 6), noch deutlicher die Verdaulichkeit der Zellwände (NDF), nämlich von 80,8 auf 62,7 %. Damit war ein Rückgang der Energiekonzentration von 10,4 auf 8,6 MJ ME bzw. von 6,3 auf 5,0 MJ NEL pro kg TM verbunden. Da der Rohproteingehalt noch stärker auf das Vegetationsstadium reagierte als die Energiekonzentration, änderte sich auch die RNB signifikant mit den Versuchswochen. Zu Vegetationsbeginn wurde ein sehr hoher N-Überschuss von 10 g festgestellt, der auf 3 bis 4 g je kg TM zurückging.

Eine signifikante Wechselwirkung zwischen Aufwuchs und Versuchswoche ergab sich (mit Ausnahme der NFC) in keinem der *in vivo*-Verdaulichkeits-Parameter (Tabelle 7 und 8) sowie auch nicht beim Proteinwert und der Energiekonzentration (Tabelle 9 und 10).

Der Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf die Verdaulichkeit und den Futterwert im weiteren Sinn ist vielfach belegt und Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten der letzten Jahrzehnte auf der ganzen Welt (u. a. VAN SOEST 1967, VAN SOEST et al. 1978, VAN SOEST 1994, BURNS 2008). Die Ursache für den Rückgang der Verdaulichkeit mit fortschreitender Vegetation liegt einerseits in der morphologischen Veränderung der Pflanze, d. h. Zunahme des faserrei-

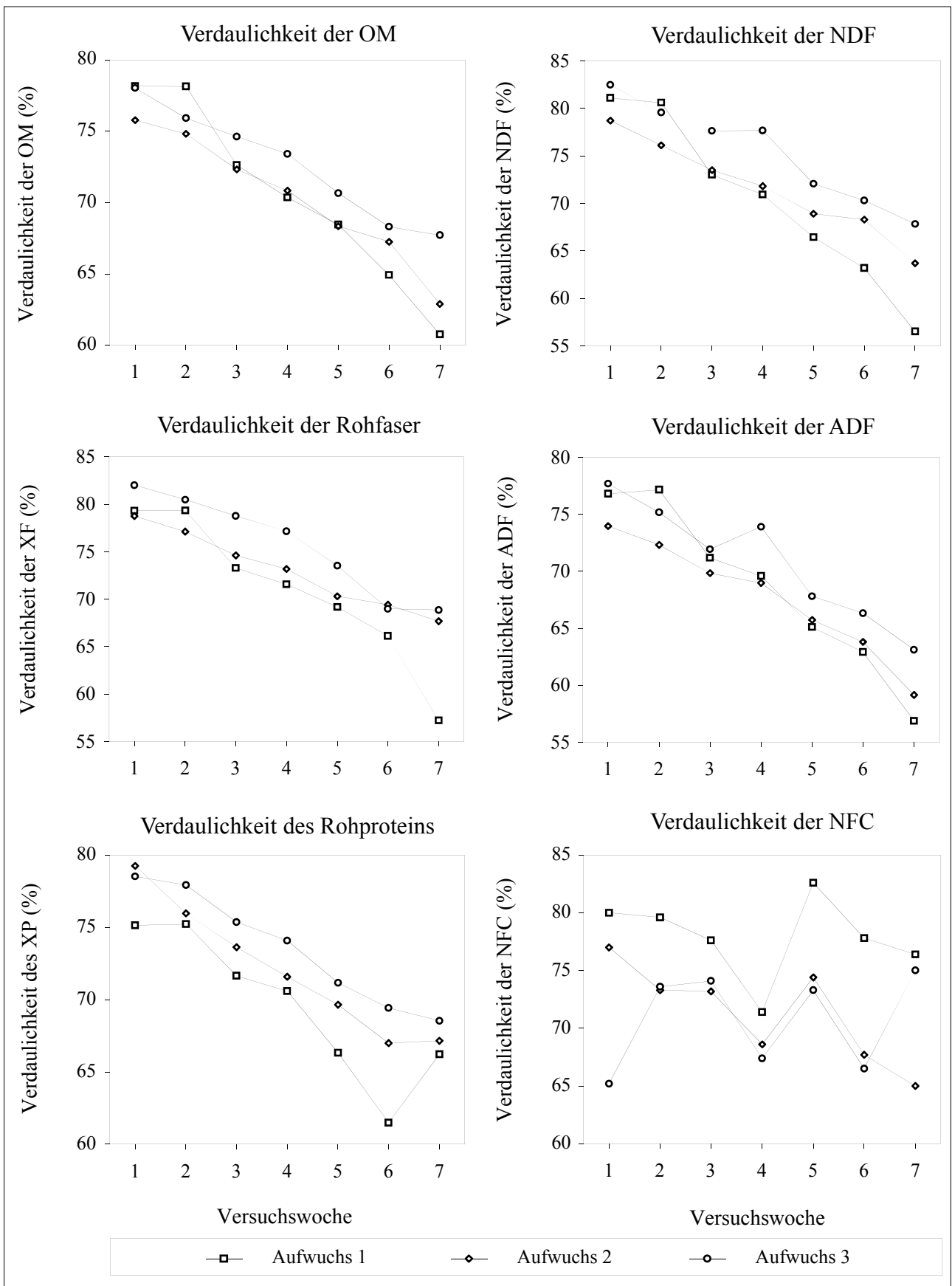


Abbildung 5: Verlauf der Verdaulichkeit in den 3 Aufwüchsen

Tabelle 9: Proteingehalt (nXP-System) und Energiekonzentration (in der TM) (Haupteffekte Aufwuchs und Woche)

	Aufwuchs			Woche							RSD	P-Werte				R ²
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7		A	W	J	A×W	
Proteingehalt (nXP-System)																
degXP	84,6	84,4	84,8	85,3	85,1	84,7	84,5	84,4	84,2	84,2	84,2	0,001	0,000	0,000	0,000	0,888
nXP	128	130	135	145	142	135	132	126	120	117	117	0,002	0,000	0,035	0,766	0,854
RNB	3,8	6,5	7,9	10,1	8,2	6,6	5,2	4,4	3,2	4,6	4,6	0,000	0,000	0,000	0,177	0,863
Energiekonzentration																
DOMD	637	624	647	683	680	654	643	622	600	570	570	0,057	0,000	0,063	0,609	0,669
ME	9,61	9,42	9,77	10,41	10,29	9,87	9,69	9,36	9,00	8,59	8,59	0,059	0,000	0,031	0,639	0,802
NEL	5,69	5,56	5,81	6,27	6,18	5,87	5,74	5,51	5,26	4,97	4,97	0,056	0,000	0,033	0,615	0,804

Tabelle 10: Proteingehalt (nXP-System) und Energiekonzentration (in der TM) (Interaktion Aufwuchs × Woche)

	1. Aufwuchs							2. Aufwuchs							3. Aufwuchs							
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
Proteingehalt (nXP-System)																						
degXP	86,2	85,6	84,8	84,2	84,2	83,7	83,9	85,1	84,8	84,6	84,4	84,3	84,2	83,8	84,8	84,9	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8
nXP	146	143	133	128	122	115	111	143	139	133	130	125	122	116	146	143	139	137	132	125	123	123
RNB	9,0	6,0	4,3	3,0	0,9	0,4	2,8	11,7	9,3	7,2	5,0	4,9	2,7	5,2	9,6	9,4	8,2	7,8	7,5	6,6	5,9	5,9
Energiekonzentration																						
DOMD	699	704	655	638	623	589	553	660	656	639	635	612	608	560	691	680	668	657	632	602	598	598
ME	10,64	10,65	9,91	9,59	9,33	8,79	8,32	10,11	9,95	9,63	9,56	9,19	9,11	8,40	10,47	10,28	10,06	9,92	9,55	9,09	9,03	9,03
NEL	6,44	6,44	5,89	5,66	5,48	5,12	4,78	6,05	5,95	5,71	5,65	5,39	5,33	4,84	6,31	6,17	6,00	5,90	5,65	5,34	5,30	5,30

chen Stängelanteiles (u. a. PRITCHARD et al. 1963, TERRY und TILLEY 1964, MOWAT et al. 1965a und b, HACKER und MINSON 1981, HIDES et al. 1983, WILMAN et al. 1996, WILMAN und REZVANI 1998, ČOP et al. 2009), und andererseits in der intensiven Lignifizierung der Gerüstsubstanzen (u. a. JUNG und FAHEY 1983, JUNG und VOGEL 1986, JUNG und ALLEN 1995). Die pflanzlichen Gerüstsubstanzen sind sehr heterogen und komplex zusammengesetzt, wobei die Pflanzenspecies und das Vegetationsstadium von großem Einfluss sind. Zellulose, Hemizellulose und Lignin sind die drei wichtigsten Komponenten. Zellulose ist ein Polysaccharid aus Tausenden von Glukosemolekülen, die unter Wasserabspaltung in β -1-4-glukosidischer Bindung mit einander verbunden werden. Die β -Stellung der OH-Gruppe am C₁-Atom bestimmt, dass die polymerisierten Moleküle weitgehend linear zu Ketten angeordnet werden. Parallel angeordnete Ketten bilden Fibrillen, die untereinander Wasserstoffbrücken ausbilden. Die Hemizellulosen sind eine heterogene Gruppe von nichtzellulosischen Polysacchariden (Pentosane und Hexosane). Sie stellen die Hauptmasse der Zellwandmatrix dar und sind stark mit Lignin assoziiert.

Lignine sind Mischpolymere aus Phenylpropanen (Cumaryl-, Coniferyl- und Sinapyl-Alkohol), die sich zu einem dreidimensionalen Gitter vernetzen und so die Zellwand durchdringen. In der Zellwand wird Lignin aus hoch-kondensierten Phenylpropan-Einheiten gebildet (sog. Kern-Lignin). Zwischen Kernlignin und Hemizellulose erfolgt eine Quervernetzung hauptsächlich über die beiden phenolischen Monomere p-Cumarsäure und Ferulasäure durch Ester- und Etherbindungen. Lignin ist verantwortlich für die verminderte Verdaulichkeit der Zellwand. Die Zellwand besteht aus mehreren Schichten (Mittellamelle vorwiegend aus Pektin, Primärzellwand aus Hemizellulose, Sekundärzellwand aus Zellulose). Lignin-Polymere sind in der Primärzellwand über Ether- und Ester-Bindungen der Ferulasäure mit Arabinoxylan verankert (JUNG und DEETZ 1993, VAN SOEST 1994, GRUBER 2009). Nach ALLEN und MERTENS (1988) wird die Faserverdauung im Pansen durch den unverdaulichen Anteil der Faser sowie die Abbau- und Passage-Rate der fermentierbaren Faser begrenzt. Der Einfluss des Vegetationsstadiums auf die Verdaulichkeit ist besonders in den diversen Futterwerttabellen verschiedener Länder dokumentiert (u. a. INRA 1989 und 2007, DLG 1997, RAP 1999, NRC 2001, Rostocker Futterbewertungssystem 2004, ÖAG-Futterwerttabellen 2006). Daneben gibt es eine große Zahl an systematischen Untersuchungen zum Einfluss des Vegetationsstadiums auf die Verdaulichkeit (SPAHR et al. 1961, BLAXTER und WILSON 1963, BLASER 1964, BACHMANN et al. 1975, KÜHBAUCH und VOIGTLÄNDER 1979, STEACY et al. 1983, ACKERMANN et al. 1984, GIVENS et al. 1989 und 1993, KRIS-

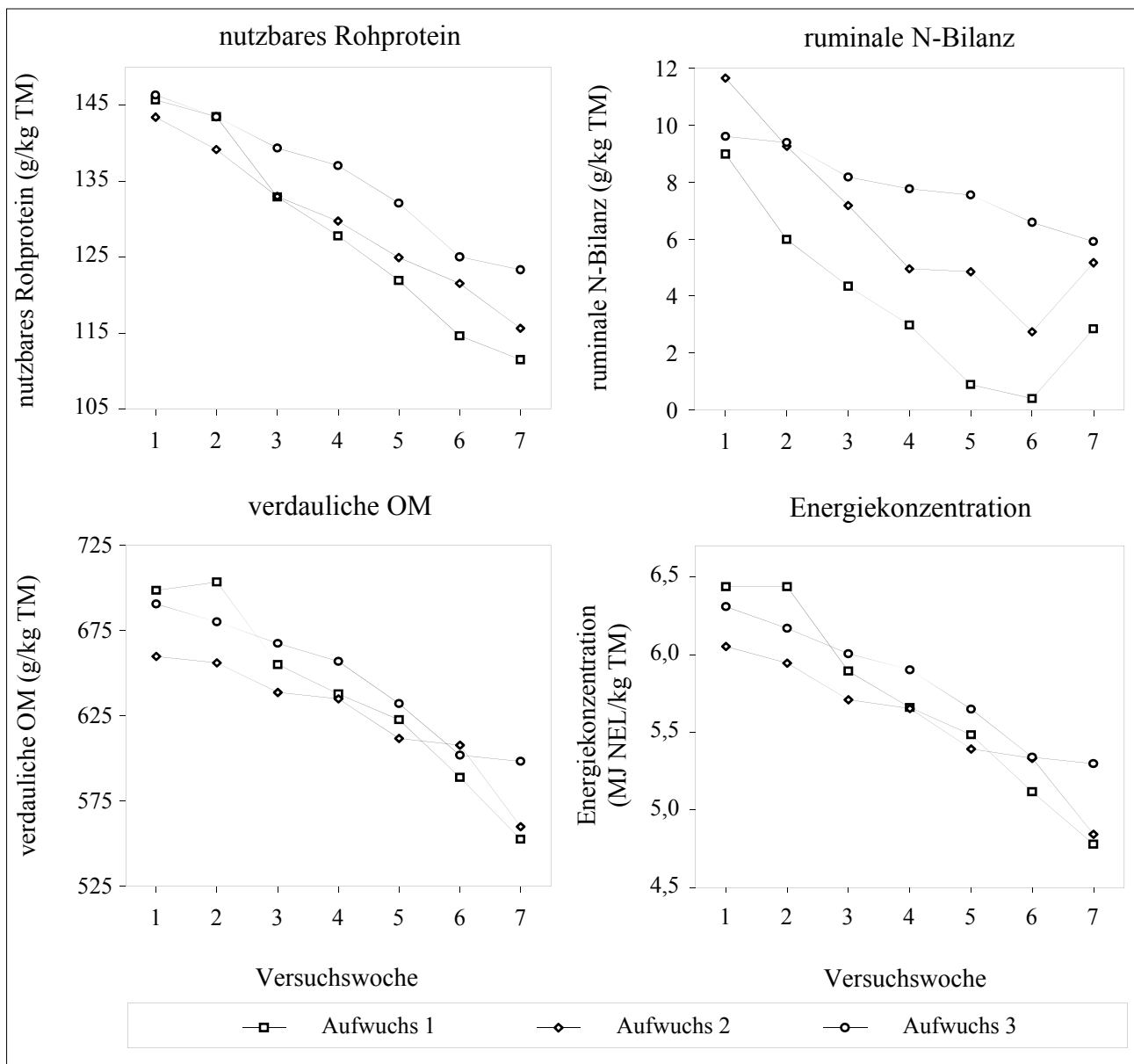


Abbildung 6: Verlauf des Proteinwertes (nXP, RNB) und der Energiekonzentration in den 3 Aufwüchsen

TENSEN und SKOVBORG 1990, DEMARQUILLY und ANDRIEU 1992, HASSELMANN et al. 1995, RINNE et al. 1997, GRUBER et al. 2000 und 2006, OMBABI et al. 2001, SCHUBIGER et al. 2001, TASI und BARCSÁK 2003, ČOP et al. 2009).

Alle diese Untersuchungen zeigen einen deutlichen Rückgang der Verdaulichkeit mit fortschreitender Vegetation, wie auch in der eigenen Untersuchung. Das Ausmaß dieses Rückganges fällt aber verschieden aus. Die Hauptursachen für die Unterschiede sind die Nummer des Aufwuchses und die botanische Art bzw. bei gemischten Pflanzenbeständen (Dauerwiesen) die botanische Zusammensetzung (Gräser, Kräuter, Leguminosen). Die chemische Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen der Artengruppen ist recht unterschiedlich (VAN SOEST 1967, 1994). Die Ursache für die verminderte Verdaulichkeit liegt in der zunehmenden Lignifizierung der Gerüstsubstanzen, die den Zutritt der fibrolytischen Enzyme an den Lignin-Kohlenhydrat-Komplex räumlich behindert (JUNG und DEETZ 1993).

