

41. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungsplan
des Bundes

Milchmarkt
Kälberaufzucht
Milchproduktion
Mutterkuh
Grundfutter

09. und 10. April 2014
Grimmingsaal
LFZ Raumberg-Gumpenstein



lebensministerium.at

41. Viehwirtschaftliche Fachtagung

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Milchmarkt
Kälberaufzucht
Milchproduktion
Mutterkuh
Grundfutter

09. und 10. April 2014

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

Direktion

Mag. Dr. Anton Hausleitner

Für den Inhalt verantwortlich
die Autoren

Redaktion

Institut für Nutztierforschung

Satz

Andrea Stuhlpfarrer
Alexandra Eckhart
Beate Krayc

Lektorat

Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber

Druck, Verlag und © 2014

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

ISSN: 1818-7722

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

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

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 09.-10. April 2014, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2014

Inhaltsverzeichnis

Die Milcherzeugung zwischen freiem Markt und neuen Begrenzungen.....	1
<i>G. DORFNER</i>	
Die Milchproduktion auf meinem Betrieb unter dem Aspekt der geänderten Rahmenbedingungen ...	7
<i>G. KAPPEL</i>	
Die Milchproduktion auf unserem Betrieb unter dem Aspekt der veränderten Rahmenbedingungen .	9
<i>J. ZEHETNER</i>	
Neue Empfehlungen in der Kälberfütterung.....	13
<i>H.-J. KUNZ</i>	
Der praktische Umgang mit der <i>ad libitum</i> -Tränke am Betrieb	17
<i>G. FREUDENBERGER</i>	
Praktische Umsetzung der <i>ad libitum</i> -Tränke am Betrieb	21
<i>E. und N. LUSCHNIG</i>	
Bearbeitungsverfahren von Kraftfutter für Rinder	23
<i>F. TIEFENTHALLER</i>	
Erhebungen von Körpermaßen und BCS im Laktationsverlauf und ihre Beziehungen zu Lebendmasse und Energiebilanz.....	31
<i>M. LEDINEK und L. GRUBER</i>	
Lebensleistung und Lebenseffektivität – eine Analyse zur Optimierung wichtiger Parameter für nachhaltige Milcherzeugung.....	45
<i>U. EILERS</i>	
Auswirkungen unterschiedlicher Absetztermine auf Fleckviehmutterkühe und deren Nachzucht	55
<i>J. HÄUSLER, S. HÖRMANN, S. ENZENHOFER, B. FÜRST-WALTL, D. EINGANG, A. SCHAUER, M. VELIK, R. KITZER, L. PODSTATZKY, M. GALLNBÖCK und A. STEINWIDDER</i>	
Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern (Fleckvieh×Limousin und Limousin) aus der Mutterkuhhaltung.....	85
<i>G. TERLER, M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER und J. KAUFMANN</i>	
Nährstoffgehalt und Pansen-Abbaubarkeit verschiedener Silomais-Sorten	97
<i>L. GRUBER, G. TERLER, A. SCHAUER und F. KASTENHUBER</i>	
Gibt es nach Mais eine Alternative in der Rinderfütterung?.....	127
<i>K. MAYER</i>	
Futterwert von Sorghum-Hirse und deren Verwendung in der Milchproduktion.....	129
<i>C. FASCHING</i>	
Sinn und Nutzen der Futtermitteluntersuchung – Analysemöglichkeiten im Futtermittellabor Rosenau der Landwirtschaftskammer Niederösterreich	141
<i>G. STÖGMÜLLER</i>	

Die Milcherzeugung zwischen freiem Markt und neuen Begrenzungen

Milk production between free market and new limitations

Gerhard Dorfner^{1*}

Zusammenfassung

Mit dem Auslaufen der staatlichen Milchquotenregelung im Jahr 2015 verschwindet einer der letzten gewichtigen Eckpfeiler staatlicher Mengenregulierung in der europäischen Agrarpolitik. Milchviehhalter sind ab dem 01.04.2015 nicht mehr an staatlich vorgegebene Produktionsmengen gebunden, sondern entscheiden eigenverantwortlich im Rahmen ihrer betrieblichen Möglichkeiten und Strategien über die erzeugten Milchmengen. Im Zusammenspiel mit der zunehmenden Internationalisierung des Weltmarktes für Milch und Milchprodukte führt dies zu Unsicherheiten sowohl auf der Erzeugerseite als auch auf Seiten der Milchverarbeiter und Milchvermarkter. Befürchtungen neuerlich entstehender Milchseen und Butterberge erscheinen aus mehreren Gründen aber unbegründet. Auf der Angebotsseite ergeben sich weltweit – ebenso wie in Europa – zunehmend wirksame Beschränkungen, welche die Flächenverfügbarkeit, die Intensität der Bewirtschaftung sowie die Produktionskosten betreffen. Auf der Nachfrageseite existiert vor allem in vielen asiatischen Regionen großes Nachfragepotential, das vor Ort voraussichtlich nicht befriedigt werden kann. Trotz dieser langfristigen guten Chancen für die Milcherzeugung zeichnet sich dauerhafte Wettbewerbsfähigkeit durch die Nutzung des technischen Fortschritts und hohe Arbeits- und Flächeneffizienz aus. Dies stellt die kleinstrukturierten Regionen Europas voraussichtlich vor große Probleme.

Schlagwörter: Milchquote, Milchproduktion, Produktionskosten, Flächenknappheit, Milchpotentialanalyse

Summary

With the ending of the state-run milk quota system in 2015, one of the last cornerstones of state volume regulation disappears in the European agricultural policy. Dairy farmers are no longer linked to production volumes prescribed by the state from the 01 April 2015, but make their own decisions as part of their operational capabilities and strategies on the quantities of milk produced. In conjunction with the increasing internationalization of the world market for milk and milk products, this leads to uncertainties both on the production side and on the part of the milk processors and milk traders. But fears of new emerging milk lakes and butter mountains appear unfounded for several reasons.

On the supply side in the world – as in Europe – increasingly effective restrictions do emerge relating to the availability of area for agriculture, to the intensity of cultivation and to growing production costs. On the demand side there is large potential especially in many Asian regions, which presumably can not be satisfied locally. Despite these good long-term prospects for dairy production sustainable competitiveness is characterized by the use of technical progress and high efficiency in using labor and agricultural land. Especially in Europe's small-scale regions this probably leads to big problems.

Keywords: milk quota, milk production, cost of production, scarcity of agricultural area, analysis of milk potential

Einleitung

Zum 01.04.2015 endet die staatliche Milchquotenregelung der Europäischen Union. Damit zieht sich der Staat nach 31 Jahren aus der direkten Mengensteuerung bei der Milcherzeugung zurück. Für die Landwirte erhöht sich damit die unternehmerische Freiheit aber auch die Herausforderung, die richtige betriebliche Strategie zu finden. Während 1984 die Milchquote als Instrument gegen Überschussproduktion und Preisverfall dienen sollte, haben sich die Rahmenbedingungen für die Milcherzeugung mittlerweile deutlich verändert. Die Ressourcen Fläche und Arbeit sind die neuen Wachstumsgrenzen. Speziell in Mittel- und Westeuropa wachsen gleichzeitig die gesellschaftlichen Anforderungen bezüglich Umweltschutz und Tierschutz, die mit einer wachsenden Skepsis gegenüber strukturellen Entwicklungen in

der Tierhaltung einhergehen. Der europäische Milchsektor ist dementsprechend verunsichert, ob der Wegfall der Quote zu nachhaltigen Mengenüberschüssen und Preisverfall führt oder Milchknappheit die Situation nach 2015 prägen wird.

Der Markt für Milch und Milchprodukte in den Prognosen

Die EU-Prognosen für die weltweit gehandelten Milchprodukte Milchpulver, Käse und Butter gehen von kontinuierlich steigenden Nachfrage- und Angebotsmengen sowie einem ansteigenden Welthandel in einer Größenordnung von 2 bis 4 % p.a. aus (EU-KOM 2013). Getragen vom steigenden Export sollen die zunehmenden EU-Produktionsmengen mit ausreichender Wertschöpfung abgesetzt werden können.

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, Menzinger Strasse 54, D-80638 München

* Ansprechpartner: Dr. Gerhard Dorfner, email: gerhard.dorfner@LfL.bayern.de

Aufgrund zurückgehender Bevölkerungszahlen und des zunehmenden Anteils älterer Bevölkerungsgruppen, die speziell in der EU-15 zu einem abnehmenden Konsum von Milch und Milchprodukten führen, ist dies auch notwendig.