3.3 Ergebnisse des Fütterungsversuches mit Milchkühen

Die Ergebnisse des Fütterungsversuches mit Milchkühen sind in den Tabellen 11 und 12 sowie in Abbildung 7 und 8 dargestellt. Die Nummer des Aufwuchses wirkte sich in allen Kriterien der Futter- und Nährstoffaufnahme, der Nährstoffkonzentration sowie der Milchleistung hochsignifikant aus ($P \leq 0,001$). Die Grobfutteraufnahme (GF) war im 3. Aufwuchs am höchsten (12,2, 12,2 und 12,7 kg TM) und ebenso die Gesamtfutteraufnahme (18,1, 18,3 und 18,9 kg TM GES in Aufwuchs 1, 2 und 3). Die Aufnahme an NDF machte 13,0, 13,1 bzw. 13,5 g pro kg LM aus und war damit etwas höher als der von MERTENS (1994) angegebene Mittelwert von 12,5 g. Die Energieaufnahme war im 2. Aufwuchs am niedrigsten, was vor allem durch die niedrige Energiekonzentration in diesem Aufwuchs bedingt war. Obwohl das Kraftfutter ausschließlich aus Energieträgern bestand und die Grobfutterration neben Gras 10 %

Heu und 15 % Maissilage enthielt, ergab sich dennoch ein N-Überschuss im Pansen (1,8, 1,9 bzw. 2,7 g RNB pro kg TM), bei einem Rohprotein-Gehalt von 149, 150 und 157 g/kg TM. Die Milchleistung (22,2, 22,2 und 23,1 kg) und der Gehalt an Milch Inhaltsstoffen waren im 3. Aufwuchs am höchsten (4,20, 4,10 und 4,35 % Fett sowie 3,28, 3,27 und 3,44 % Protein), ebenso der Milchharnstoff-Gehalt, was mit der ruminalen N-Bilanz gut übereinstimmt (STEINWIDER und GRUBER 2000). Die nach Energie-Aufnahme aus dem Grobfutter erzielbare Milchleistung betrug 10,6, 9,9 bzw. 11,7 kg. Die aus der Gesamtration (GES = GF plus KF) nach NEL theoretisch mögliche Milchmenge war höher als die tatsächliche Milchleistung, was auf einen Energieüberschuss schließen lässt.

Mit Ausnahme des Milchfett-Gehaltes übte die Versuchswoche auf alle Parameter der Futter- und Nährstoffaufnahme, der Nährstoffkonzentration und der Milchleistung einen hochsignifikanten Einfluss aus ($P \leq 0,001$). Im Mittel aller drei Aufwüchse ging die Grobfutteraufnahme in den 7 Versuchswochen von 12,9 um 1,6 kg TM auf 11,3 kg TM zurück, die Gesamtfutteraufnahme von 19,0 um 1,8 kg TM auf 17,2 kg TM. Verbunden mit der im Laufe der Vegetation abnehmenden Energiekonzentration verminderte sich die Aufnahme an Energie von 80 auf 59 MJ NEL. Die RNB ging von 3,3 auf 0,9 g/kg TM zurück. Entsprechend der Energieaufnahme reduzierte sich die Milchleistung von 25,1 auf 19,5 kg ECM. Die aus der Energieaufnahme über das Grobfutter theoretisch mögliche Milchmenge betrug 13,4 und 6,7 kg und die über die Gesamtration theoretisch erzielbare Milchleistung machte 28,3 kg in Woche 1 und 20,7 kg in Woche 7 aus. Zwischen Aufwuchs und Versuchswoche wurde in allen Kriterien der Futter- und Nährstoffaufnahme, Nährstoffkonzentration sowie Milchleistung eine signifikante Wechselwirkung festgestellt (Tabelle 11 und 12).

Die Futteraufnahme von Wiederkäuern wird sowohl über physikalische als auch über physiologische Faktoren reguliert. Das Ziel des Organismus ist dabei die Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Energiebilanz (physiologische Steuerung, WANGSNESS und MULLER 1981). Für den Wiederkäuer sind neben den physiologischen noch physikalisch-mechanische Steuerungsmechanismen von großer Bedeutung, d. h. die Futteraufnahme wird ganz entscheidend auch von der Füllung des Pansens bestimmt. Je schneller der Panseninhalt abnimmt, desto höher ist die Futteraufnahme. Die Füllung des Pansens wird einerseits durch die mikrobielle Verdauung und andererseits durch die sog. Passage des Futters bestimmt. Der mikrobielle Abbau des Futters wird stark von der Futterqualität (Abbaurate) beeinflusst, die Passagegeschwindigkeit hängt neben der Verdaulichkeit vom Zerkleinerungsgrad und der Futterstruktur ab (VAN SOEST 1994, FORBES 1995, JUNG und ALLEN 1995). Nach MERTENS (1994) entscheidet der erstlimitierende der beiden Faktoren (physiologisch vs. physikalisch) über die tatsächliche Futteraufnahme. Auch WESTON (1996) geht von dem zweigeteilten Modell aus, dass die Futteraufnahme einerseits über den Energiehaushalt gesteuert wird, der bei Energiemangel durch Hungersignale die Futteraufnahme in Gang setzt. Andererseits kommen durch die Last des Verdauungsinhaltes im Pansen Sättigungssignale an das Zentralnervensystem, welche zur Einstellung der Futteraufnahme führen. Nach ALLEN (1996) kann die Futteraufnahme von Wiederkäuern durch Dehnung eingeschränkt

werden, die sich aus dem begrenzten Digesta-Fluss durch den Verdauungstrakt ergibt. Die Kapazität des Tieres für dessen Füllung hängt ab vom Gewicht und dem Volumen des Verdauungsinhaltes, der die Dehnung verursacht, und von der Flussrate des Verdauungsinhaltes aus dem Organ, in dem die Dehnung auftritt. Die Dehnung im Reticulorumen wird generell als die Ursache angesehen, welche die Futteraufnahme von Rationen mit hoher Füllungswirkung begrenzt. OBA und ALLEN (1999) verglichen in einer Metaanalyse aus 28 Publikationen Rationen mit niedriger und hoher Verdaulichkeit der NDF, also mit unterschiedlicher Füllwirkung. Futteraufnahme und Milchleistung waren bei hoher Verdaulichkeit der NDF signifikant höher.

Diesen theoretischen Grundlagen entsprechen auch die Ergebnisse von Fütterungsversuchen mit Milchkühen, welche die Futteraufnahme und Milchleistung bei unterschiedlichem Vegetationsstadium des Wiesenfutters verglichen. SPAHR et al. (1961) verfütterten Heu (belüftet) des 1. Aufwuchses ($\frac{1}{3}$ Luzerne, $\frac{1}{3}$ Klee, $\frac{1}{3}$ Timothe) als alleiniges Grobfutter, das in 2-Wochen-Abständen am 25. Mai, 9. Juni bzw. 24. Juni geerntet wurde (Pennsylvania, USA). Der Gehalt an Rohfaser belief sich auf 251, 302 bzw. 328 g/kg TM und die Verdaulichkeit der Energie (*in vivo*, Schafe) betrug 69,2, 62,6 bzw. 58,3 %. Die Kühe nahmen von diesem Grobfutter 15,5, 14,0 bzw. 11,9 kg TM auf und leisteten 18,3, 16,8 bzw. 14,9 kg FCM (Annahme von 590 kg LM). STEACY et al. (1983) ernteten Heu (gepresst) des 1. Aufwuchses (Trespe, Luzerne) in 3-Wochen-Abständen am 10. Juni, 30. Juni und 22. Juli in Saskatoon (Can), bei einem Rohfaser-Gehalt von 255, 287 und 303 g/kg TM. Die Verdaulichkeit der OM (*in vivo*, Ochsen) betrug 72,8, 67,8 und 60,0 %. Bei einem Kraftfutteranteil von 28, 29 und 36 % der TM nahmen die Kühe 16,2, 15,1 und 13,7 kg TM Heu auf und gaben 23,8, 22,5 und 22,3 kg Milch bei 3,5, 3,9 und 4,3 % Fett. KRISTENSEN und SKOVBORG (1990) untersuchten den Einfluss eines unterschiedlichen Erntetermins beim 1. Aufwuchs (Anfang, Mitte und Ende Juni) über 3 Jahre mit Raigras und Konservierung als Silage bei 3 Kraftfutterniveaus in Dänemark. Dieser 1. Aufwuchs hatte bei der Ernte einen Gehalt an Rohfaser von 223, 287 und 297 g/kg TM und die Verdaulichkeit der OM (*in vivo*, Schafe) betrug 81,4, 74,1 und 67,5 %. Bei niedrigem Kraftfutterniveau (4 kg/d) nahmen die Kühe 12,9, 10,2 bzw. 10,3 kg TM Grassilage auf und gaben 23,3, 18,5 bzw. 17,8 kg ECM. GRUBER et al. (1995) verfütterten eine gemischte Grobfutter-Ration von niedriger bzw. hoher Qualität (35 % Heu, 40 % Grassilage, 25 % Maissilage) in einem langfristigen Versuch über eine vollständige Laktation an Kühe der Rassen Fleckvieh und Holstein Friesian bei 3 Kraftfutterniveaus (0, 50 und 100 % des Ergänzungsbedarfes). Die Qualität des Wiesenfutters (1. Aufwuchs) wurde über den Erntezeitpunkt variiert und die der Maissilage über den Kolbenanteil. Die Verdaulichkeit der OM (*in vivo*, Schafe) betrug beim Heu 57,6 bzw. 65,8 %, bei der Grassilage 59,4 bzw. 69,7 % und bei der Maissilage 69,6 bzw. 72,0 %. Im Mittel der Kraftfutter-Stufen und Rassen nahmen die Kühe bei 2,2 kg TM Kraftfutter 11,9 und 13,7 kg TM Grobfutter auf und erbrachten eine Milchleistung von 16,9 und 20,5 kg ECM.

In einem weiteren Versuch erzeugten GRUBER et al. (2000) drei unterschiedliche Heu-Qualitäten durch 2-, 3- bzw. 4-Schnittnutzung auf einer Dauerwiese im österreichischen

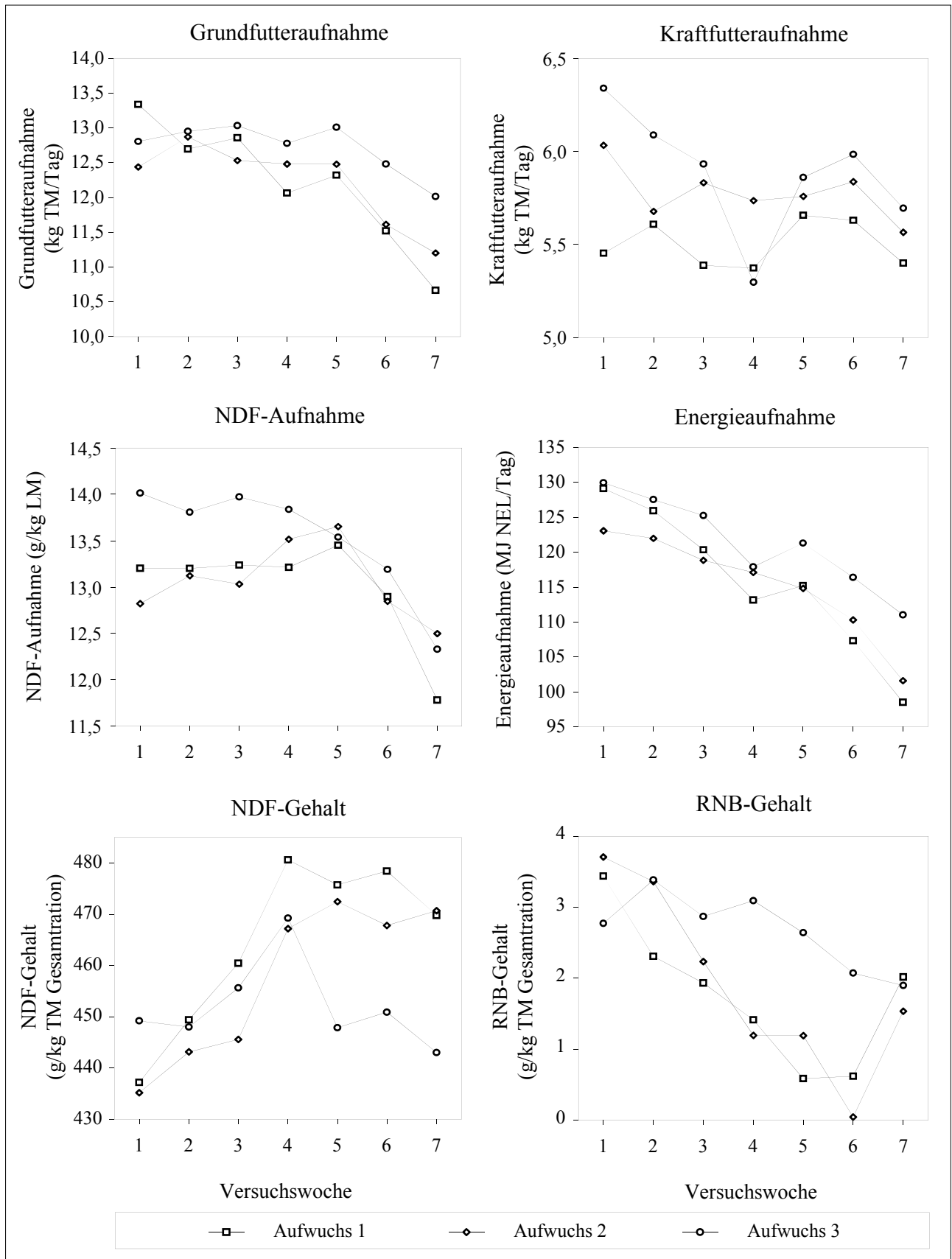


Abbildung 7: Verlauf der Futteraufnahme und -Nährstoffkonzentration in den 3 Aufwüchsen

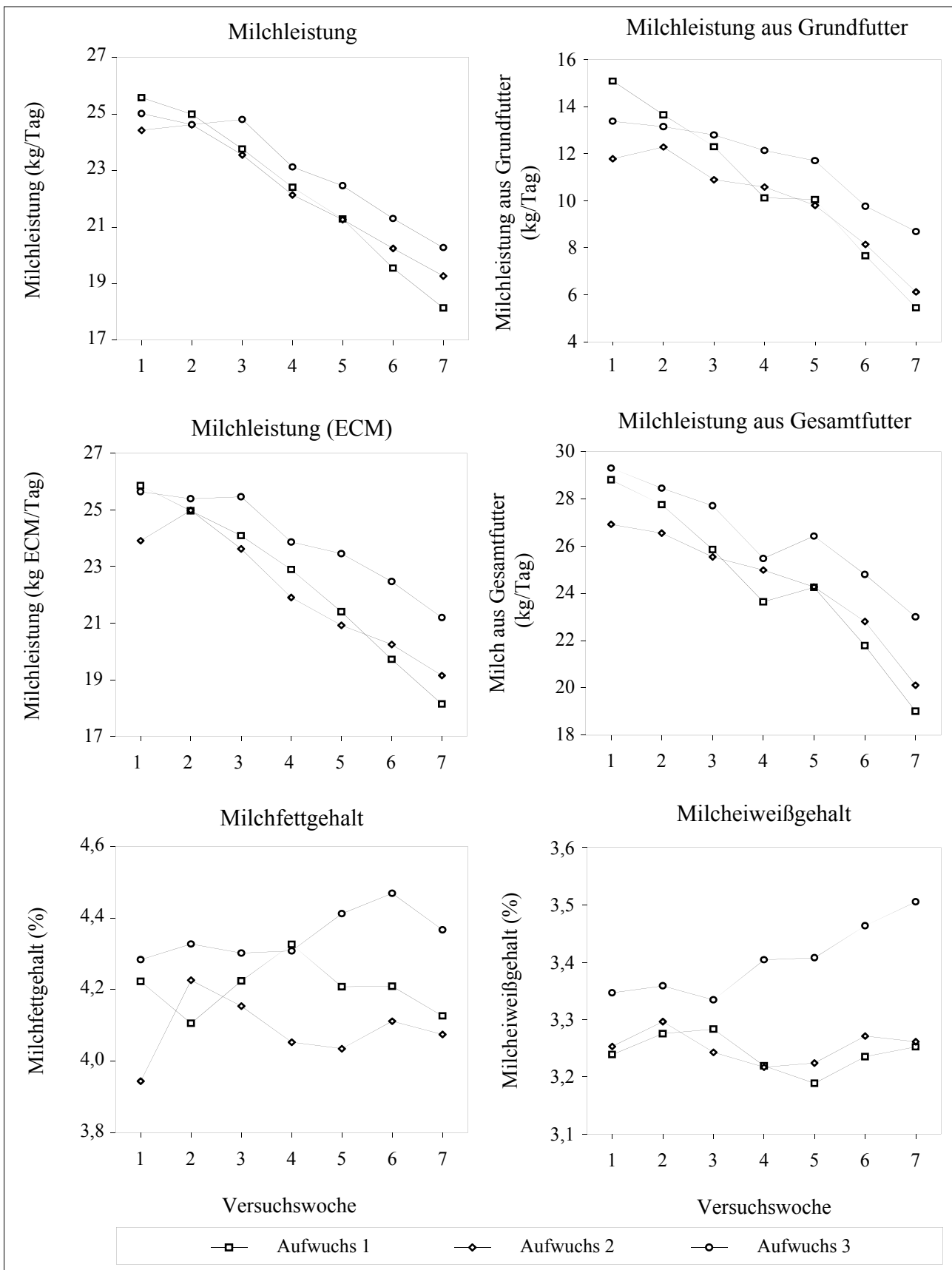


Abbildung 8: Verlauf der Milchleistung in den 3 Aufwüchsen

Tabelle 12: Ergebnisse des Fütterungsversuches mit Milchkühen (Interaktion Aufwuchs × Woche)

	1. Aufwuchs							2. Aufwuchs							3. Aufwuchs						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Lebendmasse	632	637	648	646	647	647	649	632	634	636	637	637	641	639	615	622	624	620	628	634	643
Futter- und Nährstoffaufnahme (pro Tag)																					
Grobfutter	13,34	12,70	12,86	12,06	12,32	11,52	10,66	12,44	12,87	12,53	12,48	12,48	11,61	11,20	12,80	12,95	13,03	12,78	13,01	12,48	12,02
Krautfutter	5,45	5,61	5,39	5,37	5,66	5,63	5,40	6,03	5,68	5,83	5,74	5,76	5,84	5,57	6,34	6,09	5,93	5,30	5,86	5,98	5,69
Gesamtfutter	19,04	18,67	18,63	17,84	18,38	17,55	16,45	18,69	18,83	18,65	18,50	18,51	17,73	17,05	19,37	19,32	19,26	18,39	19,13	18,73	17,98
NDF pro LM	13,2	13,2	13,2	13,2	13,5	12,9	11,8	12,8	13,1	13,0	13,5	13,7	12,8	12,5	14,0	13,8	14,0	13,8	13,5	13,2	12,3
nXP	2818	2724	2616	2457	2478	2312	2154	2726	2696	2611	2554	2511	2385	2239	2851	2804	2749	2594	2667	2553	2432
NEL	129,1	125,9	120,3	113,1	115,2	107,3	98,5	123,0	122,0	118,8	117,1	114,8	110,3	101,6	129,9	127,5	125,2	117,9	121,3	116,4	111,0
Nährstoffkonzentration (in der TM)																					
XP	169	160	152	146	138	134	142	169	164	154	145	143	134	140	164	166	160	160	155	148	146
XF	186	196	217	231	229	234	226	194	205	209	217	221	219	227	204	203	207	209	206	204	203
NDF	437	449	460	481	476	478	470	435	443	446	467	472	468	471	449	448	456	469	448	451	443
NEL	6,76	6,73	6,43	6,30	6,23	6,06	5,91	6,56	6,46	6,34	6,30	6,17	6,18	5,92	6,68	6,58	6,47	6,38	6,30	6,15	6,12
RNB	3,44	2,31	1,93	1,41	0,59	0,62	2,02	3,71	3,36	2,23	1,20	1,19	0,04	1,54	2,77	3,39	2,87	3,09	2,64	2,07	1,90
Milchleistung (pro Tag)																					
Milchleistung	25,6	25,0	23,8	22,4	21,3	19,5	18,1	24,4	24,6	23,6	22,1	21,3	20,2	19,3	25,0	24,6	24,8	23,1	22,5	21,3	20,3
Fetthalt	4,21	4,10	4,23	4,31	4,20	4,21	4,14	3,97	4,19	4,14	4,08	4,07	4,13	4,10	4,27	4,35	4,31	4,31	4,41	4,45	4,39
Proteingehalt	3,28	3,31	3,31	3,25	3,23	3,28	3,29	3,28	3,33	3,27	3,24	3,25	3,28	3,28	3,38	3,38	3,35	3,44	3,45	3,52	3,57
Harnstoff	216	190	218	162	179	239	193	242	230	189	179	175	171	179	241	253	215	257	229	176	173
ECM	25,9	25,0	24,1	22,9	21,4	19,7	18,1	23,9	25,0	23,6	21,9	20,9	20,2	19,1	25,6	25,4	25,5	23,9	23,5	22,5	21,2
Milch GF	15,1	13,6	12,3	10,1	10,0	7,7	5,4	11,8	12,3	10,9	10,6	9,8	8,1	6,1	13,4	13,2	12,8	12,1	11,7	9,8	8,7
Milch GES	28,8	27,8	25,9	23,6	24,3	21,8	19,0	26,9	26,6	25,5	25,0	24,3	22,8	20,1	29,3	28,4	27,7	25,5	26,4	24,8	23,0

im Laufe der Vegetation sehr deutlich, und zwar in allen Aufwüchsen in vergleichbarem Ausmaß (keine Wechselwirkung Aufwuchs × Vegetation). Durch diese unterschiedliche Entwicklung von Gerüstsubstanzen und Verdaulichkeit im Laufe der Vegetation ist deren Beziehung zu einander in den 3 Aufwüchsen sehr unterschiedlich.

- Entsprechend dem Gehalt an Gerüstsubstanzen und der Verdaulichkeit geht auch die Futteraufnahme des Wiesenfutters mit fortschreitender Vegetation zurück und in der Folge auch die aus dem Futter erzielbare Milchleistung. Futteraufnahme und Milchleistung verringern sich während des ersten Aufwuchses deutlicher als während des zweiten. Während des dritten Aufwuchses war dieser Rückgang am geringsten (Wechselwirkung Aufwuchs × Vegetation).

4. Literaturangaben

- ACKERMANN, R., I. MEWES, H. JEROCH und G. GEBHARDT, 1984: Untersuchungen zur Grobfutterqualität am Beispiel des Ackerfuttergrases Welsches Weidelgras. Tierzucht 38, 135-137.
- ALLEN, M.S. und D.R. MERTENS, 1988: Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. J. Nutr. 118, 261-270.
- ALLEN, M.S., 1996: Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. J. Anim. Sci. 74, 3063-3075.
- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- BACHMANN, F., J. LEHMANN und H. GUYER, 1975: Die Qualitätsmerkmale verschiedener Gräser in Reinsaat bei unterschiedlicher Nutzungsreife und Stickstoffdüngung. Schweiz. Landw. Forschung 14, 249-303.
- BALDE, A.T., J.H. VANDERSALL, R.A. ERDMAN, J.B. REEVES III, und B.P. GLENN, 1993: Effect of stage of maturity of alfalfa and orchardgrass on *in situ* dry matter and crude protein degradability and amino acid composition. Anim. Feed Sci. Technol. 44, 29-43.
- BLASER, R.E., 1964: Symposium on forage utilization: Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. J. Anim. Sci. 23, 246-253.
- BLAXTER, K.L. und R.S. WILSON, 1963: The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. Anim. Prod. 5, 27-42.
- BURNS, J.C., 2008: ASAS Centennial Paper: Utilization of pasture and forages by ruminants: A historical perspective. J. Anim. Sci. 86, 3647-3663.
- CAPUTA, J., 1966: Contribution à l'étude de la croissance du gazon des pâturages naturels à différentes altitudes. Schweiz. Landw. Forsch. 5, 393-426.
- CHAVES, A.V., G.C. WAGHORN, I.M. BROOKES und D.R. WOODFIELD, 2006: Effect of maturation and initial harvest dates on the nutritive characteristics of ryegrass (*Lolium perenne* L.). Anim. Feed Sci. Technol. 127, 293-318.

- CLEALE, R.M. und L.S. BULL, 1986: Effect of forage maturity on ration digestibility and production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69, 1587-1594.
- CONE, J.W., A.H. VAN GELDER, I.A. SOLIMAN, H. DE VISSER und A.M. VAN VUUREN, 1999: Different techniques to study rumen fermentation characteristics of maturing grass and grass silage. *J. Dairy Sci.* 82, 957-966.
- ČOP, J., A. LAVRENČIČ und K. KOŠMELJ, 2009: Morphological development and nutritive value of herbage in five temperate grass species during primary growth: analysis of time dynamics. *Grass and Forage Sci.* 64, 122-131.
- CRAMPTON, E.W., E. DONEFER und L.E. LLOYD, 1960: A nutritive value index for forages. *J. Anim. Sci.* 19, 538-544.
- DACCORD, R., 1992: Grenzen der Milchleistung. *Landfreund* 52, 11-13.
- DEINUM, B., A.J.H. VAN ES und P.J. VAN SOEST, 1968: Climate, nitrogen and grass. II. The influence of light intensity, temperature and nitrogen on *in vivo* digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. *Netherlands J. Agr. Sci.* 16, 217-233.
- DEMARQUILLY, C. und J. ANDRIEU, 1992: Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens exploités en vert. *INRA Prod. Anim.* 5, 213-221.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main, 212 S.
- ELIZALDE, J.C., N.R. MERCHEN und D.B. FAULKNER, 1999: *In situ* dry matter and crude protein degradation of fresh forages during the spring growth. *J. Dairy Sci.* 82, 1978-1990.
- FORBES, J.M., 1995: Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CABI, UK, 532 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GIVENS, D.I., J.M. EVERINGTON und A.H. ADAMSON, 1989: The nutritive value of spring-grown herbage produced on farms throughout England and Wales over four years. I. The effect of stage of maturity and other factors on chemical composition, apparent digestibility and energy values measured *in vivo*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 27, 157-172.
- GIVENS, D.I., A.R. MOSS und A.H. ADAMSON, 1993: Influence of growth stage and season on the energy value of fresh herbage. 1. Changes in metabolizable energy content. *Grass and Forage Sci.* 48, 166-174.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und W. BAUMGARTNER, 1995: Einfluß von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. Bericht 22. Tierzuchttagung, BAL Gumpenstein, 9.-10. Mai 1995, 1-49.
- GRUBER, L., T. GUGGENBERGER und A. SCHAUER, 1996: Aspekte, Einflussfaktoren und Bestimmung der Grundfutterqualität. Bericht 23. Tierzuchttagung, BAL Gumpenstein, 4.-5. Juni 1996, 71-105.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, B. STEFANON, B. STEINER und R. STEINWENDER, 1999: Influence of grassland management in Alpine regions and concentrate level on N excretion and milk yield of dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 61, 155-170.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, R. STEINWENDER und B. STEINER, 2000: Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, 6.-8. Juni 2000, 41-88.
- GRUBER, L., J. HÄUSLER, A. STEINWIDDER, A. SCHAUER und G. MAIERHOFER, 2006: Influence of cutting frequency in Alpine permanent grassland on nutritive value, DM yield and agronomic parameters of milk production. *Slovak J. Anim. Sci.* 39, 26-42.
- GRUBER, L., 2009: Chemische Zusammensetzung, Analytik und Bedeutung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Ernährung der Wiederkäuer. Übers. Tierernährg. 37, 45-86.
- HACKER, J.B. und D.J. MINSON, 1981: The digestibility of plant parts. *Herbage Abstracts* 51, 459-482.
- HASSELMANN, L., H. MÜNCHOW und V. MANZKE, 1995: Futterwert des Bastardfuttergrases 'Wiesenschweidel' (*Festuca pratensis* Huds. × *Lolium multiflorum* Lam.) in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt verschiedener Aufwüchse. 107. VDLUFA-Kongreß 1995, Garmisch-Partenkirchen, VDLUFA-Schriftenreihe 40/1995, 741-744.
- HIDES, D.H., J.A. LOVATT und M.V. HAYWARD, 1983: Influence of stage of maturity on the nutritive value of Italian ryegrass. *Grass and Forage Sci.* 38, 33-38.
- HOFFMAN, P.C., S.J. SIEVERT, R.D. SHAVER, D.A. WELCH und D.K. COMBS, 1993: *In situ* dry matter, protein, and fiber degradation of perennial forages. *J. Dairy Sci.* 76, 2632-2643.
- HUHTANEN, P. und S. JAAKKOLA, 1994: Influence of grass maturity and diet on ruminal dry matter and neutral detergent fiber digestion kinetics. *Arch. Anim. Nutr.* 47, 153-167.
- HUNTINGTON, J.A. und D.I. GIVENS, 1995: The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. *Nutr. Abstr. Rev. (Series B)* 65, 63-93.
- 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.
- JUNG, H.G. und G.C. FAHEY, 1983: Nutritional implications of phenolic monomers and lignin: A review. *J. Anim. Sci.* 57, 206-219.
- JUNG, H.G. und K.P. VOGEL, 1986: Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. *J. Anim. Sci.* 62, 1703-1712.
- JUNG, H.G. und D.A. DEETZ, 1993: Cell wall lignification and degradability. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility (H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield und J. Ralph, Eds.), ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA, 315-346.
- JUNG, H.G. und M.S. ALLEN, 1995: Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73, 2774-2790.
- KRISTENSEN, V.F. und E.B. SKOVBORG, 1990: Effect of cutting time on yield and quality of grass and on silage intake and milk production in dairy cows. 15. Beretning, Landbrugsministeriet, Faellesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsk., 37 S.