Größere Mengensteigerungen werden nach dem Quotenende lediglich in den EU-Mitgliedstaaten mit nach wie vor beschränkend wirkender Milchquote erwartet (darunter Niederlande, Deutschland, Dänemark und Österreich), EU-weit wird von 2013 bis 2023 mit einem Anstieg der Anlieferungsmilch um insgesamt 7,7 Mio. t auf rd. 150 Mio. t gerechnet – dies entspricht einem prozentualen Wachstum von knapp 0,6 % p.a. (EU-KOM 2013, *Abbildung 1*).

Nachdem sich der EU-Binnenmarktpreis für Milch deutlich vom Interventionspreis (21,7 Cent/kg) abgekoppelt hat und der Weltmarktpreis gleichermaßen angestiegen ist, überwiegen leicht optimistische Sichtweisen die internationalen Preisprojektionen (*Abbildung 2*). Diese werden

begleitet von der nüchternen Einschätzung, dass sich die Rentabilitätsmargen aufgrund steigender Erzeugungskosten (trotz sinkender Futterkosten) – tendenziell verkleinern (EU-KOM 2013). Für die fünf Jahre unmittelbar nach der Quotenabschaffung geht die EU-KOM von leicht sinkenden, anschließend von leicht steigenden Preisen aus.

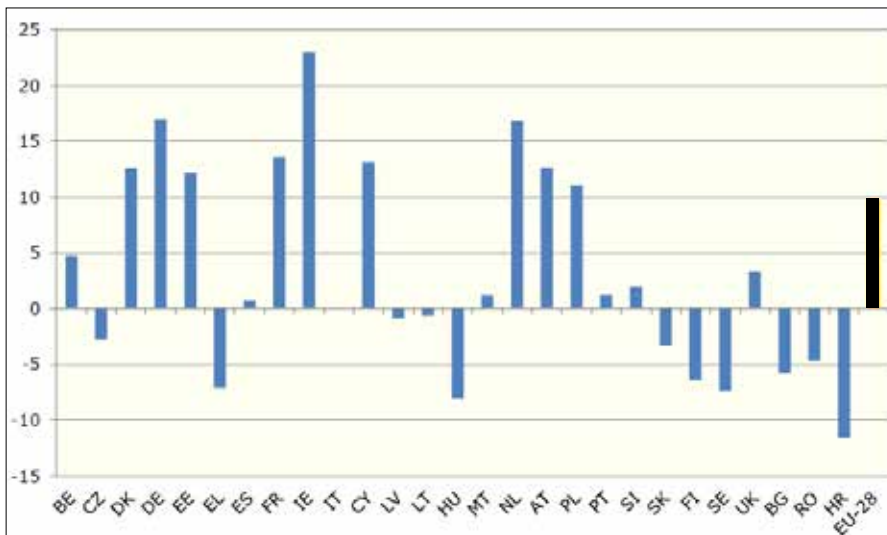
Ähnlich argumentiert auch die Studie der FAO bzw. OECD für den Zeitraum 2013 bis 2022 (OECD-FAO 2013). Einem weltweiten Produktionsanstieg von 1,8 % p.a. (in Milchäquivalenten gemessen) stehen erwartete Steigerungen der jährlichen Nachfrage von unter 1 % (entwickelte Länder) bzw. gut 2 % (Entwicklungsländer, Schwellenländer) gegenüber. Demnach sind vor allem bei Vollmilchpulver und Käse bis 2022 um 8 – 10 % höhere Preise (inflationsbereinigt) zu erwarten.

Immer wieder klingt in diesen europäischen bzw. weltweiten Studien an, dass das theoretische Erzeugungspotential aufgrund Unwägbarkeiten in der Klimaentwicklung bzw.

einmaligen Wetterereignissen, in der weltwirtschaftlichen Wohlfahrtsentwicklung und nicht zuletzt der nationalen bzw. regionalen Zunahme der Flächenkonkurrenz in der Praxis nicht realisierbar sein wird.

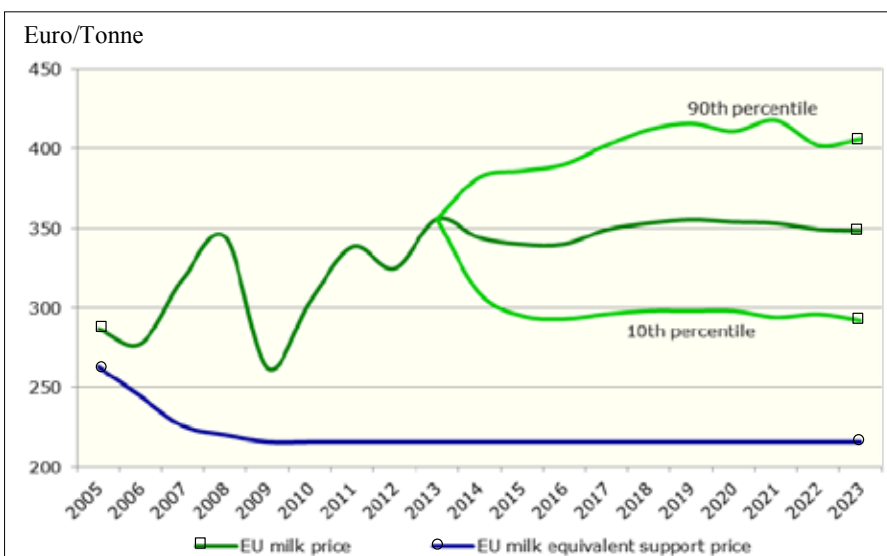
Quotenende verringert Wachstumskosten

Zu Zeiten der wirksamen Milchquotenpolitik mit Quotenpreisen von 50 Cent/kg und mehr waren Wachstumsschritte in der Milcherzeugung maßgeblich von der Finanzierbarkeit bzw. Rentabilität des Milchquotenkaufs bestimmt (*Abbildung 3*). Mitte der 2000er Jahre verursachte ein Quotenkauf bei einem Leistungsniveau von 8.000 kg/Kuh Investitionskosten von 4.000 Euro je zusätzlich gehaltener Kuh. Dies führte zu Investitionsfolgekosten (Festkosten) in Höhe von knapp 6 Cent/kg bzw. 460 Euro/Kuh (Abschreibung und Zinsansatz bei unterstellter 10-jähriger Nutzungsdauer). Unter der Annahme eines Flächenbedarfs von rd. 0,5 ha/Kuh war dies gleichbedeutend mit einer zehnjährigen Erhöhung der Flächenkosten um über 900 Euro je zusätzlichem Hektar. Im Vergleich dazu relativieren sich die mittlerweile deutlich angewachsenen Pachtpreise. Vor allem Neubauten waren von der Quotenkostenbelastung enorm betroffen, während Grenzkalkulationen bei Leistungssteigerungen sich deutlich besser rentierten. Für Neubauten kam erschwerend hinzu, dass im Falle staatlicher



Quelle: EU-KOM (2013); Modellierung nach European Simulation Model (ESIM)

Abbildung 1: Prognosen zur Entwicklung der Milchablieferung in der EU-28 von 2012 bis 2023 (in %)

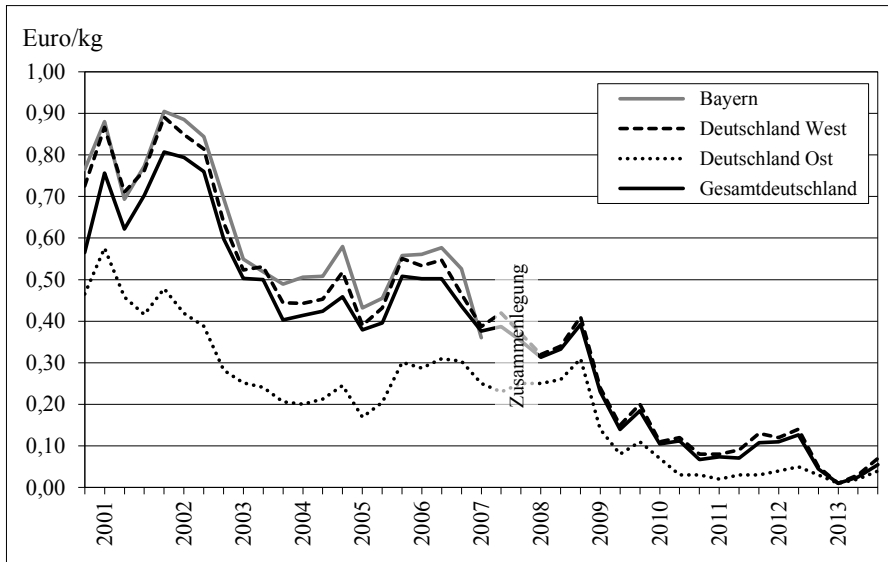


Quelle: EU-KOM (2013)