- KÜHBAUCH, W. und G. VOIGTLÄNDER, 1979: Veränderungen des Zellinhaltes, der Zellwandzusammensetzung und der Verdaulichkeit von Knautgras (*Dactylis glomerata* L.) und Luzerne (*Medicago × varia Martyn*) während des Wachstums. Z. Acker- und Pflanzenbau 148, 455-466.
- MADSEN, J. und T. HVELPLUND, 1994: Prediction of *in situ* protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest. Livest. Prod. Sci. 39, 201-212.
- McDONALD, I., 1981: A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. J. Agric. Sci. (Camb.) 96, 251-253.
- MERTENS, D.R., 1993: Rate and extent of digestion. In: Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism (J.M. Forbes and J. France, Eds.), CAB International UK, 13-51.
- MERTENS, D.R., 1994: Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization (G.C. Fahey, M. Collins and L.E. Moser, Eds.), National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA, 450-493.
- MERTENS, D.R., 1997: Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J. Dairy Sci. 80, 1463-1481.
- MERTENS, D.R., 2002: Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. J. AOAC Int. 85, 1217-1240.
- MICHALET-DOREAU, B., R. VERITE und P. CHAPOUTOT, 1987: Méthodologie de mesure de la dégradabilité *in sacco* de l'azote des aliments dans le rumen. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA 69, 5-7.
- MINSON, D.J., 1990: Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, 483 S.
- MOTT, G.O. und J.E. MOORE, 1969: Forage evaluation techniques in perspective. In: Proc. Natl. Conf. Forage Quality Evaluation and Utilization (R.F. Barnes, D.C. Clanton, C.H. Gordon, T.J. Klopfenstein und D.R. Waldo, Eds.), Nebraska Center Cont. Educ., Lincoln, NE, L1-L7.
- MOWAT, D.N., R.S. FULKERSON, W.E. TOSSELL und J.E. WINCH, 1965a: The *in vitro* digestibility and protein content of leaf and stem portions of forages. Can. J. Plant Sci. 45, 321-331.
- MOWAT, D.N., B.R. CHRISTIE und J.E. WINCH, 1965b: The *in vitro* digestibility of plant parts of orchardgrass clones with advancing stages of maturity. Can. J. Plant Sci. 45, 503-507.
- NEHRING, K., 1963: Methodik zur kontinuierlichen Bestimmung der Verdaulichkeit von Grünfutter. Sitzungsberichte AdL, Bd. 12 (Heft 11), Rostock.
- NRC (National Research Council), 2001: Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed., National Academy Press, Washington, DC, USA, 381 S.
- ÖAG (Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau), 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Hrsg.: R. Resch, T. Guggenberger, L. Gruber, F. Ringdorfer, K. Buchgraber, G. Wiedner, A. Kasal und K. Wurm. Der fortschrittliche Landwirt 84 (Heft 24/2006), Sonderbeilage 20 S.
- OBA, M. und M.S. ALLEN, 1999: Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. J. Dairy Sci. 82, 589-596.
- OESTMANN, A., K.-H. SÜDEKUM, K. VOIGT und M. STANGAS-SINGER, 1995: Zur Rolle von Lignin und phenolischen Monomeren in Futtermitteln für Wiederkäuer, I. Vorkommen, Funktionen und Nachweisverfahren. Übers. Tierernähr. 23, 105-131.
- OMBABI, A., K.-H. SÜDEKUM, F. TAUBE und G. RAVE, 1999: Kurzfristige wachstumsbedingte Veränderungen im Futterwert zweier Weidelgräser: Kontinuierliche Verdauungsversuche an Schafen. Agricol. Res. 52, 171-181.
- OMBABI, A., K.-H. SÜDEKUM und F. TAUBE, 2001: Untersuchungen am Primäraufwuchs zweier Weidelgräser zur Dynamik der Veränderungen in der Verdaulichkeit und der Futteraufnahme durch Schafe. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 85, 385-405.
- ORSKOV, E.R. und I. McDONALD, 1979: The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. (Camb.) 92, 499-503.
- ORSKOV, E.R., F.D. HOVELL und F. MOULD, 1980: The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Anim. Prod. 5, 195-213.
- ORSKOV, E.R. und M. RYLE, 1990: Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier Applied Science, London and New York, 149 S.
- OWENS, D., M. McGEE und T. BOLAND, 2008: Intake, rumen fermentation, degradability and digestion kinetics in beef cattle offered autumn grass herbage differing in regrowth interval. Grass and Forage Sci. 63, 369-379.
- PRITCHARD, G.I., L.P. FOLKINS und W.J. PIGDEN, 1963: The *in vitro* digestibility of whole grasses and their parts at progressive stage of maturity. Can. J. Plant Sci. 43, 79-87.
- RAP (Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere), 1999: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. überarb. Auflage. Verlag landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, CH-3052 Zollikofen, 327 S.
- RINNE, M., S. JAAKKOLA und P. HUHTANEN, 1997: Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 1. Organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization. Anim. Feed Sci. Technol. 67, 1-17.
- RINNE, M., S. JAAKKOLA, K. KAUSTELL, T. HEIKKILÄ und P. HUHTANEN, P., 1999: Silages harvested at different stages of grass growth v. concentrate foods as energy and protein sources in milk production. Anim. Sci. 69, 251-263.
- Rostocker Futterbewertungssystem, 2004: Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfs auf der Basis von Nettoenergie. Hrsg.: W. Jentsch, A. Chudy und M. Beyer. Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), Forschungsbereich Ernährungsphysiologie „Oskar Kellner“, Dummerstorf (D), 392 S.
- SAS Institute Inc., 2010: SAS/STAT 9.22 User's Guide. Cary, NC (USA): SAS Institute Inc., 8460 S.
- SCHUBIGER, F.X., D.A. CHRISTENSEN, M.I. COCHRAN und G.M.J. HORTON, 1983: An evaluation of three stages of maturity of hay fed with two concentrate levels for lactating dairy cows. Can. J. Anim. Sci. 63, 623-629.
- SNIFFEN, C.J., J.D. O'CONNOR, P.J. VAN SOEST, D.G. FOX und J.B. RUSSELL, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70, 3562-3577.
- SPAHR, S.L., E.M. KESLER, J.W. BRATZLER und J.B. WASHKO, 1961: Effect of stage of maturity at first cutting on quality of forages. J. Dairy Sci. 44, 503-510.
- SPIEKERS, H., H. NUSSBAUM und V. POTTHAST, 2009: Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. Aufl., DLG-Verlag Frankfurt am Main, 576 S.
- STATGRAPHICS PLUS 5, 2000: Manugistics Leveraged Intelligence. User Manual. Maryland, USA.
- STEACY, G.M., D.A. CHRISTENSEN, M.I. COCHRAN und G.M.J. HORTON, 1983: An evaluation of three stages of maturity of hay fed with two concentrate levels for lactating dairy cows. Can. J. Anim. Sci. 63, 623-629.

- STEINWIDDER, A. und L. GRUBER, 2000: Fütterungs- und tierbedingte Einflußfaktoren auf den Harnstoffgehalt der Milch von Kühen. Die Bodenkultur 51, 49-57.
- SÜDEKUM, K.-H., A. OESTMANN und M. STANGASSINGER, 1995: Zur Rolle von Lignin und phenolischen Monomeren in Futtermitteln für Wiederkäuer, II. Einfluss auf die Verdauung pflanzlicher Gerüstsubstanzen. Übers. Tierernährg. 23, 229-260.
- SÜDEKUM, K.-H., 2005: Möglichkeiten und Grenzen der Standardisierung der *in situ*-Methodik zur Schätzung des ruminalen Nährstoffabbaus. Übers. Tierernährg. 33, 71-86.
- TAUBE, F., 1990: Growth characteristics of contrasting varieties of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). J. Agron. Crop Sci. 165, 159-170.
- TASI, J. und Z. BARCSÁK, 2003: Zusammenhang zwischen dem Alter von Grünlandpflanzen und deren Futterqualität. Proceedings of the 12th Conference on Nutrition of Domestic Animals „Zadravec-Erjavec Days“, 6.-7. November 2003, Radenci, 205-215.
- TERRY, R.A. und J.M.A. TILLEY, 1964: The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an *in vitro* procedure. J. Brit. Grassl. Soc. 19, 363-372.
- VAN SOEST, P.J., 1967: Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. J. Anim. Sci. 26, 119-128.
- VAN SOEST, P.J., D.R. MERTENS und B. DEINUM, 1978: Preharvest factors influencing quality of conserved forage. J. Anim. Sci. 47, 712-720.
- VAN SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
- VAN SOEST, P.J., 1994: Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Ed., Cornell University Press, Ithaca und London, 476 S.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WANGSNES, P.J. und L.D. MULLER, 1981: Maximum forage for dairy cows. J. Dairy Sci. 64, 1-13.
- WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übers. Tierernährg. 23, 189-214.
- WESTON, R.H., 1996: Some aspects of constraint to forage consumption by ruminants. Aust. J. Agric. Res. 47, 175-197.
- WILMAN, D., Y. GAO und M.A.K. ALTIMIMI, 1996: Differences between related grasses, times of year and plant parts in digestibility and chemical composition. J. Agric. Sci. (Camb.) 127, 311-318.
- WILMAN, D. und P. REZVANI MOGHADDAM, 1998: *In vitro* digestibility and neutral detergent fibre and lignin contents of plant parts of nine forage species. J. Agric. Sci. (Camb.) 131, 51-58.
- ZEBELI, Q., J. DIJKSTRA, M. TAJAJ, H. STEINGASS, B.N. AMETAJ und W. DROCHNER, 2008: Modelling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. J. Dairy Sci. 91, 2046-2066.

Einfluss der Energieversorgung vor und nach der Abkalbung auf Stoffwechselfparameter von Milchkühen

Marcus Urdl^{1*}, Walter Obritzhauser², Leonhard Gruber¹,
Johann Häusler¹ und Anton Schauer¹

Zusammenfassung

Während der Transitphase – dem Übergang von der Hochträchtigkeit in die Laktation – ist der Stoffwechsel von Milchkühen enormen Belastungen ausgesetzt. Um die erhöhte Krankheitsanfälligkeit zu Beginn der Laktation zu minimieren, sind optimale Fütterungsstrategien von großer Bedeutung. Um den Einfluss mangelnder und überhöhter Energiezufuhr gegenüber normgerechter Versorgung vor und nach der Abkalbung zu prüfen, wurde ein Fütterungsversuch mit 81 Kühen durchgeführt.

Die Energieversorgung postpartum übte den deutlichsten Einfluss auf die untersuchten Milchleistungs- und Stoffwechselfparameter aus. Die zu Beginn der Laktation vorherrschende negative Energiebilanz wurde durch eine nicht bedarfsgerechte Energieversorgung verstärkt. Es wurden signifikante Unterschiede bei den Parametern Glukose (2.46, 2.93 und 3.01 mmol/l in den Gruppen 75, 100 bzw. 125_{postpartum}), β -Hydroxybutyrat (1.37, 0.88, 0.70 mmol/l) und nichtveresterte freie Fettsäuren (0.26, 0.14 und 0.13 mmol/l) sowie weiteren zur Beurteilung der Stoffwechselsituation herangezogenen Blutwerten festgestellt. Die Energieversorgung vor der Abkalbung hatte nur geringfügige Auswirkungen auf die stoffwechselrelevanten Kenngrößen.

Schlagwörter: Fütterung, Transitphase, Physiologie, Energiebilanz, Blutkennwerte

Abstract

During the transition period the metabolism of dairy cows undergoes tremendous challenges. Feeding strategies to minimize the disease incidence in the first weeks of lactation are needed. The objective of this study was to investigate the impact of different energy supply before and after parturition on performance and metabolism. Therefore 81 cows were used in a feeding trial and fed rations meeting 75%, 100% and 140/125% (prepartum/postpartum) of their energy demands for 12 weeks before until 15 weeks after parturition.

The effect of energy level after calving had the greatest impact on all production and metabolism parameters. Feeding dairy cows below recommended energy requirements increased negative energy balance in a detrimental way leading to significant changes in glucose (2.46, 2.93, 3.01 mmol/l in groups 75, 100 and 125, respectively), BHBA (1.37, 0.88, 0.70 mmol/l), non-esterified fatty acids (0.26, 0.14, 0.13 mmol/l) and other metabolic parameters. Accumulation of ketone bodies in group 75_{post} was highest 4 to 6 weeks after parturition indicating ketosis. BHBA figures of group 100_{post} also reached subketotic levels. Energy supply prepartum had only minor effects on metabolic parameters.

Keywords: dairy cow, feeding, transition period, energy, metabolism

1. Einleitung

Die Fütterung von Milchkühen in der Trockenstehzeit übt nicht nur auf das fötale Wachstum sondern auch auf Milchleistungskriterien, Gesundheit und Fruchtbarkeit in der Folgelaktation einen entscheidenden Einfluss aus. Der Übergang von der Hochträchtigkeit in die Laktation, die sogenannte Transitphase, stellt für den Stoffwechsel eine besondere Herausforderung dar. DRACKLEY (1999) bezeichnete diesen Zeitraum im Produktionszyklus von Kühen gar als „the final frontier“, welcher im Gegensatz zum Laktationsabschnitt noch zahlreiche offene Fragen bezüglich der biologischen Abläufe beinhaltet.

Da die Futtermittelaufnahme zu Laktationsbeginn nicht in gleichem Maße wie die Milchleistung ansteigt, besteht in der Regel eine negative Energiebilanz. Um den zusätzlichen Bedarf an Nährstoffen zu decken, mobilisieren die Tiere

Körperreserven. Dadurch werden alternative energieliefernde Substrate – freie Fettsäuren und Ketonkörper – für den Stoffwechsel zur Verfügung gestellt. Über physiologische Grenzen gehende Belastungen verursachen Störungen dieses homöostatischen Regelmechanismus und führen zu Azetonämie und Fettlebersyndrom, welches von MORROW (1976) erstmals beschrieben wurde. Das Heranziehen von Blutparametern zur Beurteilung des Gesundheitszustands von Milchviehherden, geht auf die sogenannten „metabolic profile tests“ von PAYNE et al. (1970) zurück. Grundlegende Arbeiten zur Mobilisation von Körperfett bei hochleistenden Milchkühen und den damit verbundenen Stoffwechselforgängen und -belastungen wurden im deutschsprachigen Raum in den 1980er-Jahren von GIESECKE und Kollegen (1987) durchgeführt.

In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche Studien zur Fütterungsstrategie in der Trockenstehzeit und zur Vorberei-

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

² Tierarztpraxis Dr. med.vet. Walter Obritzhauser, A-8605 Parschlug

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Marcus Urdl, email: marcus.urdl@raumberg-gumpenstein.at

tungsfütterung durchgeführt (Reviews von OVERTON und WALDRON 2004, FRIGGENS et al. 2005 bzw. INGVAERTSEN 2006). Umfangreiche Literaturübersichten, speziell zum Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung, wurden beispielsweise von LINS et al. (2003) und von REMPPIS et al. (2011) publiziert.

Im vorliegenden Versuch wurde der Einfluss mangelnder und überhöhter Energiezufuhr gegenüber normgerechter Versorgung vor und nach der Abkalbung auf Produktionsdaten und Stoffwechselfparameter von Milchkühen geprüft.

2. Material und Methoden

Der Versuchszeitraum umfasste 12 Wochen vor bis 15 Wochen nach der Abkalbung. Die Gruppen unterschieden sich hinsichtlich der Energieversorgung (75, 100 und 140 bzw. 125 % des Bedarfs nach GfE 2001, *Tabelle 1*). Die unterschiedliche Energieversorgung wurde sowohl durch eine differenzierte Grundfütterration [Anteile an Maissilage, unterschiedliche Heuqualitäten (Heu gut/schlecht)], vor allem jedoch durch stark verschiedene Kraftfutteranteile erreicht. Wenn die Energieaufnahme mit der jeweiligen Ration den Bedarf der Versuchsgruppe überstieg, wurde die Futtermittelaufnahme beschränkt. Dies galt nicht für die Gruppe 125 postpartum (.../125), da eine über dieses Niveau hinausgehende Energieaufnahme nicht zu erwarten war (daher Fütterung *ad libitum*). Die Zusammensetzung der Grundfütterrationen und die Kraftfutteranteile sind in *Tabelle 2* dargestellt.

Von den Versuchstieren wurden wöchentlich Blutproben an der Schwanzvene gezogen, welche unmittelbar nach der Entnahme gekühlt, nach 30 Minuten zentrifugiert und das gewonnene Serum bis zur Analyse bei -18°C tiefgefroren wurde. Zur Beurteilung des Energie- und Leberstoffwechsels wurden die Parameter Aspartat-Amino-Transferase (AST), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Gesamtbilirubin, Cholesterin, Glukose, β -Hydroxybutyrat und nichtveresterte freie Fettsäuren (NEFA) bestimmt.

Die Auswertung der Blutparameter erfolgte getrennt für die Versuchszeiträume vor und nach der Abkalbung mit der

Prozedur *Mixed* (Varianzkomponentenschätzung Methode *REML*, Freiheitsgradapproximation *KR*) des Softwarepakets SAS, Version 9.2 (2010). Nicht normalverteilte Daten wurden vor der statistischen Analyse logarithmisch transformiert. Das Modell beinhaltete die fixen Effekte der „Energieversorgung präpartum“ und „Energieversorgung postpartum“ sowie deren Interaktion, „Rasse“ und „Laktationszahl“. Die wöchentlich erhobenen Blutwerte wurden im *repeated statement* als wiederholte Messungen am Einzeltier berücksichtigt. Bei jenen Parametern, bei denen eine signifikante Interaktion zwischen „Energieversorgung \times Woche“ auftrat, wurde dieser Effekt ins statistische Modell integriert. Zur Modellierung der Kovarianz wurden mehrere Strukturen geprüft, aufgrund des Akaike-Informationskriteriums (*AIC*) die autoregressive Struktur *AR(1)* gewählt.

3. Ergebnisse

Die Energieversorgung vor der Abkalbung wirkte sich signifikant auf die postpartale Milchleistung aus (25.4, 28.5 und 30.0 kg ECM in den Gruppen 75, 100 bzw. 140). Die differenzierte Energieversorgung nach der Abkalbung wirkte sich erwartungsgemäß stärker auf die Milchleistung (21.4, 30.0 und 32.5 kg ECM in den Gruppen 75, 100 bzw. 125) und weitere Produktionsdaten aus. Eine detaillierte Darstellung dieser Ergebnisse ist in URDL et al. (2007) angeführt, die Stoffwechselfparameter in den *Tabellen 3* und *4*.

Versuchszeitraum Trockenstezeit

Signifikant erhöhte NEFA-Werte in der Gruppe 75^{präpartum} zeigen, dass eine (zu) niedrige Energieversorgung schon vor der Abkalbung zu einem Einschmelzen von Körperreserven führt. Ebenso weist der höhere Bilirubingehalt auf die Energiemangelsituation bei den Tieren dieser Gruppe hin. Die Blutglukosekonzentration war bei der Gruppe 140 signifikant höher (3,34 mmol/l gegenüber 3,20 und 3,09 in den Gruppen 100 bzw. 75). Die Leberenzymwerte (AST, GLDH) lagen trotz statistisch abzusichernder Differenzen generell auf einem niedrigen Niveau (im Schnitt < 30 IU/l bzw. zwischen 3 und 6 IU/l). Obwohl die Differenzierung

Tabelle 1: Versuchsplan

Energieversorgung ¹									
präpartum	75 (n = 27)			100 (n = 27)			140 (n = 27)		
postpartum	75 (n = 9)	100 (n = 9)	125 (n = 9)	75 (n = 9)	100 (n = 9)	125 (n = 9)	75 (n = 9)	100 (n = 9)	125 (n = 9)

¹ in % des Bedarfs nach GfE (2001)

Tabelle 2: Grundfütterration und Kraftfutteranteile in den Versuchsgruppen

Energieniveau	75	100	140/125
Grundfutter-Zusammensetzung (% der GF-TM)			
Heu schlecht	40	20	–
Heu gut	–	20	40
Grassilage	40	30	20
Maissilage	20	30	40
Kraftfutteranteile (% der IT)			
präpartum	- 0,250 + 0,014×ECM	- 0,275 + 0,028×ECM	- 0,183 + 0,037×ECM
postpartum	- 0,250 + 0,014×ECM	- 0,275 + 0,028×ECM	- 0,300 + 0,060×ECM

Tabelle 3: Stoffwechselfparameter in der Trockenstehzeit und Folgelaktation in Abhängigkeit von der Energieversorgung prä- und postpartum (Haupteffekte)

Trockenstehzeit			Laktation							
präpartum			Parameter ¹	präpartum			postpartum			
75	100	140		75	100	140	75	100	125	
-15,6 ^a	-3,2 ^b	14,6 ^c	Energiebilanz	MJ NEL	-8,3 ^b	-13,4 ^{ab}	-16,5 ^a	-33,3 ^a	-9,9 ^b	4,9 ^c
24,7 ^a	29,0 ^b	28,2 ^b	Aspartat-Aminotransferase	IU/l	33,9 ^a	37,7 ^b	35,6 ^{ab}	35,7	34,5	36,9
3,277 ^a	4,292 ^b	5,410 ^c	Glutamat-Dehydrogenase	IU/l	5,96	6,05	6,42	5,28 ^a	6,27 ^b	6,99 ^b
1,594 ^b	1,283 ^a	1,188 ^a	Bilirubin	µmol/l	1,333	1,352	1,428	1,699 ^a	1,238 ^b	1,224 ^b
4,007 ^b	3,713 ^a	3,599 ^a	Harnstoff	mmol/l	3,621 ^a	4,005 ^b	4,016 ^b	3,872 ^{ab}	4,041 ^b	3,729 ^a
2,699	2,569	2,527	Cholesterol	mmol/l	3,909	4,148	4,079	4,060	4,123	3,953
3,085 ^a	3,197 ^a	3,335 ^b	Glukose	mmol/l	2,802	2,798	2,796	2,461 ^a	2,926 ^b	3,009 ^b
0,709	0,712	0,646	β-Hydroxybutyrat	mmol/l	0,903	0,980	0,956	1,371 ^c	0,880 ^b	0,702 ^a
0,164 ^b	0,117 ^a	0,116 ^a	Nichtveresterte Fettsäuren	mmol/l	0,150 ^a	0,166 ^{ab}	0,186 ^b	0,258 ^b	0,139 ^a	0,130 ^a
2,504	2,498	2,492	Calcium	mmol/l	2,452	2,454	2,472	2,497 ^b	2,455 ^a	2,426 ^a
1,852	1,822	1,831	Phosphor	mmol/l	1,829	1,803	1,821	1,828	1,831	1,793
0,997	1,009	1,004	Magnesium	mmol/l	1,068	1,092	1,082	1,095	1,074	1,071

¹ bei logarithmierten Parametern *LSMeans* nach statistischer Auswertung rücktransformiert

^{a,b,c} unterschiedliche Hochbuchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, $p < 0,05$

Tabelle 4: Stoffwechselfparameter in der Folgelaktation in Abhängigkeit von der Energieversorgung prä- und postpartum (Wechselwirkungen)

Parameter ¹	präpartum		75			100			140		
	postpartum	75	100	125	75	100	125	75	100	125	
Energiebilanz*	MJ NEL	-29,3	-7,6	12,0	-34,4	-10,7	4,7	-36,1	-11,3	-2,0	
AST*	IU/l	31,8	31,9	38,3	36,6	36,4	40,2	39,0	35,4	32,8	
GLDH*	IU/l	4,01	5,68	9,28	5,61	5,58	7,07	6,54	7,77	5,20	
Bilirubin	µmol/l	1,683	1,146	1,228	1,660	1,274	1,170	1,756	1,299	1,278	
Harnstoff	mmol/l	3,655	3,745	3,463	3,988	4,118	3,908	3,973	4,259	3,816	
Cholesterol	mmol/l	4,077	3,810	3,841	4,087	4,320	4,038	4,016	4,238	3,982	
Glukose	mmol/l	2,469	2,879	3,059	2,472	2,891	3,030	2,441	3,009	2,939	
β-Hydroxybutyrat	mmol/l	1,173	0,918	0,683	1,470	0,925	0,692	1,493	0,802	0,731	
NEFA	mmol/l	0,226	0,120	0,125	0,253	0,143	0,127	0,299	0,156	0,138	
Calcium	mmol/l	2,486	2,431	2,439	2,496	2,451	2,415	2,509	2,485	2,424	
Phosphor*	mmol/l	1,905	1,764	1,817	1,719	1,873	1,817	1,861	1,856	1,746	
Magnesium*	mmol/l	1,059	1,066	1,078	1,112	1,056	1,107	1,115	1,100	1,030	

¹ bei logarithmierten Parametern *LSMeans* nach statistischer Auswertung rücktransformiert

* signifikante Wechselwirkungen $E_{\text{präpartum}} \times E_{\text{postpartum}}$ $p < 0,05$

der Energieversorgung zwischen Mangel- und übergewichtiger Gruppe ca. 30 MJ NEL ausmachte, waren keine dementsprechend großen Unterschiede bei β-Hydroxybutyrat festzustellen (0,71 vs. 0,65 mmol/l in den Gruppen 75 bzw. 140).

Versuchszeitraum Laktation

Die Energieversorgung postpartum übte den deutlichsten Einfluss auf die untersuchten Stoffwechselfparameter aus. Eine nicht bedarfsgerechte Fütterung zu Laktationsbeginn belastet den Stoffwechsel der Tiere zusätzlich zum in der Regel schon bestehenden Energiedefizit. Auf diese Mangelsituation reagierten die Variablen Glukose, β-Hydroxybutyrat und nichtveresterte freie Fettsäuren am empfindlichsten. Anhand des Verlaufs dieser diagnostisch vielfach zur Beurteilung der Stoffwechselsituation herangezogenen Werte ist erkennbar (*Abbildung 1*), dass der Blutglukosespiegel bei den Gruppen 100 und 125 direkt nach der Abkalbung zu steigen beginnt, während dies in der Energiemangelgruppe 75 erst ab der 7. Laktationswoche geschieht. Ebenfalls deutlich

zu erkennen ist, dass die Ketogenese zwischen der 4. und 6. Laktationswoche ein Maximum erreicht. Das Niveau von β-Hydroxybutyrat lag in der Gruppe 75 wesentlich höher als bei bedarfsgerecht versorgten Tieren, obwohl auch hier ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt wurde (1,37 mmol/l gegenüber 0,88 und 0,70 in den Gruppen 75, 100 bzw. 125). NEFA pendelten sich bei den Gruppen 100 und 125 nach 4 Wochen auf einem Niveau von ca. 0,11 mmol/l ein, während die unterversorgte Gruppe auch nach 11 Wochen noch deutlich höhere Werte aufwies. Auch im Gesamtbilirubingehalt spiegelt sich die negative Energiebilanz der Gruppe 75 (1,70 µmol/l) gegenüber den anderen Gruppen wider (im Schnitt 1,23 µmol/l). Obwohl auch bei Glutamat-Dehydrogenase signifikante Unterschiede festgestellt wurden, sind die Aktivitätswerte dieses Leberenzym in diesem Versuch ungewöhnlich niedrig (5 bis 7 IU/l). Aus den Ergebnissen bei Aspartat-Aminotransferase ist kein gerichteter Einfluss der Energieversorgung erkennbar.

Die Energieversorgung vor der Abkalbung wirkte sich nicht so stark auf die stoffwechselrelevanten Kenngrößen

aus. Zum Vergleich und zur Veranschaulichung sind in *Abbildung 2* die Verläufe von Glukose, β -Hydroxybutyrat und NEFA über den gesamten Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung präpartum dargestellt. Die

signifikant erhöhte Konzentration freier Fettsäuren bei einer energetischen Überversorgung in der Trockenstezeit (0,19 mmol/l, Gruppe 140_{präpartum}) deutet auch in diesem Versuch darauf hin, dass Tiere nicht verfettet zur Abkalbung kommen

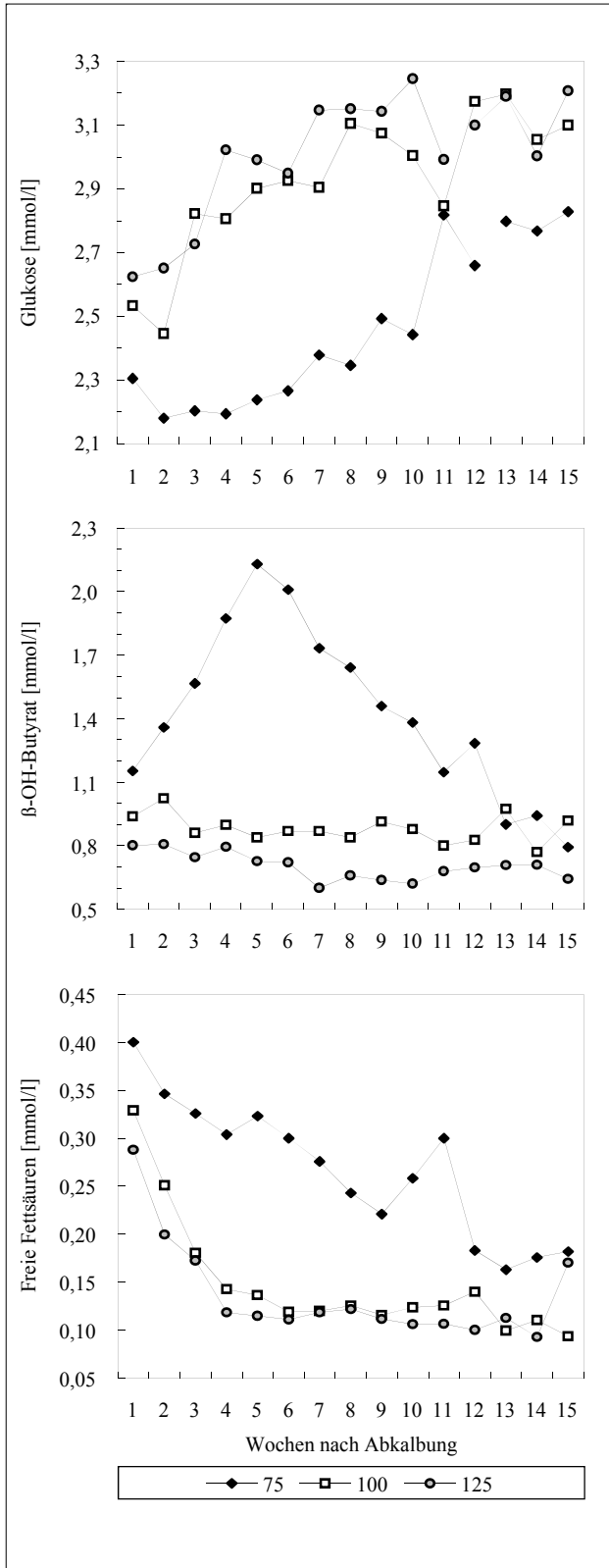


Abbildung 1: Glukose, β -Hydroxybutyrat und freie Fettsäuren im Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung postpartum

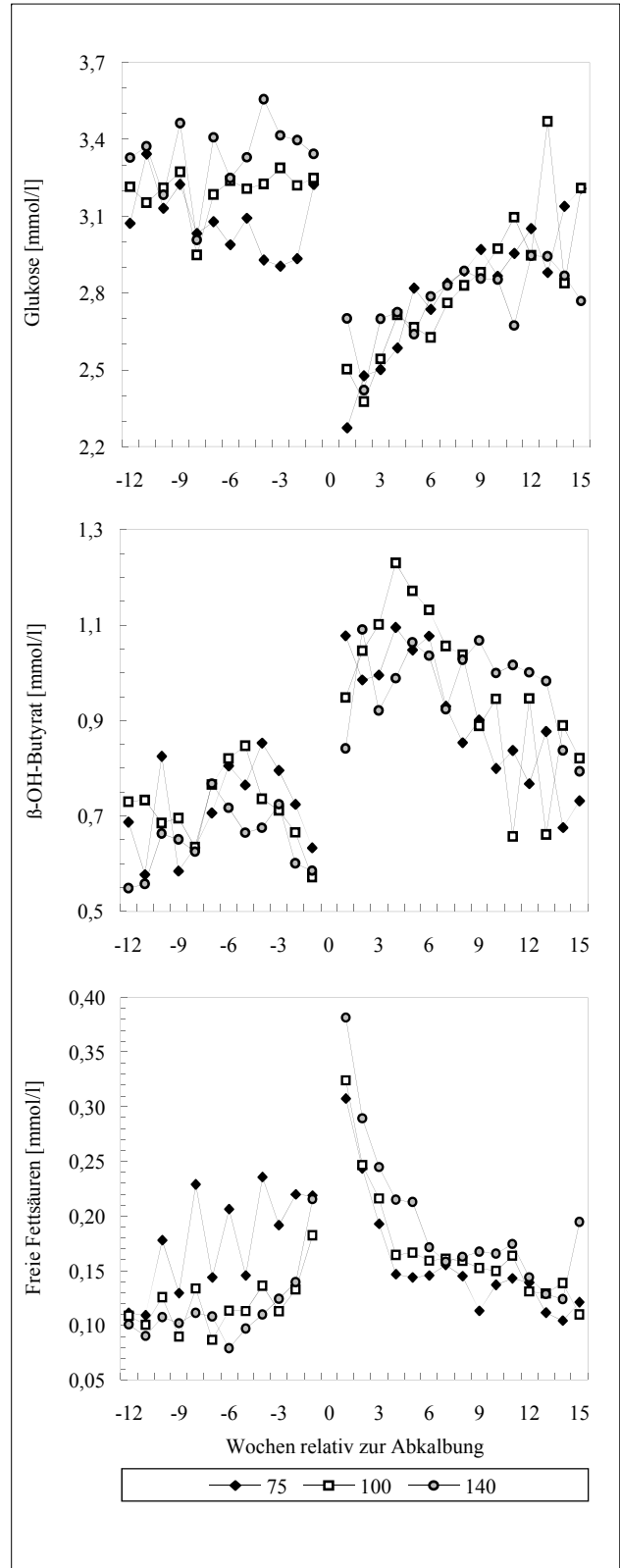


Abbildung 2: Glukose, β -Hydroxybutyrat und freie Fettsäuren im Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung präpartum

sollten. Dadurch erhöht sich das Risiko, an einem Fettlebersyndrom zu erkranken.