Abbildung 2: Mögliche Preisentwicklungen in der EU für den Erzeugerpreis Milch bis 2023 und Niveau des Interventionspreises (Euro/Tonne bei tatsächlichen Inhaltsstoffen)

Investitionsförderungen der notwendige Quotennachweis im Verwaltungsvollzug nicht selten zu Problemen führte. Die Definition der Zahl der Kuhplätze und das maßgebliche Leistungsniveau der Herde waren nicht selten Anlass zu Diskussionen, die den Widerspruch zwischen dem Förderziel der Stärkung der Betriebe und dem strikten Einhalten der Quotenregelung deutlich machten. Trotz der gegenwärtigen Situation, dass sich Quotenpreise zum Ende der Quote hin erhöhen, da stark überliefernde

Betriebe ihre Superabgabe verringern wollen, spielt die Milchquote für die Mehrheit der Betriebe mittlerweile keine entscheidende Rolle mehr bei der Frage einer betrieblichen Weiterentwicklung (Abbildung 3). Das Quotenende führt folglich in den Regionen, in denen hohe Quotenkosten herrschten, zunächst zu einer deutlichen Kostenentlastung. Dies erklärt auch die Einschätzung der EU-Kommission, dass vor allem dort die größten Mengensteigerungen zu erwarten sind.



Quelle: LfL-IEM (2014); bis 01.04.2007 Durchschnittswerte

Abbildung 3: Milchquotenpreise in Bayern und in Deutschland

Neue Begrenzungen

Trotz der deutlichen Kostenentlastung zeigt sich aber zunehmend, dass die Quote als staatlich reglementierende „Bremse“ der Milcherzeugung von vielfältigen anderen Aspekten abgelöst wird (Tabelle 1). Zunehmende Konkurrenz am Flächenmarkt, verschärfte Auflagen bzgl. Flächennachweisen in der tierischen Veredlung (bspw. verankert in der Düngeverordnung und im Baurecht), steigende bauliche Auflagen bei Investitionen in Stallgebäude (steigende Flächenbedarfswerte je Tier, Emissionsregelungen, Abstandsregeln) sind nur die wichtigsten Punkte, die der generell positiven Einschätzung des Marktes und der Rentabili-

Tabelle 1: Gegenüberstellung von Argumenten für und gegen eine Ausdehnung der Milcherzeugung

Faktoren, die für eine Ausdehnung der Milcherzeugung sprechen	Faktoren, die gegen eine deutliche Ausdehnung der Milcherzeugung sprechen
- Gegen Null tendierende bzw. nicht mehr vorhandene Quotenkosten	- Abnehmende Flächenverfügbarkeit bzw. steigende Flächenkosten als Entwicklungshemmnis und Kostenfaktor
- Begrenzende Wirkung der Quote als betriebliche Zielmarke entfällt	- Über lange Jahre hinweg relativ geringe ökonomische Attraktivität der Milcherzeugung bzgl. der Erzielung von Unternehmerrückgewinnen, Kapitalrückgewinnung und Arbeitsentlohnung
- Gute ökonomische Entwicklung der Betriebe seit 2009	- Nachhaltig hohe Rentabilität in viehlosen Produktionsverfahren bei deutlich geringerem Arbeitsanspruch und größeren Möglichkeiten der Standardisierung von Arbeitsschritten bzw. geringerem Investitionsrisiko
- Positive Marktimpulse aufgrund steigender Weltmarktnachfrage nach Milch und Milchprodukten	- Zu bewältigender Strukturwandel mit einerseits hohem Anteil von Anbindeställen und andererseits begrenzter Arbeitskapazität des vorherrschenden Familienbetriebes ohne angestellte Arbeitskräfte (v.a. in Süddeutschland)
- Historisch niedriges Zinsniveau	- Milcherzeugung mit sozio-ökonomisch geringer Attraktivität in der Nachfolgeneration (schwierige Vereinbarkeit mit Nebenerwerb, Freizeitanspruch)
- Gute Konditionen in der einzelbetrieblichen Förderung (je nach Bundesland unterschiedlich)	- Ansteigende „Nebenkosten“ der Milcherzeugung (u.a. Energie, Arbeit)
- In vielen Betrieben großes Potential zur Steigerung der Milchleistung und Flächeneffizienz	- Mangel an Facharbeitskräften bzw. relativ hohe Arbeitskosten für wachstumswillige Betriebsleiter
- Fehlende landwirtschaftliche Alternativen in grünlanddominierten Milchzentren	- Zunehmende Schwierigkeiten, größere Bauvorhaben zu realisieren (Baurecht, Umweltrecht, gesellschaftlicher Widerstand)
- Fehlende außerlandwirtschaftliche Alternativen in strukturschwachen Regionen	- Steigende Anforderungen und Auflagen in der Erzeugung ohne entsprechenden finanziellen Ausgleich (Beispiel „Tierwohl“, Düngeverordnung, Medikamenteneinsatz)
	- Kontinuierlich steigende Investitionskosten erhöhen Kapitalinvestment

tätschancen gegenüberstehen. Das aktuelle Beispiel der Aussetzung der Derogation, d.h. der einzelflächenbezogenen Ausbringung von 230 statt 170 kg Stickstoff aus Wirtschaftsdünger je Hektar, für viehhaltende Betriebe in Deutschland macht deutlich, dass der Entwicklungsrahmen für wachstumsfähige Betriebe immer enger wird. Die derzeit geplante Ausdehnung der „170 kg-Regel“ auch für Substrate der Biogasanlagen wird in den betroffenen Regionen auch für bereits bestehende Betriebe zu Anpassungen führen, die sich in der Regel kostensteigernd auswirken. Entsorgungskosten von Gülle in den Viehhochburgen Hollands, die saisonal bereits 20 Euro/Kubikmeter übersteigen, zeigen die Dimension möglicher Kosten auf.

Speziell aus Sicht der Milcherzeugerländer mit kleineren Milchviehbetrieben stellt sich darüber hinaus die Frage, wie es gelingen kann, technische und arbeitsorganisatorische Fortschritte in diesen Strukturen wirtschaftlich vollziehen zu können. Der nach wie vor hohe Anteil von kleineren Anbindeställen in Süddeutschland und in den benachbarten Staaten in einer Zeit, in der automatische Melksysteme aus ökonomischer Sicht einen Milchdurchsatz von mindestens 500.000 kg Milch pro Jahr erfordern, macht die strukturellen Herausforderungen deutlich.

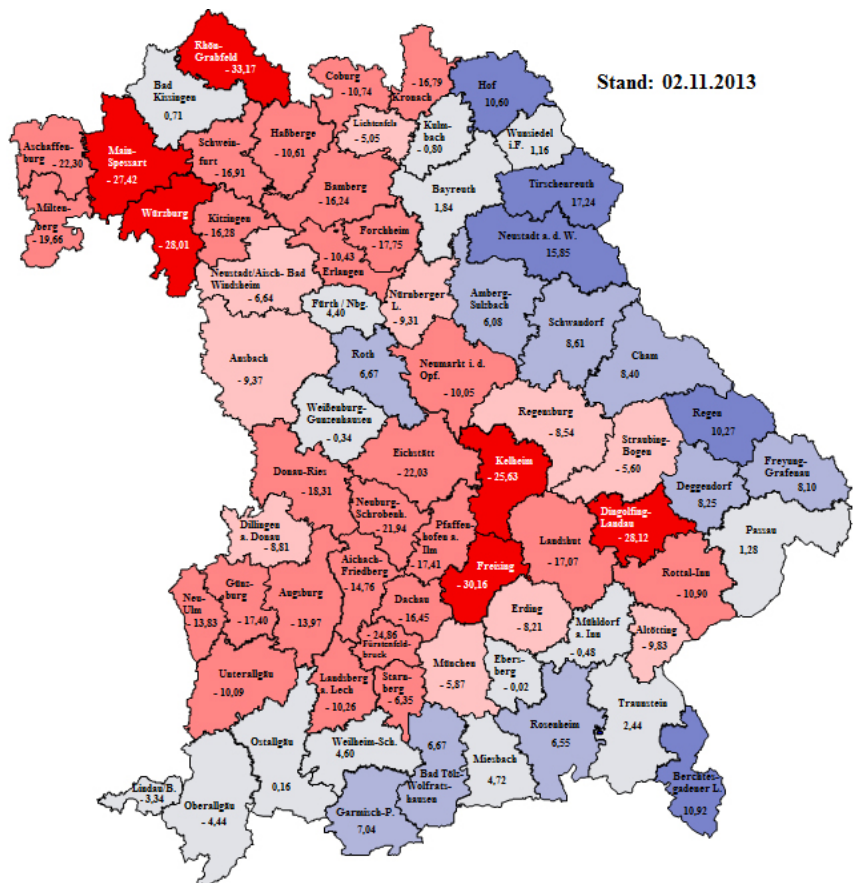
den Quotenkauf der aktiven Milchviehhalter finanziell stark abgedeutert, führte aber gleichzeitig für diese Betriebe zu dem bereits diskutierten Anstieg der Produktionskosten. Der nominale Erzeugerpreis für Milch stagnierte in diesem Zeitraum, real sank er.