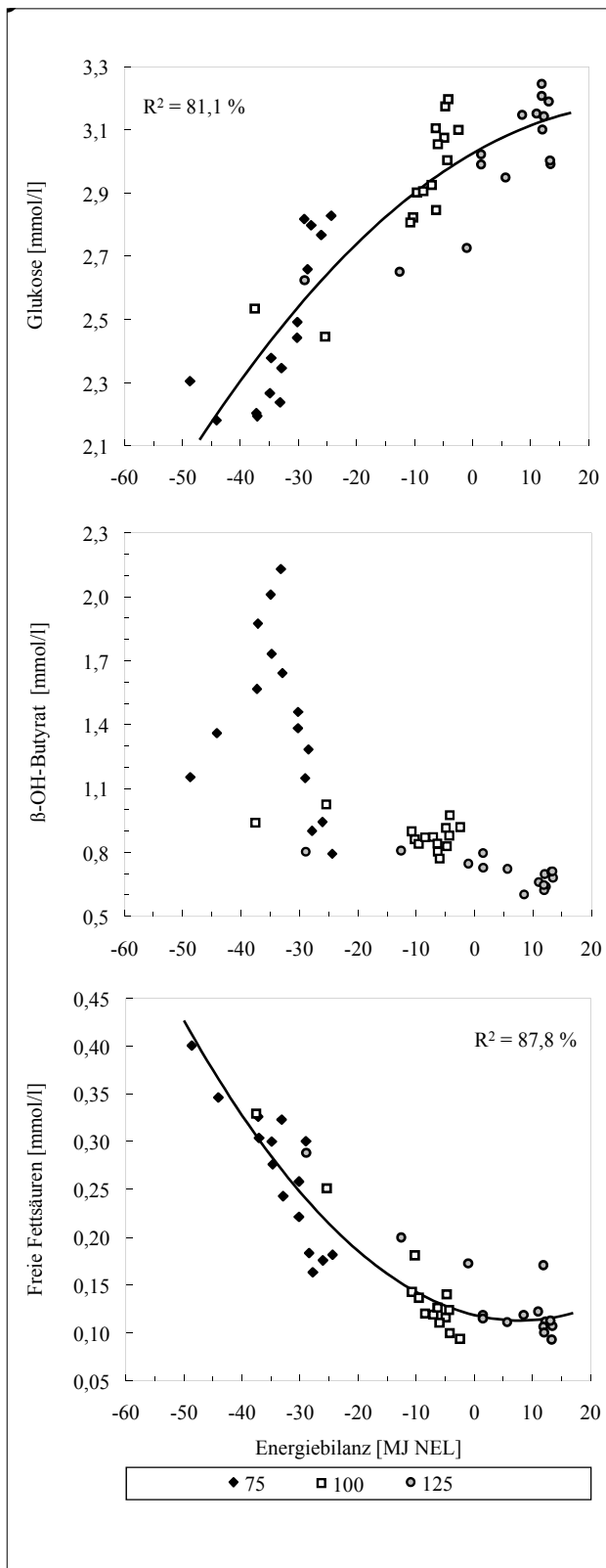


Abbildung 3: Beziehung zwischen Energiebilanz und Konzentration freier Fettsäuren, Glukose und β -Hydroxybutyrat im Serum von Milchkühen bei unterschiedlicher Energieversorgung postpartum (n = 45, 3 Energieversorgungsniveaus postpartum \times 15 Laktationswochen, LSMMeans)

Beziehung der Energiebilanz mit Blutparametern

Abbildung 3 zeigt die enge Beziehung der Konzentration nichtveresterter freier Fettsäuren und Glukose zur Energiebilanz nach der Abkalbung. Aufgetragen sind die Mittelwerte der varianzanalytischen Auswertung in den ersten 15 Laktationswochen (Effekt „Energieversorgung \times Woche“). Bei beiden Parametern kann über 80 % der Varianz über die Energieversorgung (sowie der Rasse und Laktationszahl) erklärt werden. Demnach kann der Stoffwechsel von Milchkühen ein geringes Energiedefizit bis ca. -10 MJ NEL ohne eine verstärkte Freisetzung von NEFA bewerkstelligen. Bei stärkerer Unterversorgung steigt die Konzentration der freien Fettsäuren stark an. Da Glukose der Hauptenergie-lieferant für die Milchdrüse als Hauptlieferant fungiert, ist die Beziehung zur Energiebilanz nahezu linearer Natur. Die Reaktion von β -Hydroxybutyrat auf Energiemangel scheint nach Unterschreitung einer gewissen Schwelle (ca. -30 MJ NEL) zu „explodieren“.

4. Diskussion

Die enge Beziehung der Stoffwechselmetaboliten Glukose, β -Hydroxybutyrat und NEFA zur Energiebilanz im vorliegenden Versuch wurde auch in der kürzlich veröffentlichten Arbeit von KRONSCHNABL (2010) – anhand eines umfangreichen Datenmaterials aus mehreren Fütterungsversuchen – mittels multipler Regressionsanalyse ebenfalls als höchst signifikant identifiziert. Bei der Erstellung der Prognosebereiche übt in den meisten Fällen auch die Laktationswoche von laktierenden Milchkühen einen signifikanten Einfluss auf die Konzentrationen dieser Blutparameter aus. Auch bei Bilirubin kann diesbezüglich eine Übereinstimmung zwischen beiden Studien festgestellt werden.

Bei KRONSCHNABL (2010) findet sich auch eine Übersicht publizierter Referenzbereiche von Blutparametern beim Rind (Tabelle 5). Bei GLDH zeigten sich bei Zusammenfassung der Versuchsdaten zur Berechnung der Prognosebereiche unspezifische Schwankungen und in der Regressionsanalyse konnte kein signifikanter Zusammenhang mit der Energiebilanz beobachtet werden. Die relativ niedrigen, jedoch signifikant unterschiedlichen Aktivitätswerte dieses leberspezifischen Enzyms in vorliegendem Fütterungsversuch liegen deutlich unter den meisten der bei KRONSCHNABL (2010) zitierten Referenzwerte und erhärten bestehende Zweifel, dass dieser Blutparameter zur Beurteilung von Energiemangelsituationen herangezogen werden kann. Im Gegensatz dazu wurden in einer früheren Untersuchung unserer Arbeitsgruppe (OBRITZHAUSER 2000) GLDH- und AST-Aktivitäten auf ähnlichem Niveau festgestellt und Glutamat-Dehydrogenase als empfindlichster Parameter einer Leberstoffwechselbelastung identifiziert. Nicht grafisch dargestellt, wurde in Übereinstimmung mit KRONSCHNABL (2010) festgestellt, dass der Cholesterolgehalt sehr vom Laktationsstadium beeinflusst wird.

Die β -Hydroxybutyrat-Konzentrationen der postpartal nicht bedarfsgerecht und der nach Norm versorgten Gruppe liegen über den Referenzwerten bzw. im subklinischen Ketosebereich und weisen auf die starke Stoffwechselbelastung zu Laktationsbeginn hin. Die alleinige Betrachtung der übrigen Blutparameter und der Vergleich mit Referenzwerten

Tabelle 5: Publierte Referenzbereiche für diverse Blutparameter des Rindes (KRONSCHNABL 2010)

Blutparameter	Einheit	Referenzbereiche									
AST	U/l	bis 80	bis 30	10-50	bis 35***	bis 80***	48-100	bis 30	40-50	13 bis 30	20-35
ALT	U/l	bis 50	bis 20	5-50	–	bis 50	17-37	bis 15	bis 20	10 bis 23	4-11
SDH	U/l	bis 6	bis 6	–	–	bis 6	4,3-15,3	–	bis 10	–	bis 6,0
GLDH	U/l	bis 30	bis 2	1,0-5,6	bis 10	bis 7,0***	–	bis 9	bis 10	bis 31	bis 7,0**
OCT	U/l	bis 20	bis 20	–	–	–	–	–	bis 20	–	–
AP	U/l	bis 300*	bis 40*	6-24*	–	–	29-99	bis 200	–	10 bis 48	bis 200
γ-GT	U/l	bis 50	bis 20	10-22	–	bis 27***	20-48	bis 15	bis 20	12 bis 30	11-24
CK	U/l	bis 250	bis 50	15-40	–	–	44-228	bis 60	–	bis 40	bis 60
Bilirubin	mg/dl	bis 0,3	0,5-2,5	0,8-8,6	bis 0,3***	bis 0,5	0,1-0,3	bis 0,35	bis 0,5	0,01-0,5	bis 0,5
BHB	mmol/l	–	0,2-0,9	–	bis 1,0	–	–	–	bis 1,2	bis 1,0	–
Cholesterol	mmol/l	2,0-4,5	1,3-3,9	–	–	2,33-4,65	2,3-6,6	2,3-4,7	–	2,6-5,2	80-120
Gesamtprotein	g/l	60-80	60-70	60-80	–	60-80	59-77	60-80	–	68-84	60-80
Harnstoff	mmol/l	3,3-5,0**	3,3-7,5	1,6-7,5	2,5-6,0	bis 7,49	–	3,5-5,0	–	3,5-5,0	4,2-5,8
Glucose	mmol/l	2,2-3,3	1,7-3,3	2,5-3,3	> 2,8***	2,2-3,3	2,1-3,9	2,2-3,3	–	2,2-3,3	1,9-3,0
NEFA	mmol/l	bis 0,62	–	–	–	–	–	–	–	0,22-0,34	–
Quelle		KRAFT & DÜRR 2005	FÜRLLE et al. 1981	PLONAIT 1980	LOTT-HAMMER 1996	SCHMIDL 1981	MEYER & HARVEY 1998	JAKSCH 1976	STÖBER 2006	ROSSOW & BOLDUAN 1994	TIER-LAB 1987

* stark altersabhängig

** laktationsabhängig

*** Konzentrationsänderung um Geburtstermin

– keine Angabe

würde keinen Rückschluss auf diese im Versuch bewusst herbeigeführte Situation geben.

5. Fazit

- Eine energetisch differenzierte Fütterung vor der Abkalbung führt zu keinen dramatisch veränderten Stoffwechselfparametern in der Folgelaktation. Bestätigt wurde jedoch, dass eine über den Bedarf hinausgehende Energieversorgung in der Trockenstehzeit eine verstärkte Anflutung nichtveresterter freier Fettsäuren postpartum bewirkt und somit das Risiko eines Fettlebersyndroms erhöht.
- Die am Beginn der Laktation bestehende negative Energiebilanz darf in diesem Zeitraum durch Unterversorgung nicht zusätzlich verstärkt werden. Das Versagen homöostatischer Regelmechanismen, damit einhergehende Stoffwechselentgleisungen und das gehäufte Auftreten von Azetonämien führen zu erheblichen ökonomischen Verlusten in der Milchproduktion.
- Energiemangelversorgung vor und nach der Abkalbung wirkt sich in signifikant niedrigeren Milchleistungen aus.

Bei regelmäßiger Anwendung eignen sich Stoffwechsel-screensings zur prophylaktischen Überwachung des Gesundheitszustands von Milchviehherden. Es ist darauf zu achten, dass es bei den Blutwerten hohe tierindividuelle Schwankungen gibt und nicht von Einzeltieren auf den ganzen Bestand geschlossen werden kann.

6. Literatur

- DRACKLEY, J.K., 1999: Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J. Dairy Sci.* 82, 2259-2273.
- FRIGGENS, N.C., J.B. ANDERSEN, T. LARSEN, O. AAES und R. DEWHURST, 2005: Priming the dairy cow for lactation: a review of dry cow feeding strategies. *Anim. Res.* 53, 453-473.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.

GIESECKE, D., 1987: Lipidmobilisation und Insulinfunktion bei Kühen mit hoher Milchleistung. *Fortschr. Tierphysiol. Tierernähr.* H. 18, Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin, 81 S.

INGVARTSEN, K.L., 2006: Feeding- and management-related diseases in the transition cow – Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 175-213.

KRONSCHNABL, C., 2010: Ermittlung von laktationsspezifischen Prognosebereichen zur Beurteilung der Konzentration von Blutparametern beprobter Milchkühe. *Diss. LMU München*, 230 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. Tierernähr.* 31, 75-120.

MORROW, D.A.M., 1976: Fat cow syndrome. *J. Dairy Sci.* 59, 1625-1629.

OBRITZHAUSER, W., 2000: Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfutterversorgung auf Stoffwechselfparameter der Milchkühe. *Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 6.-8. Juni 2000, 111-117.

OVERTON, T.R. und M.R. WALDRON, 2004: Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. *J. Dairy Sci.* 87, E105-E119.

PAYNE, J.M., S.M. DEW, R. MANSTON und M. FAULKS, 1970: The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Vet. Rec.* 87, 150-158.

REMPPISS, S., H. STEINGASS, L. GRUBER und H. SCHENKEL, 2011: Effects of energy intake on performance, mobilization and retention of body tissue, and metabolic parameters in dairy cows with special regard to effects of pre-partum nutrition on lactation – A review – *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24 (4), 540-572.

SAS Institute Inc., 2010: SAS/STAT 9.22 User's Guide. Cary, NC (USA): SAS Institute Inc., 8460 S.

URDL, M., L. GRUBER, A. SCHAUER, T. GUGGENBERGER, G. MAIERHOFER, J. HÄUSLER und A. STEINWIDDER, 2007:

Einfluss der Energieversorgung vor und nach der Abkalbung auf die Stoffwechselsituation von Milchkühen – Teilbereich Produktionsdaten. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 19.-20. April 2007, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2007, 15-18.

Automatisierte Fütterungstechnik Grundfutter – in der Milchviehhaltung

Wolfgang Schrattenecker^{1*}

Zusammenfassung

Zeitersparnis und sehr große Flexibilität sind die wichtigsten Gründe, warum automatische Fütterungssysteme eingebaut werden.

Automatische Fütterungssysteme gewinnen zusehends an Bedeutung, in Österreich werden bis Jahresende 30 Anlagen in Betrieb sein.

Große Anzahl von Anbietern am Markt, Entscheidungsfindung für den Landwirt oft etwas schwierig.

Bei steigendem Viehstand (100 GVE) ist der Fütterungsroboter durchaus mit anderen Systemen betriebswirtschaftlich konkurrenzfähig.

Sehr viele automatische Fütterungssysteme werden derzeit in bestehende Stallungen eingebaut.

die Möglichkeit, die Fütterung durch (teil)automatisierte Fütterungssysteme zeitsparender und flexibler zu gestalten. Unter automatischer Fütterung versteht man das automatische Mischen von Grund- und Kraftfutter zu einer Mischration und eine darauffolgende leistungsgerechte Zuteilung an die Tiere. Das Grundfutter wird bei den meisten Systemen aus sogenannten Vorratsbehältern entnommen und über ein Förderband in den Fütterungsroboter (Verteilwagen) dosiert. In diesem Verteilerwagen wird das Grund- und Kraftfutter gemischt und anschließend an die Kühe verfüttert. Dieser Verteilerwagen ist mit einem Futterschieber ausgestattet, welcher mehrmals täglich das Futter nachschiebt. Die größte Zeiteinsparung liegt in der Automatisierung des Mischens und der Futtevorlage. Beim Einsatz eines Fütterungsroboters beschränkt sich die Arbeit auf die Befüllung der einzelnen Vorratsbehälter mit Grassilage, Maissilage, Heu und Stroh.