Mit der zunehmenden Lockerung des Milchquotenregimes (Ausweitung der Handelbarkeit, Gratiszuteilung von Quoten, Saldierungsmöglichkeiten) ab 2005 zeigten sich die möglichen Potentiale der Milcherzeuger – vor allem in den ökonomisch guten Phasen in 2007/08 bzw. seit 2011/12. Gleichzeitig beeinflusste das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) Deutschlands die strukturelle Entwicklung der Landwirtschaft enorm. Sowohl die Flächennutzung als auch die einzelbetriebliche Investitionsentscheidung orientierten sich zwischen dem Jahr 2000 und 2013 stark an der Energieerzeugung aus Biomasse. So wuchs die Zahl der Biogasanlagen in Deutschland von rund 1.000 (Jahr 2000) auf knapp 8.000 (2014, Schätzung), die installierte Leistung (MWel peak) von unter 100 (Jahr 2000) auf knapp 3.800 (2014, Schätzung) (FACHVERBAND BIOGAS 2014). Da sich diese Entwicklung zum großen Teil in Regionen mit starker Viehhaltung und damit ohnehin relativ knapper Fläche abspielte, erhöhte sich der Wettbewerb um die Fläche. Teilweise konnten praktikable Kooperationslösungen

Potentialanalyse der Milcherzeugung für Bayern

Angesichts der Fragestellung, ob die Milchmenge nach dem staatlichen Quotenende unkontrolliert ansteige, wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft eine Studie zu möglichen Entwicklungen in Bayern nach dem 01.04.2015 erarbeitet (STOCKINGER et al. 2013). Auch in Schleswig-Holstein wurde der Frage nachgegangen (THIELE und RICHARTS 2009, JUNGE und THIELE 2013).

Ohne die Vielzahl an Einflussfaktoren – die nur zum Teil ökonomischer Natur sind – berücksichtigen zu können, bleiben wichtige Fakten festzuhalten. Die Milchquote wirkte nach den starken Produktionszuwächsen in den 1970er und 1980er Jahren definitiv mengenbegrenzend und begründete eine lange Phase restriktiver bzw. stagnierender Milchmengen. Leistungszuwächse der Tiere und technischer Fortschritt führten bei begrenzten Produktionsmengen zu deutlich zurückgehenden Kuhbeständen und wurden von einem relativ stabilen Strukturwandel in Höhe von rund 4 % p.a. (Bezug Milchviehhalter) begleitet. Dieser Strukturwandel wurde für die aussteigenden Milchviehhalter über



Stand: 02.11.2013

Quotenzu- oder -abgänge in Prozent seit Einführung der Milchquotenübertragungsstellen im Jahr 2000 (auf Basis der Milchquote 2004)

< - 25,00	- 25,00 bis - 10,01	- 10,00 bis - 5,01	- 5,00 bis + 5,00	+ 5,01 bis + 10,00	+ 10,01 bis + 25,00	> 25,00
-----------	---------------------	--------------------	-------------------	--------------------	---------------------	---------

Quelle: LfL-IEM (2014)

Abbildung 4: Prozentualer Milchquotenzu- oder -abgang und Quotenentwicklungen in Bayern seit Einführung der Quotenbörse im Jahr 2000

zwischen Biogasanlagenbetreibern und Milchviehaltern gefunden werden, zum großen Teil aber waren große Kostensteigerungen bzw. Flächenverluste für die Milchviehalter ohne Biogasanlage die Folge.

Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen und der strukturellen Ausgangssituation geht die bayerische Studie in ihrem „wahrscheinlichsten“ Szenario von einem sehr überschaubaren Milchwachstum in Höhe von 0,7 % p.a. bis 2025 aus. Dabei ist die Milcherzeugung Bayerns geprägt von einem Nebeneinander von Wachstumsregionen und Rückzugsregionen. Die extrem unterschiedlichen Quotenentwicklungen in den einzelnen Landkreisen Bayerns belegt dies (Abbildung 4).

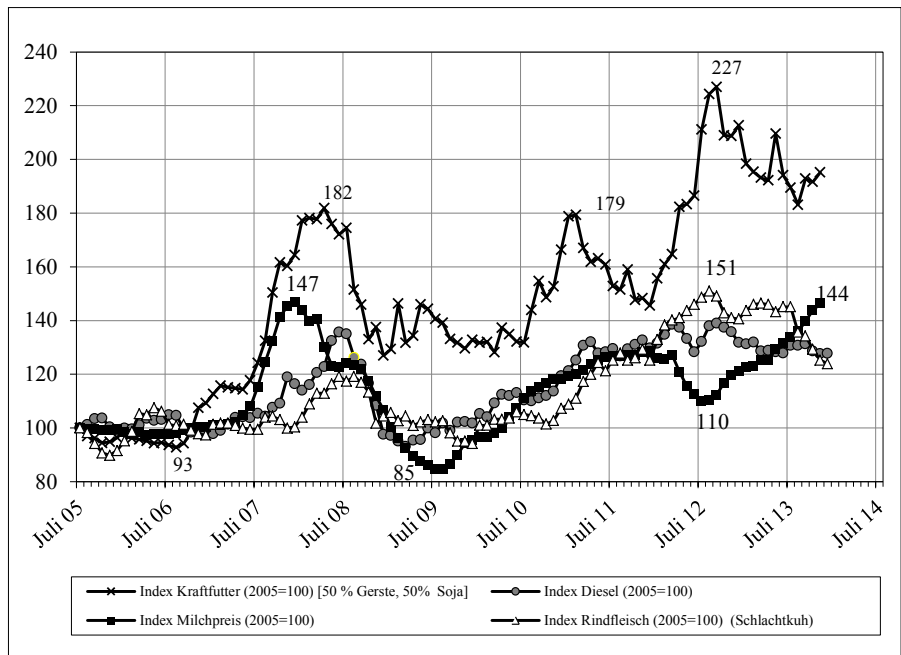
Die Studie Schleswig-Holsteins aus dem Jahr 2013 korrigierte die großen Wachstumserwartungen der Vorgängerstudie in Höhe von 3,9 % p.a. aus dem Jahr 2009 nach unten und kommt nach Berücksichtigung der neuen Begrenzungen (speziell Biogaserzeugung, Düngeverordnung) auf ein erwartetes Wachstum von 2,6 % p.a. (JUNG und THIELE 2013).

Allen nationalen und internationalen Studien und Analysen zur zukünftigen Milcherzeugung gemein ist die Feststellung, dass sich einerseits die Milcherzeugung in Milchhochburgen immer stärker konzentriert, sich andererseits aber zunehmend große Begrenzungen der Weiterentwicklung ergeben.

Rentabilitätsvergleich vor und nach 2007

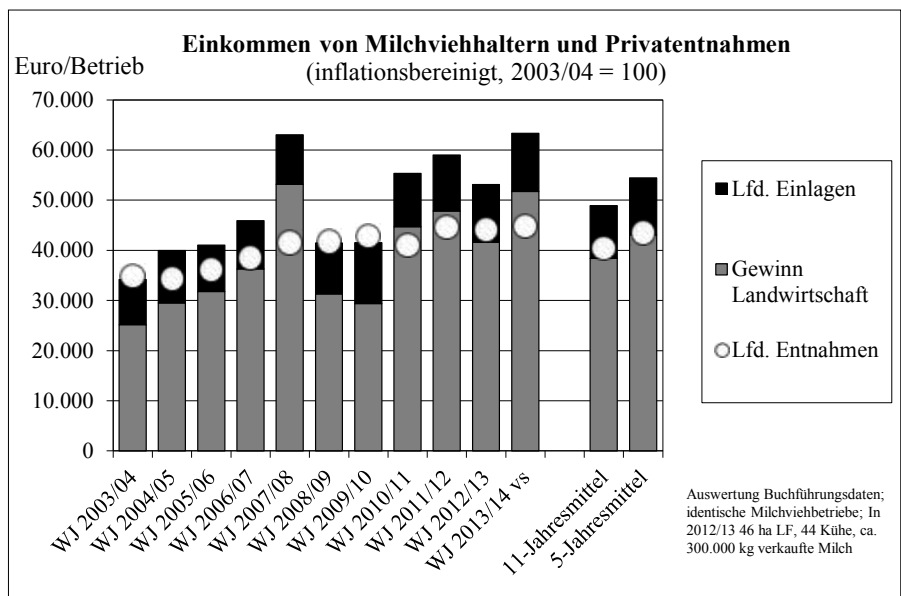
Dass die Liberalisierung des Milchmarktes zu einer starken Zunahme der Schwankungen der Preise führte, war erwartet worden, obgleich die Dimension der Ausschläge auch Fachleute überraschte. Ausgehend vom Basismonat Juli 2005 (Preisindex 100) erreichte Kraftfutter Mitte 2012 im Maximum einen Indexwert von 227 (Anstieg um 127 %), während der Milchpreisindex zum Jahreswechsel 2007/08 (sich voraussichtlich 2013/14 wiederholend) seinen bisherigen Höhepunkt erreichte (Abbildung 5). Im Sommer 2009 und abgeschwächt im Sommer 2012 zeigte er im Gegenzug ein teils krisenhaftes Bild. Dabei sind Phasen gleichgerichteter Preisentwicklungen von Milch und Kraftfutter (Wirtschaftsjahre 2007/08, 2010/11) ebenso wie Phasen gegenläufiger Entwicklungen (Ende 2011 bis Sommer 2013) zu beobachten.

Aus Sicht der Ökonomie ist die entscheidendere Frage, wie sich die Rentabilität als Saldo aus Leistungen und Kosten verändert hat. In einer langfristigen Analyse von Buchführungsergebnissen ergibt sich ein eindeutiges Bild (Abbildung 6). Trotz der gewaltigen Marktausschläge war die ökonomische Situation der Milcherzeuger nach 2007 – dem Beginn der „liberalisierten Phase“ – besser als vorher. Inflationsbereinigt führten die kontinuierlichen Wachstumsschritte der Betriebe zu realen Einkommenszuwächsen. Allerdings zeigt sich auch, dass die durchschnittlichen Haupterwerbsbetriebe (mit 40 – 50 Kühen) nicht genügend betrieblichen Gewinn für eine ausreichende Eigenkapitalbildung erwirtschaften. Vielmehr werden laufende Einlagen



Datenbasis: LfL-IBA (2014)

Abbildung 5: Preisentwicklung für wichtige Eckpreise in der Milcherzeugung



Datenbasis: LfL-IBA (2014)

Abbildung 6: Entwicklung von Einkommen und Privatentnahmen von Milchviehaltern seit 2003/04 (Gruppe identischer Milchviehalter mit durchschnittlich 44 Kühen)

Auswertung Buchführungsdaten; identische Milchviehbetriebe; In 2012/13 46 ha LF, 44 Kühe, ca. 300.000 kg verkaufte Milch

(sog. Einkünfte aus beruflichem Nebenerwerb, Gewerbe o.ä.) in Höhe von mehr als 10.000 Euro benötigt. Deutsche und internationale Betriebszweigabrechnungen bestätigen, dass die Erzielung von Unternehmergewinnen, die eine Stundenentlohnung von 15 Euro/AKH miteinschließt, im Sinne einer Vollkostendeckung nur in entsprechend strukturierten Spitzenbetrieben möglich war (DORFNER 2013) – keine attraktive Perspektive für unternehmerisch denkende Landwirte.

Erfolgsfaktoren für die Zukunft

Die Liberalisierung des Welthandels führt nicht nur zur Annäherung der Preise für Agrargüter, sondern auch zu einer Annäherung der Rahmenbedingungen für die Erzeuger. Konkurrenz um Fläche ist nur ein Thema, das weltweit für viele Milcherzeuger eine Herausforderung darstellt. Futterkosten und Arbeitskosten sind weltweit die wesentlichen Bestimmungsfaktoren für eine wettbewerbsfähige Milcherzeugung. Speziell im westlichen Europa mit guten klimatischen Voraussetzungen, hohen Siedlungsdichten, hohen nichtlandwirtschaftlichen Landverbräuchen sowie hohen Arbeitskosten werden die kontinuierliche Verbesserung der Flächeneffizienz und der Arbeitseffizienz im Mittelpunkt der betrieblichen Entwicklungen stehen. Kooperationen zwischen Betrieben werden zunehmen (müssen), um die Betriebe gleichermaßen in ökonomischer, sozialer und ökologischer Sicht zukunftsfähig zu machen. Damit sind Zusammenarbeiten zwischen Milchviehbetrieben (in letzter Konsequenz Gemeinschaftsställe) genauso wichtig wie die Zusammenarbeit zwischen viehhaltenden und nicht viehhaltenden Betrieben (bspw. über Güllekooperationen).

Wie in *Abbildung 5* bereits thematisiert bedeutet „Freier Markt“ darüber hinaus auch schwerer einzuschätzende Preis- und Kostenentwicklungen, die auch von Wetterextremen oder politischen Veränderungen sehr kurzfristig beeinflusst sein können. Je größer landwirtschaftliche Unternehmen werden, umso wichtiger wird es, die einzelbetrieblichen Risiken – auch die finanziellen – zu kennen und nach Möglichkeit zu minimieren. Risikomanagement ist mittlerweile ein Modewort, erfordert aber übersetzt auf den Milchviehbetrieb, Risikorücklagen zu schaffen und bei Investitionen auch den Fall längerfristiger Tiefpreisphasen mit einzukalkulieren. In strategischer Hinsicht kann Risikomanagement aber auch bedeuten, statt einer Spezialisierungs- und Wachstumsstrategie den Betrieb mit Hilfe mehrerer Einkunftsquellen unabhängiger gegenüber sprunghaften Sektorentwicklungen und damit stabiler zu machen.

Fazit

Die Milcherzeugung unterliegt auch ohne staatliche Quotenregelung nach dem 01.04.2015 vielfältigen Einflussgrößen und Begrenzungen. Die erzeugte Milchmenge ist nicht mehr

zentral und zielgenau steuerbar, wird sich aber in Abhängigkeit der Marktgegebenheiten über den gesamten Sektor hin an die Nachfrage anpassen. Für die Molkereien, Milchverarbeiter und Milchhändler wird die Rohstoffbeschaffung und vor allem Rohstoffplanung hingegen deutlich erschwert. Trotz grundsätzlich optimistischer Milchmarktprognosen der FAO bzw. der OECD sowie der EU-Kommission, welche die gute Entwicklung bei Nachfrage und Erzeugerpreis der letzten Jahre vorsichtig fortschreiben, heißt freier Markt voraussichtlich nicht „freie Fahrt“. Europa ist geprägt von einer zunehmend hohen Regelungsdichte und steigenden gesellschaftlichen Anforderungen an den Tier- und Umweltschutz. Gleichzeitig definiert sich Wettbewerbsfähigkeit aber nach wie vor über geringe Produktionskosten und Nahrungsmittelpreise. In diesem Spannungsfeld, das Chancen und Risiken birgt, steigen die Herausforderungen an die europäischen Milcherzeuger.

Literatur

- DORFNER, G. und G. HOFMANN, 2013: Milchreport Bayern 2012: Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion 2011/12, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, München, 44 S.
- DORFNER, G., 2013: Erfolg im schwierigen Jahr. In: DLG-Mitteilungen 4/13, Frankfurt/Main, 92-97.
- EU-KOM (EU-Kommission), 2013: Prospects for Agricultural Markets and Income in the EU 2013-2023, Brüssel, 58 ff.
- FACHVERBAND BIOGAS, 2014: Branchenzahlen – Prognose 2013/14. [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/13-11-11_Biogas%20Branchenzahlen_2013-2014.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/13-11-11_Biogas%20Branchenzahlen_2013-2014.pdf). Download am 10.02.2014.
- JUNG, T.P. und H.D. THIELE, 2013: Milcherzeugung in Schleswig-Holstein 2020: Potentiale und Einflussfaktoren. Gutachten der Fachhochschule Kiel und ife Informations- und Forschungszentrum für Ernährungswirtschaft Kiel, 52 S.
- LfL-IBA (Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft), 2014: Interne Auswertung von Buchführungsdaten (P. Haushahn und G. Dorfner), München.
- LfL-IEM (Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft), 2014: Interne Auswertung von Daten der Milchquotenbörse (J. Dick), München.
- OECD-FAO, 2013: Agricultural Outlook 2013-2022. Highlights. <http://www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/highlights-2013-EN.pdf>. Download am 10.01.2014.
- STOCKINGER, C., G. DORFNER und L. HUBER, 2013: Gerät die Milch ausser Kontrolle? Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 44, 54-56.
- THIELE, H.D. und E. RICHARTS, 2009: Milcherzeugungspotential in Schleswig-Holstein. Gutachten der ife Informations- und Forschungszentrum für Ernährungswirtschaft Kiel, 31 S.