Mechanisierung im Fortschritt

Die (Voll)Mechanisierung in der Landwirtschaft schreitet sehr zügig voran. Neben der täglichen Melkarbeit erfordert die Fütterung einen großen Arbeitszeitblock. Daher besteht

Große Anzahl von Anbietern und diversen Systemen

Um eine optimale Mechanisierung für den jeweiligen Betrieb zu finden, ist vor allem ein lückenloses Zusammenspiel

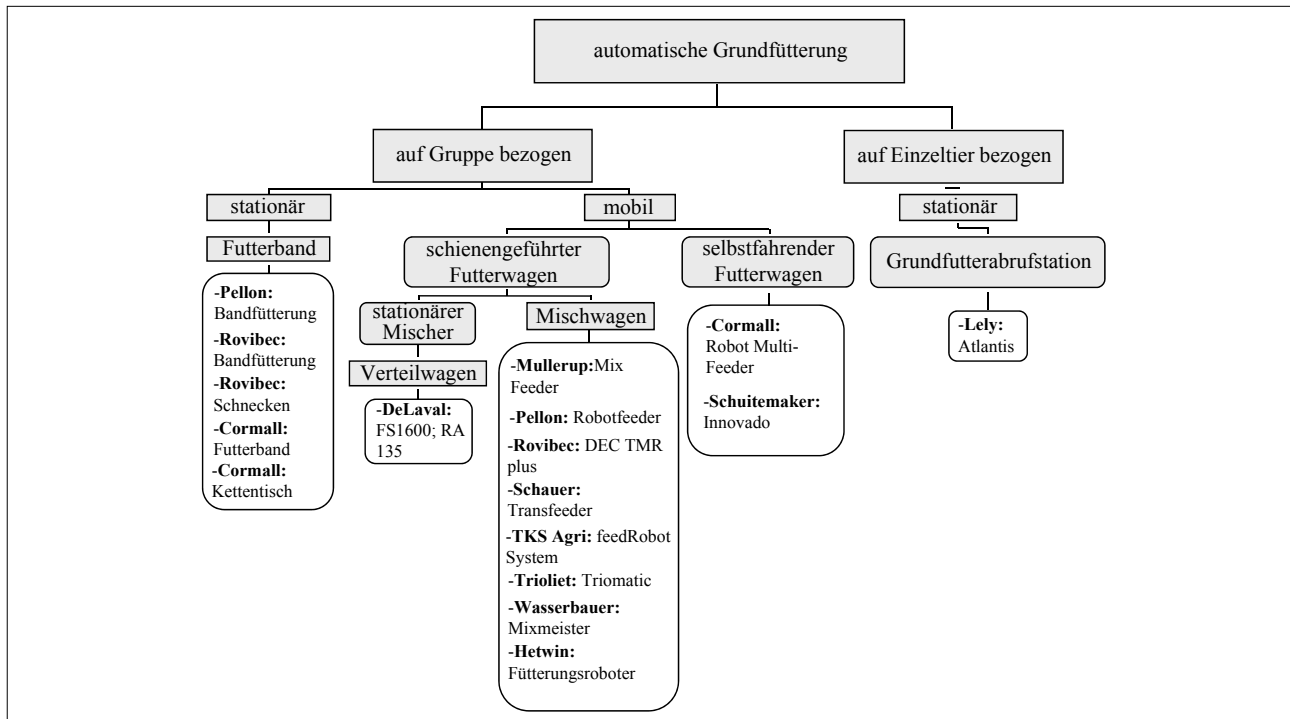


Abbildung 1: Unterschiedliche Varianten der Automatischen Fütterungssysteme

¹ LWK Oberösterreich, Rinderproduktion Urfahr, Gstöttnerhofstraße 12, A-4040 Linz

* Ansprechpartner: Wolfgang Schrattenecker, email: wolfgang.schrattenecker@lk-ooe.at

zwischen den einzelnen Elementen von Futterlager bis zum Futtertisch von größter Bedeutung. Bei der Auswahl des Fabrikats ist vor allem der vorherige Mechanisierungsgrad des Betriebes zu berücksichtigen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Futterbändern, schienengeführten und selbstfahrenden Futterwagen, die wiederum in stationäre und mobile Systeme gegliedert werden. Zu den mobilen Systemen gehört der Selbstfahrende Futterwagen, welcher vollautomatisch fährt und füttert. Gesteuert wird er über einen im Boden eingelassenen Induktionsdraht und einzelne Sensoren. Anhand eines Navigationssystems wird der Selbstfahrer durch die Route geleitet.

Eine Kombination zwischen mobilen und stationären Systemen stellen die schienengeführten Futterwagen dar, welcher an einer Schiene hängen. Die Stromversorgung erfolgt über Akkus, Schleppkabel oder eine Versorgungsschiene mit Schleppkontakten. Die Steuerung erfolgt meist über einen Prozessrechner direkt am Futterbehälter (Abbildung 1).

Zeitersparnis und Flexibilität

Neben der großen Zeitersparnis bringt die automatische Fütterung auch andere Vorteile mit sich. Da den Kühen mehrmals täglich frisches Futter vorgelegt wird, steigt die Grundfutteraufnahme und weniger Futterreste bleiben übrig. Durch die mehrmalige Futtermittelvorlage kann es zur Steigerung der Milchleistung und Tiergesundheit kommen. Durch den Einsatz eines automatischen Fütterungssystems ist der Landwirt – besonders bei Arbeitsspitzen – flexibler, da die fixen Fütterungszeiten wegfallen. Ein Glanzpunkt dieser Technik ist unter anderem, dass die Aktivität im Stall deutlich gesteigert wird, was einen häufigeren Melkroboterbesuch der

Kühe zur Folge hat. Der manuelle Futternachschub entfällt und das Rangverhalten am Futterbarren ist deutlich geringer. Weiters entscheiden sich viele Landwirte für ein automatisches System, da die Altgebäude optimal ausgenutzt werden können oder vorhandene Technik (Hochsilo mit Fräse) sich bestens für die Kombination mit einem automatischen Fütterungssystem eignet (Abbildung 2).

Betriebswirtschaftlicher Vergleich Fütterungssysteme

Um einen betriebswirtschaftlichen Vergleich zu bestehenden Futtermittellagesystemen zu erhalten, wurden die Kosten von 4 unterschiedlichen Systemen berechnet:

- Traktor mit Silokamm
- Traktor mit gezogenem Mischwagen – Fremdbefüller
- Gemeinschaftsmaschine (Selbstfahrender Futtermischwagen bei 4 Betrieben)
- Fütterungsroboter

Um die verschiedenen Systeme miteinander vergleichen zu können, reicht es nicht, nur die Investitionskosten der Mischtechnik (z.B. Fütterungsroboter) zu berücksichtigen. Es müssen alle Investitionen berücksichtigt werden, die mit der Umstellung auf das Fütterungssystem getätigt werden (z.B. Lagerhalle für Vorratsbehälter). Auch die Arbeitszeit wird in die Berechnung mit einbezogen.

Was wurde berechnet:

Es wurden die Kosten für das jeweilige Futtermittellagesystem inklusive Arbeitszeit (Gesamtkosten) und ohne Arbeitszeit (Pagatorische Kosten) berechnet.

1. Pagatorische Kosten = sind jene Kosten, die zu bezahlen sind. Sie setzen sich wie folgt zusammen:

•Verfahrenskosten = Mehrkosten Silobefüllung, Entnahmetechnik, Vorratsbehälter, Mischtechnik, Vorlagetechnik

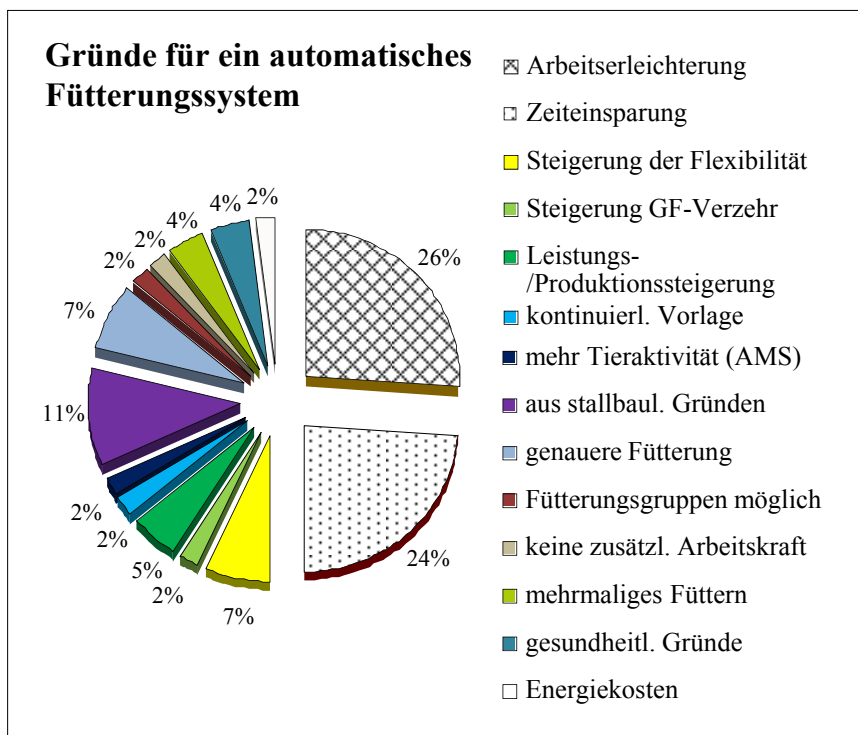
•Bauliche Investitionen = Mehrkosten Siloraum, Kosten Raum für Vorratsbehälter, Kosten Raum für Mischer, Adaptionen Stall (Aufhängungen, Führungen), elektrische Installationen

•Laufende Betriebs- und Reparaturkosten = Betriebskosten und Reparaturkosten

2. Gesamtkosten = Pagatorische Kosten und Arbeitszeit für Befüllung, Entnahme, Vorlage, Nachschieben, Reinigung (Futtertisch, Silo).

Die Summe der Pagatorischen Kosten und die Summe der Gesamtkosten wurde dann durch die Anzahl der GVE (Kühe und Kalbinnen) dividiert.

Das Ergebnis der Berechnungen ist in Tabelle 1 und 2 sowie Abbildung 3 angeführt.



(Praxiserhebung aus der Schweiz – Forschungsanstalt

Abbildung 2: Hauptgründe für den Einsatz eines Automatische Fütterungssystems

Tabelle 1: Gesamtkosten/GVE/Jahr

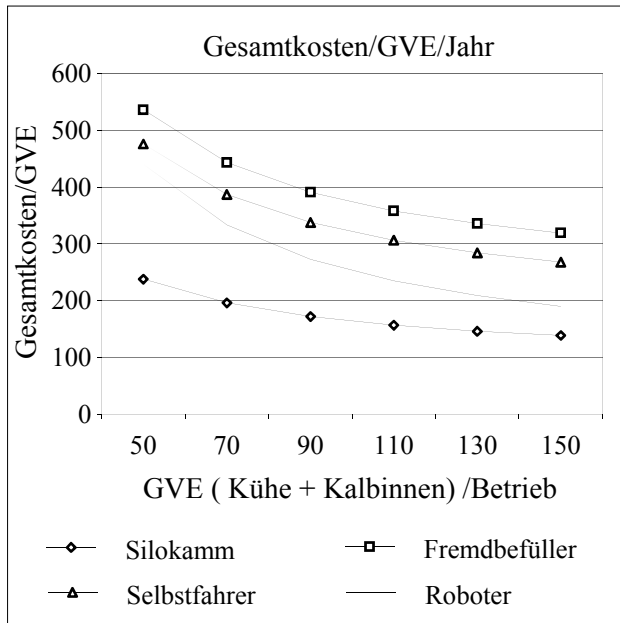
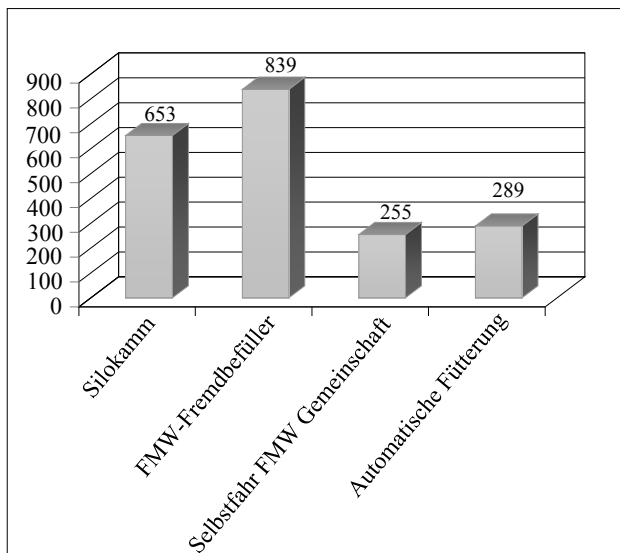
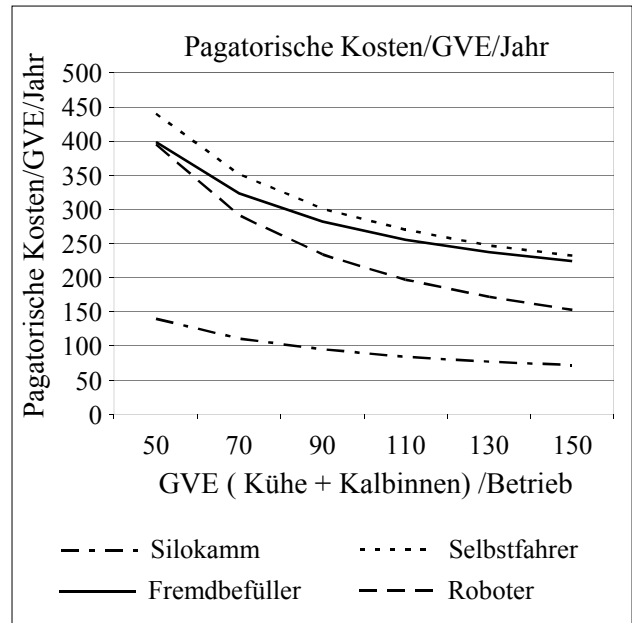


Tabelle 2: Pagatorische Kosten/GVE/Jahr



Quelle: Betriebswirtschaftliche Kalkulation: (HUNGER, WÖCKINGER, MAIRHOFER, LK OÖ)

Abbildung 3: Arbeitszeit in Stunden pro Jahr für die Fütterung von 70 GVE (50 Kühe und 30 Kalbinnen)

Automatische Fütterungssysteme für Grundfutter – welche Punkte sind beim Einbau zu beachten?

Welche bauliche Gegebenheiten sollten verstärkt berücksichtigt werden, wenn man sich für den Einbau eines automatischen Fütterungssystems entscheidet?

1. Einbau bei Umbaulösungen und nachträglicher Einbau

Die Futtertischbreite ist ein wichtiges Kriterium, welches Fabrikat überhaupt eingebaut werden kann; die meisten Fabrikate haben eine Breite von zwei Metern.

Die Futtertischhöhe ist ebenfalls ein wichtiges Kriterium; bei einigen Fabrikaten ist eine Höhe von mindestens 2,5 m erforderlich.

Ist ein weiteres Fütterungssystem für einen 2. Stall (Kalbinnen, Rindermast), der mit dem Fütterungsroboter nicht erreicht wird, notwendig (zusätzliche Kosten und Arbeitszeit)?

Ist der Kraftfuttersilo für den Fütterungsroboter erreichbar oder muss das Kraftfutter mittels Hoflader oder anderen Geräten dosiert werden?

Inwieweit ist der Fütterungsroboter bei einer möglichen Stallerweiterung einsetzbar?

2. Einbau bei Neubau des Stallgebäudes

Die wohl derzeit am meisten diskutierte Frage beim Einbau eines Fütterungsroboters in neue Stallungen ist, ob der Futtertisch befahrbar sein soll.

Für die Befahrbarkeit mit einem kleinen oder mittleren Traktor reicht eine Futtertischbreite von 2,5 m und diese Breite brauchen viele Fütterungsroboter zur einwandfreien Funktion.

Eine getrennte Fütterung von laktierenden Kühen und trockenstehenden Kühen gilt als Standard.

Sonstige Überlegungen beim Einbau eines Fütterungsroboters:

- Kann der Fütterungsroboter von mehr als einer Person bedient werden, gibt es eine Vertretung im Krankheitsfall?
- Ist jederzeit – auch am Sonntag – ein Servicemann der Firma erreichbar?
- Wie einfach ist die Technik zu bedienen?
- Bei Gesamtinvestitionskosten von über 60.000 Euro kann ein Selbstfahrender Futtermischwagen in Gemeinschaft eine Alternative sein.
- Wie kann bei Ausfall des Fütterungsroboters trotzdem gefüttert werden (Traktor oder Hoflader)?

Unsere Erfahrungen mit einem Fütterungsroboter

Leo Klampfl^{1*}

Einleitung

Die Automatisierung in der Landwirtschaft und speziell in der Milchviehhaltung schreitet unaufhaltsam voran. Familienbetriebe kommen arbeitswirtschaftlich oft an ihre Grenzen. Es macht Sinn, arbeitsintensive und körperbelastende Produktionsschritte zu automatisieren. Das automatische Fütterungssystem ist praxistauglich und gehört zum Alltag in unserem Betrieb. Es ermöglicht eine effiziente und wiederkäuergerechte Fütterung der Tiere. Nach über einem Jahr Betriebszeit möchten wir über unsere praktischen Erfahrungen mit diesem Fütterungssystem berichten.



Betriebsvorstellung

Wir bewirtschaften gemeinsam einen Milchviehbetrieb im nordoststeirischen Hügelland im Bezirk Hartberg. Zum Betrieb gehören 45 ha. Davon sind 11 ha Wald und 34 ha LN, wovon wiederum 11 ha gepachtet sind. Die LN wird wie folgt bewirtschaftet:

6,3 ha Getreide, 5 ha Mais, 13,4 ha Wechselwiese und 9 ha Grünland (5-schnittig). Des Weiteren werden von einem Betrieb in der Nähe Silomais und Getreide zugekauft. Dieser Betrieb nimmt auch einen Teil der Gülle ab.