Die Milchproduktion auf meinem Betrieb unter dem Aspekt der geänderten Rahmenbedingungen

Gerhard Kappel¹*

Zusammenfassung

- Der Schwerpunkt in unserem Betrieb liegt in der kostengünstigen Milchproduktion und Rinderzucht.
- Wir versuchen, unser Geld im Stall mit guten und gesunden Kühen zu verdienen.
- Für ein ausreichendes Einkommen ist aber auch eine gewisse Größe notwendig, deshalb haben wir eine Betriebserweiterung vorgenommen.
- Rahmenbedingungen werden immer wieder neu vorgegeben – darin sich bestmöglich zu bewegen, ist unsere Aufgabe.

Einleitung

Unser Betrieb liegt im südburgenländischen Schmiedrait, in der Gemeinde Oberschützen, direkt an der Dreiländerecke Steiermark – Niederösterreich – Burgenland, auf 658 m Seehöhe und ist somit der höchstgelegene Milchviehbetrieb im Burgenland. In unserem Ort gab es ursprünglich 32 Milchlieferanten, seit März 2014 sind wir der einzige Milchviehbetrieb in Schmiedrait. Der Strukturwandel in der burgenländischen Milchwirtschaft war in den letzten Jahren stärker als in anderen Regionen Österreichs. Die durchschnittliche Milchanlieferung je Betrieb betrug im Jahre 2012 166.208 kg.

Betrieb – Betriebsentwicklung

Um zu wissen, wohin man will, muss man wissen, woher man kommt!



Unser Betrieb wird als typischer Familienbetrieb bewirtschaftet. Es leben und arbeiten – soweit es möglich ist – drei Generationen auf dem Hof.

Der Betrieb umfasst 58 ha LN (davon 26 ha gepachtet) und 17 ha Wald.

Aufteilung der landwirtschaftlichen Kulturen

- 8 ha Dauergrünland
- 21 ha Wechselgrünland
- 24 ha Silomais
- 5 ha Roggen

Der Schwerpunkt liegt in der wirtschaftlichen Milchproduktion und der Rinderzucht (Holstein).

Ursprünglich hatten wir keine Landwirtschaft. Mein Großvater hat unser Haus im Jahr 1931 gekauft und eine Schmiedewerkstätte errichtet. Er stieg mit einer Flächenausstattung von 1,7 ha und im Besitz einer trächtigen Kalbin in die Landwirtschaft ein.

1935 Neubau des Wirtschaftsgebäudes für 4 Rinder

1964 Kauf eines ganzen Betriebes (8 ha Fläche)

1978 Einführung der Milchkontingentierung – 13.000 kg Quote

1995 EU- Beitritt – 96.000 kg Quote

2013 – 545.000 kg Quote (Anlieferung ca. 650.000 kg)

2015/16 Ziel – 1.000.000 kg Anlieferung (100 Milchkühe)

Um das Ziel einer erfolgreichen Milchproduktion unter den geänderten Rahmenbedingungen zu erreichen, haben wir im Jahr 2012 in eine neue Milchviehanlage für 120 Milchkühe mit Nachzucht investiert. Im Jahr 2012 ist unser Sohn Jürgen in den Betrieb eingestiegen. Zuvor war er 5 Jahre als Adjunkt in einer Gutsverwaltung angestellt und für 1.400 ha biologische Landwirtschaft und einer kleinen Mutterkuhherde mit 50 Kühen (Fleischrasse) verantwortlich.

Seit 1984 züchten wir Holsteins. Unser Zuchtziel ist eine leistungsstarke, langlebige, großbrahmige Kuh (160 cm Kreuzhöhe) mit bestem Fundament, die sehr viel Grundfutter fressen kann.

¹ Schmiedrait 14, A-7432 Oberschützen

* Ansprechpartner: Gerhard Kappel, email: gerhard@kappel.or.at



Dazu einige Zahlen:

Std. 55,9/11.000/4,21/3,42 840 F+E kg

10.653 kg verkaufte Milch / Kuh

21.000 kg Lebensleistung (35.000)

47.000 kg Abgangsleistung (50.000)

103.000 Zellzahl

409 Tage Zwischenkalbezeit

250 g Kraftfutter je kg Milch

Die Schwerpunkte beim Neubau des Rinderstalles lagen vor allem bei der Tiergerechtigkeit, dem Kuhkomfort und einer

merklichen Arbeitserleichterung. Gemolken wird in einem 2×10 Fischgrätenmelkstand mit Milchmengenmessung und Abnahmeautomatik. Die Liegeboxen sind als Tiefboxen mit Sägespäne-Einstreu ausgelegt. Die Laufflächen sind planbefestigt mit einer Schieberentmistung. Sehr viel zum Tierwohl trägt das vollisolierte Dachelement bei. Der Stall war den ganzen Winter über frostfrei und im Sommer – bei 37°C Außentemperatur – hatten wir nie mehr als 27°C im Stall.

Die Anschaffung eines automatischen Fütterungssystems brachte die wesentlichste Arbeitserleichterung. Das Füttern beschränkt sich damit auf das Befüllen der Vorratsbehälter alle 3 bis 4 Tage. Durch die sechsmalige Vorlage frischen Futters ist bei den Milchkühen die Futteraufnahme auf 27 kg Trockenmasse gestiegen (18 kg Grundfutter und 9 kg Kraftfutter). Das durchschnittlich verkaufte Tagesgemelk pro Kuh liegt derzeit bei 36 kg Milch. Die Außenwirtschaft wird weiter ausgelagert. Wir verdienen unser Geld im Stall mit guten und gesunden Kühen, die unsere gesamte Aufmerksamkeit brauchen.

Für uns wichtig:

Jedes Familienmitglied ist von Anfang an hinter dieser Betriebsentwicklung gestanden, jeder hat sich eingebracht und in diesem Kollektiv sind wir zum Erfolg gekommen. Wir freuen uns jeden Tag aufs Neue, mit unseren Kühen zu arbeiten, hochqualitative Milch zu produzieren und ein ausreichendes Einkommen zu erzielen.



Die Milchproduktion auf unserem Betrieb unter dem Aspekt der veränderten Rahmenbedingungen

Johannes Zehetner^{1*}

Zusammenfassung

Auch unter den neuen Rahmenbedingungen mit dem Auslaufen der Quote im April 2015 werden wir unseren Betrieb und unsere Milchmengen nicht außerordentlich ändern. Im bäuerlichen Familienbetrieb sind andere Faktoren, wie die verfügbaren Arbeitskräfte und freie Pachtflächen, viel entscheidender.

Wir wollen auf unserem Betrieb weiterhin mit gesunden Kühen und niedrigen Kosten einen guten Milcherlös erzielen.

So soll auch in Zukunft ein gutes Einkommen aus der Milchviehhaltung zu erwirtschaften sein, um auch der nächsten Generation den Beruf Milchbauer/Milchbäuerin zu ermöglichen.

Die Bewirtschaftung des Betriebes nach Bio-Richtlinien stellt für uns kein fixes Dogma dar, sondern war die logische Konsequenz aus unseren Vorstellungen, wie wir den Betrieb führen wollen. Tiergesundheit, Bodenschonung, Fruchtfolge und Humuserhaltung bekommen auch in der konventionellen Landwirtschaft einen immer höheren Stellenwert.

Die Bio-Richtlinien werden EU-weit durch die EU-Bio-Verordnung geregelt und demnächst überarbeitet. Ich hoffe, dass in Brüssel noch ein wenig Praxis- und

Hausverstand vorhanden sind, damit produzierende Betriebe auch in Zukunft noch nach Bio-Richtlinien wirtschaften können.

Die Molkerei bzw. der Milchkäufer wird in Zukunft für den einzelnen Milchbauern wieder eine größere Rolle spielen. Gerade in schlechten Marktphasen mit niedrigen Preisen und hohen Mengen wird in Zukunft ein Abnehmer mit einer breiten Produktpalette, guter Eigenkapitalausstattung und Exportmöglichkeiten besonders wichtig werden. Die verstärkte Nachfrage Bayerns nach Milch aus unserem Gebiet sorgt derzeit für einen positiven Preisschub. Hoffentlich bleibt dies auch nach 2015 so!

Unser Bauernhof soll nicht nur Produktionsbetrieb für Lebensmittel sein, sondern auch Lebensraum für die Familie; offen für Menschen, die sehen wollen, wie Lebensmittel erzeugt werden und wo sie herkommen. Wir werden in Zukunft unsere Höfe verstärkt öffnen und herzeigen müssen, damit Tierhaltung und Landwirtschaft von der Gesellschaft noch verstanden und akzeptiert werden!

Nur wer sein Ziel kennt, findet den Weg (*Laozi*)
Nichts ist so beständig wie die Veränderung (*Heraklit*)

Unser Betrieb

Der Betrieb liegt im oberösterreichischen Alpenvorland im Bezirk Grieskirchen auf 430 m Seehöhe.

Bei 850 mm Niederschlag und einer Jahresdurchschnittstemperatur von 9 °C herrschen optimale Klimabedingungen sowohl für Ackerbau als auch für Grünlandnutzung.

Es überwiegen daher in der Region Schweine- und Rinderhaltungsbetriebe. Im letzten Jahrzehnt kamen auch noch einige Biogasanlagen hinzu.

Ausgangssituation 1999

Klassischer Gemischtbetrieb mit

- 14 Milchkühen
- 40 Maststieren
- 50 Mastschweinen
- 20 ha LN, kein Pachtgrund
- 3 ha Wald

Die Kühe wurden auf Kurzstand-Anbindehaltung gehalten, Stiere und Schweine auf Vollspalten. Die Eltern standen damals kurz vor der Pensionierung, die Geschwister waren bereits weggezogen. Das landwirtschaftliche Einkommen war bis zum EU-Beitritt ausreichend, ab 1995 fiel das Einkommen signifikant.

Die Bausubstanz war damals in Ordnung, entsprach aber nicht mehr den zukünftigen Anforderungen (Standmaße, Stallflächen)

Ich hatte damals gerade meine landwirtschaftliche Ausbildung an der HBLA St. Florian abgeschlossen und so hatte ich die Wahl zwischen einigen Möglichkeiten, wie es mit dem Betrieb weitergehen könnte:

- Betriebsaufgabe, Verpachtung
- Beibehaltung des *status quo*
- Umstellung auf Mutterkuhhaltung mit ausserlandwirtschaftlichem Haupterwerb
- Spezialisierte Milchviehhaltung

¹ Gütting 2, A-4720 Kallham

* Ansprechpartner: Johannes Zehetner, email: zehetner@direkt.at



Unsere Familie:

Johannes und Sabine Zehetner sowie die drei Kinder Peter, Helene und Sophie. Am Hof leben weiters Altbauer und Altbäuerin und Praktikanten während der Sommermonate.

Da ich die Landwirtschaft als Vollerwerbsbetrieb weiterführen wollte, entschied ich mich zum Einstieg in die spezialisierte Milchviehhaltung.

Um Einzeltierdaten zu bekommen und Vermarktungsmöglichkeiten nutzen zu können, trat ich im Jahr 1999 dem Leistungskontrollverband (LKV) und im Jahr 2000 dem Fleckvieh-Zuchtverband Inn- und Hausruckviertel (FIH) bei.

In den Jahren 2000 - 2002 stellte ich den Betrieb auf Bio-Landwirtschaft um. Seit 2005 können wir nun die Biomilch auch mit einem entsprechenden Zuschlag vermarkten.

Seit 2005 sind wir auch Mitglied im Arbeitskreis Milch der Landwirtschaftskammer. Das Beschäftigen mit den eigenen Kennzahlen ist uns sehr wichtig. Das Arbeiten mit „echten“ Zahlen und Daten hilft beim Erkennen von Schwachstellen und Aufspüren von Verbesserungsmöglichkeiten. Seit vier Jahren nehmen wir auch an der Vollkostenauswertung teil.

In den letzten 15 Jahren wurden einige Investitionen getätigt, um einen leistungsfähigen Milchviehbetrieb aufzubauen:

- 2002 Laufstall mit 60 Kuhplätzen, Melkstand 10er Fischgrät, Fahrsilos 700 m³
- 2003 Umbau Kälberstall und Iglus
- 2007 Fahrsilo 400 m³
- 2009 Getreidelager 100 to
- 2010 Jungviehstall 35 Plätze
- 2000 - 2011 300.000 kg Quote

Der Betrieb 2014

- 55 Milchkühe
7.300 kg produzierte Milch (ECM) je Kuh
355.000 kg Quote
29.100 kg Lebensleistung Bestand
361 Tage Zwischenkalbezeit
- 65 Jungtiere und Kälber

- 53 ha bewirtschaftete LN (davon 30 ha Pacht)
34 ha Acker, Klee gras, Triticale, Gerste und Silomais
19 ha Grünland, 4-mähdig
- 5.000 Akh (lt. Arbeitskreis aufzeichnungen), 2 Arbeitskräfte (1,8 Familien-AK, 0,2 Fremd-AK)

Futtermitteln Milchkuhe

- Grundfuttermitteln
70 % Gras- und Klee grassilage
10 % Silomais
10 % GPS aus Winterweizen und Erbse
10 % Heu
4.966 l Milch aus Grundfutter/Kuh/Jahr
- Kraftfutter (über Transponderstation)
80 % Biogetreide Eigen und Zukauf
20 % Eiweisskomponenten, Mineralstoffmischung
23 dag/l Milch, 1.600 kg/Kuh/Jahr
7,5 cent/l Milch

Biologische Kennwerte

- Durchschnittsalter der Kühe: 6 Jahre
- Lebensleistung Bestand: 29.100 kg
- Lebensleistung Abgangskühe: 39.300 kg
- Remontierung: 17 %
- Zwischenkalbezeit: 361 Tage
- Besamungsindex: 1,6
- Zellzahl: LKV 171.000, Molkerei 135.000

Weiterentwicklung und Ziele bis 2019

Für die nächsten 5 Jahre haben wir keine Bestandserweiterung mehr geplant. Aufgrund der familiären Situation (kleine Kinder und Eltern mit Pflegebedarf) ist uns Arbeitseffizienz am Betrieb besonders wichtig.

Aufgrund der Leistungssteigerung durch Zucht und verbessertes Grundfutter rechnen wir mit 10 % mehr Milch in 5 Jahren (2 % Zunahme je Jahr).

Da die Arbeitszeit ein knappes Gut auf unserem Betrieb ist, werden auch Automatisierungen im Bereich Melken und/oder Füttern angedacht.

Sehr wichtig ist uns eine hohe Lebens- und Arbeitsqualität am Hof. Neben der Arbeit muss immer genug Zeit für die Familie, für Hobbys und öffentliches Engagement bleiben!

Die derzeitige (und hoffentlich noch länger andauernde) gute Erlössituation im Milchbereich nutzen wir zur Eigenkapitalbildung und Sicherung der finanziellen Stabilität.

Wann produzieren wir mehr Milch?

Kurzfristig ist der zu erlösende Milchpreis in Verbindung mit den direkten Produktionskosten der entscheidende Faktor. Im Biobereich können vor allem die hohen Kraftfutterkosten begrenzend wirken. Durch die teilweise eigene Getreideerzeugung sind wir weniger von starken Marktschwankungen abhängig.

Freie Stall- und Arbeitskapazitäten sind derzeit nicht vorhanden. Staatliche Mengenbegrenzungen sind erst ab April 2015 Geschichte, sie beeinflussen unsere Milchproduktionsmenge aber auch jetzt nicht mehr. Neue Begrenzungen und Modelle auf Molkereiebene werden sich meiner Meinung nach nicht durchsetzen, da diese viel zu langsam und träge wirken. Milchmarktprognosen für mehr als 6 Monate sind in der Vergangenheit oft danebengelegen und werden dies auch in Zukunft tun.