Auf unserem Betrieb befinden sich zurzeit 51 Milchkühe und 33 Stück Jungvieh. Weitere 23 Stück Jungvieh sind ausgelagert und werden auf einem Partnerbetrieb aufgezogen. Die Quotenausstattung beträgt 403.000 kg. Der gleitende LKV Jahresdurchschnitt liegt aktuell bei rund 9.000 kg Milch.

Der gesamte Ackerbau sowie das Mähen mit Aufbereiter und Schwaden wird über den Maschinenring bzw. mit Gemeinschaftsmaschinen erledigt. Das Einbringen der Silage wird mit Eigenmechanisierung durchgeführt. Die Gülle wird auf den hofnahen Flächen mit der eigenen Gülleverschlachtung ausgebracht, auf den entlegeneren Flächen erfolgt die Ausbringung mit einem Güllefass vom Maschinenring. Wir sind bestrebt, die eigene Außenmechanisierung so gering wie möglich zu halten.

Der Stall wurde 1995 von einem Anbindestall zu einem Liegeboxenlaufstall mit Spaltenboden umgebaut. Später wurde ein Laufhof mit Außenliegeboxen errichtet. Die Trockensteher werden in einem Tieflaufstall auf Stroh gehalten, was viele Vorteile mit sich bringt. Das Jungvieh ist in einem umgebauten Laufstall untergebracht, der früher zur Stiermast diente.

Warum haben wir uns für einen Fütterungsroboter entschieden?

Da unser bestehender Futtermischwagen zu klein und reparaturanfällig wurde, stand eine Ersatzinvestition an. Unser Problem war dabei die geringe Durchfahrtsbreite unseres Stalles und die knappe Futtertischbreite. Unser Ziel für die Neuinvestition war es auch, die Futtervorlage im Kalbinnenstall und das Futteranschieben, das bis dahin nur händisch möglich war, zu automatisieren. Dies hätte zur Folge gehabt, dass ein teurer Mischwagen in Tiefladerausführung, ein Butler zum Futteranschieben und ein Hoflader oder Futterband für den Kalbinnenstall angeschafft hätten werden müssen. Auch der zum Mischen verwendete Traktor hätte in nächster Zeit getauscht werden müssen. Folglich wären uns große Investitionskosten ins Haus gestanden.

Unsere wichtigsten Kriterien für die Neuinvestition waren:

- Investitionskosteneinsparung
- Arbeiterleichterung
- Arbeitszeiteinsparung
- Optimale Fütterung
- Nutzung des bestehenden Stalles
- Energiekosteneinsparung

In einem Informationsgespräch mit der Firma WASSERBAUER machte man uns schließlich auf den neuen Fütterungsroboter aufmerksam, der in unserem Fall alle Probleme auf einmal lösen könnte. Nach guter Beratung und Planung durch die Firma WASSERBAUER entschieden wir uns nach reiflicher Überlegung für den Kauf des MIXMEISTER 3000.



¹ Familie Klampfl, Schlag 19, A-8241 Dechantskirchen

* Ansprechpartner: Leo Klampfl, email: leo_klampfl@gmx.at

Wie funktioniert der Fütterungsroboter?

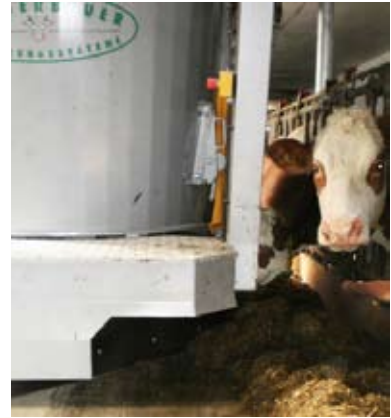
Der Fütterungsroboter ist ein schienengeführter Vertikalmixer mit 3 m³ Fassungsvermögen. Die Besonderheit des Mixmeisters besteht darin, dass das meiste Gewicht von den Rädern auf den Boden übertragen wird und die Schienenkonstruktion relativ einfach ist. Die Stromversorgung erfolgt über eine Stromschiene. Zwei Vorratsboxen für die Silagen und eine für Stroh befinden sich in der Hocheinfahrt, was den Vorteil bringt, dass der Mixmeister direkt unter die Boxen fahren kann und das Futter frei und ohne Förderbänder in den Mischer fallen kann. Die vier Kraftfuttersilos und der Mineralstoffbehälter befinden sich auch in der Hocheinfahrt und werden mit Spiralschnecken entleert. Da wir alle Vorratsbehälter in der bestehenden Hocheinfahrt unterbringen konnten, fielen auch keine zusätzlichen Gebäudekosten an. Bei den verwendeten Baukomponenten handelt es sich um Industrietechnik, die sehr robust und ausgereift scheint.



Wie funktioniert der Fütterungsvorgang?

Der MIXMEISTER startet zu den gewünschten Zeiten das Programm und begibt sich unter den Vorratsbehälter für Grassilage, wiegt die gewünschte Menge in den Mischer, fährt zur Maissilage und wiederholt den Vorgang. Wenn das Grundfutter geladen ist, entnimmt er aus den Silos die gewünschte Menge an Kraft- und Mineralfutter und vermischt das Futter anschließend zu einer homogenen Mischration für etwa 24 kg Milch. Da die Futtermenge im Mischer nie so groß ist wie bei herkömmlichen Futtermischwagen, erfolgt der Mischprozess durch das geringe Eigengewicht des Futters sehr schonend. Wenn die Mischung fertig ist, verteilt der MIXMEISTER das Futter an die vorgegebenen Gruppen. Dabei verändert er immer wieder Geschwindigkeit und Klappenöffnungszeit, um eine möglichst gleichmä-

ßige Futtervorlage zu erreichen. Die Kühe erhalten 6-mal täglich eine frische Ration, was eine höhere Futteraufnahme bewirkt und im Sommer eine geringere Erwärmung der Mischration mit sich bringt. Ein weiterer Vorteil dieses Systems ist die Tatsache, dass die Siloblöcke immer verdichtet bleiben, da nur die gerade benötigte Menge heruntergefärscht wird. Zwischen den Füllzeiten fährt der MIXMEISTER den Futtertisch entlang, schiebt das Futter nach und streut Lockfutter über die Ration. Die Bedienung des Fütterungsroboters ist sehr einfach und war schnell zu erlernen.



Vorteile des Fütterungsroboters

Die Arbeitszeit für das Füttern besteht aus der täglichen Reinigung des Futtertisches und der Entsorgung des Restfutters. Einmal täglich wird auch ein Kontrollgang gemacht, um zu prüfen, ob alles funktioniert (Nachrutschen des Futters, Kraftfutter und Mineralstoffzufuhr). Jeden zweiten Tag werden die Vorratsbehälter mit Gras- und Maissilage, sowie Stroh mit der Siloschneidezange befüllt. Dazu kommt die Reinigung des Silobereiches und der Futterküche. Zurzeit wird das Futter für die Trockensteher noch alle zwei Tage mit dem Traktor zum Stall gebracht. Eine Automatisierung dieser Fütterung durch den MIXMEISTER ist zukünftig ebenfalls geplant.

Sämtliche Arbeitsschritte zur Fütterung erfolgen automatisch und natürlich auch nachts. Kein Nachschieben, kein Warten bis die Mischung fertig ist, kein Durchfahren des Stalles. Die gesamte Arbeitszeit für das Füttern mit dem MIXMEISTER beträgt ca. 35 Minuten pro Tag. Früher waren es über 2,5 Stunden, wobei die Erstellung der verschiedenen Mischungen und das Nachschieben des Futters am Zeitintensivsten waren. In Summe ergibt sich durch den MIXMEISTER eine Arbeitszeiteinsparung von über 2 Stunden täglich.

Die Futtermannipulation mit der Schiebetruhe entfällt weitestgehend. Die körperliche Entlastung ist enorm, was dem Rücken meines Vaters und meiner lädierten Schulter zugutekommt. Täglich werden ja immerhin je nach TM-Gehalt ca. 3.200 kg Grundfutter verfüttert. Hochgerechnet auf 1 Jahr ergibt das über 1,1 Millionen kg, die manipuliert werden mussten.

Die Investitionskosteneinsparung betrug rund 20.000 Euro im Vergleich zu einem neuen Futtermischwagen plus Butler und Hoflader. Allerdings musste eine relativ große Summe auf einmal investiert werden. Die Energiekosten für den MIXMEISTER lagen im letzten Jahr bei 980 Euro. Dazu kommen noch ca. 700 Euro für die Entnahme der Silage. Damit ergeben sich Gesamtenergiekosten von 1.680 Euro pro Jahr. Mit unserem alten Futtermischwagen verbrauchten wir ca. 8 Liter Diesel für den Mischvorgang pro Tag. Hoch-

gerechnet aufs Jahr wurden ca. 2.900 l Diesel verbraucht, was Kosten von ca. 3.330 Euro gleichzusetzen ist. Daraus ergibt sich eine Energieeinsparung durch das MIXMEISTER System von 1.650 Euro pro Jahr.

Nachteile des Systems

Als nachteilig am System Fütterungsroboter sehen wir die Tatsache, dass eine gewisse Gefahr der vernachlässigten Herdenbeobachtung besteht. Die Konsequenz von täglichen Kontrollgängen durch den Stall muss trotz Technisierung der Arbeitsabläufe unbedingt beibehalten werden.

In extrem heißen Phasen im Sommer stellten wir fest, dass eine tägliche Füllung der Vorratsbehälter mit Silage von Vorteil ist. Für technikinteressierte Landwirte ist aus unserer Sicht ein konventionelles Fütterungssystem eher zu empfehlen.

Was hat sich in unserer Stallarbeit durch den MIXMEISTER geändert?

- Es gibt keine fixen Fütterungszeiten mehr, was vor allem zu Arbeitsspitzen und an Wochenenden sehr angenehm ist.
- Ruhigere Kühe ergeben ein ruhigeres Herdenverhalten.
- Verzicht auf teure Zusatzfuttermittel wie Laktationstarter, Propylenglykol oder Glycerin. Der MIXMEISTER ermöglicht höhere TM-Aufnahme zu Laktationsbeginn.
- Höhere TM-Aufnahme beugt den Berufskrankheiten der Kuh vor (Ketose, Acidose). Frischlaktierer und rangniedrige Kühe können besser versorgt werden.
- Steuerung der Herdenbewegung möglich (z.B. beim Melken).
- Füllmengen und Mischzeiten genauer programmierbar, dadurch ergibt sich weiteres Einsparungspotential bei Zukaufsfuttermitteln.

- Im Gegensatz zum Futtermischwagen ist die vorgelegte Ration immer frisch, was vor allem in der warmen Jahreszeit deutliche Vorteile bringt.
- Der MIXMEISTER überzeugt uns durch sehr zuverlässige Technik.
- Einsparung von Traktorstunden und fossiler Energie. Elektrische Energie ist viel effizienter und kann in Zukunft vielleicht sogar selbst erzeugt werden.
- Keine Traktorabgase im Stall. Keine Verschmutzung des Futtertisches durch schmutzige Reifen und kein Herumrutschen mit dem Mischwagen im Winter.

Würden wir wieder in ein automatisches Fütterungssystem investieren?

Der MIXMEISTER ist neben der Melkanlage die am besten ausgelastete Maschine am Betrieb. Der MIXMEISTER erleichtert uns die tägliche Arbeit enorm. Trotz des hohen Anschaffungspreises sehen wir die Wirtschaftlichkeit voll gegeben, da im Vergleich zu anderen Fütterungssystemen die Vorteile im Bereich Betriebskosten und Gebäudeausnutzung klar überwiegen. Das System ist jederzeit ausbaubar, wovon wir durch die Erweiterung von zwei Vorratsboxen und einer Krafftuttersorte auch schon Gebrauch gemacht haben. Am Anfang gab es Probleme mit der Programmierung, die von der Firma WASSERBAUER aber schnell beseitigt werden konnten. Seither läuft der Roboter störungsfrei.

Zusammenfassend können wir feststellen, dass die Investition in ein automatisches Fütterungssystem, in unserem Fall der MIXMEISTER 3000, eine der besten Investitionen in unseren Betrieb war und aus unserer täglichen Arbeit nicht mehr wegzudenken ist.

Futtermischwagengemeinschaft Altenberg

Josef Landl^{1*}

Entstehung der Gemeinschaft

Durch ein Projekt von der Bezirksbauernkammer Urfahr, der Beratungsstelle Rinderproduktion Urfahr und des Maschinenrings Gusental wurden ab Dezember 2001 über 30 Milchviehbetriebe besichtigt, welche TMR (meistens aufgewertete Futtermischrationen) füttern und Selbstfahr-futtermischwagentechnik einsetzen. Viele Beratungen, Gespräche und Exkursionen im Inland und dem benachbarten Deutschland prägten den Alltag der Landwirte, um sich genauestens über diese Technik zu informieren.

Im Juni 2002 unterzeichneten 7 Betriebe aus Altenberg bei Linz die Absichtserklärung zu einer Futtermischwagengemeinschaft. Im August 2002 wurde als Rechtsform die Maschinenring Gusental KEG gegründet und der Futtermischwagen bei der Firma AST in Berggau / Bayern bestellt. Nach einer verspäteten Lieferung Ende Dezember konnte Anfang Jänner 2003 der Futtermischwagen in Betrieb gehen. Nach sechs Jahren und 8.500 Betriebsstunden wurde ein neuer Futtermischwagen der Marke Faresin angeschafft.

Viehbestand der Gemeinschaft

2003 – 370 GVE Milchvieh mit Nachzucht

2010 – 450 GVE Milchvieh mit Nachzucht

Die tägliche Fahrzeit des Futtermischwagens beträgt ca. 4 Stunden bei einer Fahrtstrecke von 21 km. Zwei bis drei Fahrer in der Gemeinschaft übernehmen das Füttern.

Ausstattung des neuen Futtermischwagens Faresin 1200

Der Faresin 1200, welcher seine Herkunft in Italien hat, ist mit einer 1.80 m Frontfräse, elektronischer Wiegeeinrichtung, einem 4 Zylinder Perkinsmotor mit 140 PS, hydrostatischem Fahrantrieb (bis 40 km/h) und 2 liegenden Mischschnecken ausgestattet. Das Fassungsvermögen des 8.80 m langen, 2.26 m breiten und 2.48 m hohen Mischwagens beträgt 11 m³. Das Eigengewicht beträgt 11 Tonnen. Der Kaufpreis betrug Euro 115.000 inkl. Umsatzsteuer. Aus betriebswirtschaftlicher Hinsicht betragen die Gesamtkosten bei 450 GVE Euro 0,40 je GVE und Tag bzw. 146 Euro/GVE und Jahr.

Stärken des Systems

- Modernste Fütterungstechnik gemeinschaftlich günstig und wirtschaftlich nutzen – 40 Cent/GVE/Tag
- 365 Tage Zeiteinsparung bei der Fütterung
- Vorteile der Selbstfahrtechnik im Silo und Stall gegenüber gezogener Technik
- Steigerung der Futteraufnahme
- Pansengerechte Mischration

- Erhöhung der Tiergesundheit
- Einmischen und gemeinsamer Einkauf von Futtermitteln (Biertreber, Melasse,...)
- Maschinenkostenreduktion (höhere Auslastung)
- Erhöhter Erfahrungsaustausch

Nach 8 Jahren Erfahrung in der Futtermischwagengemeinschaft ziehen die beteiligten Landwirte ein sehr positives Resümee. Vor allem die Steigerung der eigenen Lebensqualität – die enorme Arbeitserleichterung ist für die Landwirte ein sehr wichtiger und positiver Aspekt.

Des Weiteren konnten die Betriebe eine Leistungssteigerung in ihren Herden erzielen und sind grundsätzlich mit der Technik sehr zufrieden. Ein weiterer wichtiger und hoch positiver Punkt für die Landwirte ist die saubere Arbeit des Futtermischwagens, sodass kaum eine Kehrarbeit im Silo nötig ist.

Und wohl der ausschlaggebendste Punkt in der Fazitrunde der Landwirte ist, dass jeder Landwirt auch die nächsten 8 Jahre an diesem Gemeinschaftsfutterwagen teilhaben möchte.



Der Futtermischwagen während des Abfräsvorgangs



Mittels einem Querförderband wird den Tieren das Futter gleichmäßig vorgelegt

¹ Auerweg 13, A-4203 Altenberg

* Ansprechpartner: Josef Landl, email: landl.josef@aon.at

Bericht

38. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2011

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2011

ISBN-13: 978-3-902559-59-3

ISSN: 1818-7722