Durch die Veränderung des Preises werde ich als Milchproduzent angeregt, je nachdem

- die Schlachtkühe früher zu verkaufen oder noch voll auszumelken
- die Kraftfuttermenge ein wenig zu erhöhen oder zu senken
- Kalbinnen zu verkaufen oder nachzustellen
- mehr oder weniger Milch an die Kälber zu verfüttern

Neue Begrenzungen

- Starke Flächenkonkurrenz durch Biogas
Intensive Veredelung ausserlandwirtschaftliche Investoren
- Verfügbare Arbeitskräfte
Attraktivität der Milchproduktion für junge Menschen
Konkurrenz zur Wirtschaft
- Pauschalierungsgrenzen
60 ha oder 120 VE
- Auflagen, Vorschriften, Richtlinien
Tierschutz
Dünger, Nitrat
Kontroll- und Bürokratiewahnsinn



Neue Empfehlungen in der Kälberfütterung

Hans-Jürgen Kunz^{1*}

Zusammenfassung

In der Vergangenheit wurden viele Kälber erfolgreich mit einer begrenzten Milchmenge pro Tag aufgezogen. Es gab jedoch auch eine nicht zu unterschätzende Zahl von Kälbern, die aufgrund einer zu geringen Energiemenge ein geschwächtes Immunsystem besaßen und entsprechend leichter erkrankten. Da die Umstellung des Verdauungssystems auf das eines Wiederkäuers einige Wochen benötigt, kann eine begrenzte Milchaufnahme in den ersten Lebenswochen, besonders in der nasskalten Jahreszeit bei einer Haltung unter Außenklimabedingungen, zu einer Unterversorgung führen, die Infektionsanfälligkeit der Kälber erhöhen und das Wachstum stagnieren lassen. Die Übergänge von einer noch ausreichenden Ernährung zu einer Unterversorgung sind fließend und werden durch Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Gesundheitszustand des Kalbes bestimmt. Wir empfehlen aufgrund eigener Erfahrungen nach vierjähriger Praxis im Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp, Kälber in der Einzelhaltungsphase, möglichst in den ersten drei Lebenswochen *ad libitum* mit Biestmilch/Vollmilch zu ernähren. Aus ernährungsphysiologischer Sicht ist eine solche Ernährung während dieser Periode sinnvoll, da die Aufnahme von festen Futtermitteln noch minimal ist und eine für die Nährstoffbereitstellung ausreichende Festfutteraufnahme erst später beginnt. Weder beim Menschen noch – im Vergleich zum Rind – bei anderen Nutztierarten wird die Nährstoffaufnahme in den ersten Lebenswochen begrenzt. Da Kälber mit nur sehr geringen Energiereiserven geboren werden, trägt eine *ad libitum*-Tränke in den ersten Lebenswochen dazu bei, die Vitalität zu steigern und Energiereiserven anzulegen. Darüber hinaus kann nicht genutzte Biestmilch sinnvoll eingesetzt werden und verbessert zusätzlich die Immunitätslage im Verdauungstrakt der Kälber.

Schlagwörter: Kälberfütterung, *ad libitum*-Tränke, Tiergesundheit

Ein Tränkeplan für Kälber mit einer *ad libitum*-Tränke in den ersten Lebenswochen ist derzeit noch kein Standard, hat sich aber im Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp und mittlerweile auch in vielen Milchviehbetrieben bewährt. Die *ad libitum*-Tränke wurde bei Kälbern in den zurückliegenden Jahren nur noch in sehr seltenen Fällen durchgeführt, war in Verruf geraten und nach Meinung vieler Fachleute aus verschiedenen Gründen nicht durchführbar. Hinzu kommt, dass der Begriff *ad libitum*-Tränke nicht eindeutig definiert ist und darum auch in der Vergangenheit unterschiedlich interpretiert wurde. In den 1970er und auch noch

1980er Jahren wurde in vielen Betrieben eine *ad libitum*-Sauertränke durchgeführt. Eine *ad libitum*-Tränke, wie wir sie heute praktizieren, war es jedoch nicht, da hierbei das Ziel im Vordergrund stand, mit einer starken Ansäuerung die Milchaufnahme zu begrenzen. Häufig führte diese Methode je nach Akzeptanz der einzelnen Kälber zu sehr unterschiedlichen Tränkeaufnahmen.

Ernährungsphysiologische Besonderheiten des Kalbes

Bei der Festlegung eines Tränkeplans für Kälber müssen mehrere Dinge berücksichtigt werden. Das Verdauungssystem des Kalbes ist zu Beginn seines Lebens monogastrisch. Die Umstellung von der Milch auf feste Futtermittel und damit einhergehend auf eine Wiederkäuerration benötigt Zeit. Im Zuge dessen darf es nicht zu einer Unterversorgung der Kälber kommen, da die körpereigenen Energiereiserven in den ersten Lebenswochen äußerst gering sind und die negativen Folgen auf das Immunsystem zu einer erhöhten Anfälligkeit der Tiere während einer solchen Phase führen können. Auch dürfen Tiere keinen Hunger leiden. Das ist in den ersten Lebenswochen bei restriktiv getränkten Kälbern der Fall, solange sie aus verdauungsphysiologischen Gründen noch nicht in der Lage sind, ihren Nährstoffbedarf über feste Futtermittel zu decken.

Ebenfalls müssen bei der Ernährung in den ersten Lebenswochen ernährungsphysiologische Gegebenheiten berücksichtigt werden. Das heißt, die Umstellung der auf die Verdauung von Vollmilch ausgerichteten Verdauungsenzyme auf Nährstoffquellen anderen Ursprungs benötigt ebenfalls Zeit und kann nicht von einem auf den anderen Tag geschehen. Wird das nicht berücksichtigt, sind damit ebenso verminderte Zunahmen und einhergehend eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Erkrankungen verbunden. Die Umstellung des Enzymsystems, des Verdauungsapparates und das Anlegen von Energiereiserven ist ein kontinuierlicher Prozess, der von der Nahrungszusammensetzung und der Menge bestimmt wird.

Das gleiche gilt für die Umstellung von der Milchtränke auf feste Futtermittel. Um eine maximale Versorgung mit Immunglobulinen, den Aufbau ausreichender Energiereiserven und trotzdem eine möglichst frühe Entwicklung des Pansens und damit eine Umstellung auf feste Futtermittel zu gewährleisten, empfehlen wir, die Kälber in den ersten zwei, besser drei aber nicht länger als in den ersten vier Lebenswochen *ad libitum* mit Biestmilch/Vollmilch zu versorgen und anschließend die Milchmenge kontinuierlich bis zur zehnten Lebenswoche zu reduzieren, so dass die Tiere anschließend komplett von der Milch abgesetzt sind.

¹ Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, D-24327 Blekendorf

* Ansprechpartner: Dr. Hans-Jürgen Kunz, email: hkunz@lksh.de

Der Tränkeplan in *Abbildung 1* zeigt ein Beispiel für die Versorgung von Kälbern, die sich drei Wochen in Einzelaufstallung befinden, dort *ad libitum* Milch in Nuckeleimern angeboten bekommen und anschließend in Gruppenboxen mit Hilfe eines computergesteuerten Tränkeautomaten abgetränkt werden.

Warum wurde die *ad libitum*-Tränke häufig abgelehnt?

In der Vergangenheit war es üblich und wurde auch empfohlen, Kälber über die gesamte Tränkeperiode restriktiv zu tränken, mit folgender Begründung: Der erste Grund war, die Kälber sollten so schnell wie möglich zu Wiederkäuern erzogen werden. Eine weitere Begründung waren die errechneten hohen Futterkosten: Energie und Nährstoffe sind in der Milch beziehungsweise im Milchaustauscher im Vergleich zu Grund- und auch Kraftfutter vergleichsweise teuer. Darum sollten diese Futtermittel von Beginn an nur begrenzt eingesetzt und so schnell wie möglich durch feste Futtermittel ersetzt werden. Als dritter Grund wurde die Größe des Labmagens genannt. Da ein Labmagen etwa ein Volumen von zwei Litern besitzt, wurde geschlussfolgert, dass pro Mahlzeit auch nur maximal diese Menge getränkt werden darf. Ansonsten würde die Tränke zurück in den Pansen laufen und es dort zu einer Fehlgärung kommen.

Das Labmagenvolumen ist kein begrenzender Faktor

Wird Kälbern zum Beispiel über einen Nuckeleimer Milch *ad libitum* angeboten, liegen die Tränkemengen pro Besuch mitunter weit oberhalb von zwei Litern, ohne dass es zu Verdauungsproblemen kommt. Voraussetzung ist, dass die Tränke von den Kälbern langsam aufgenommen wird. Nur so kann die Milch ausreichend fermentiert werden und zu einem Labkuchen gerinnen. Computertomographische Aufnahmen von Kälbern zeigen, dass beispielsweise bei einem sechs Stunden alten Kalb bei einer Tränkeaufnahme von 1,2 Liter Kolostrum sich nicht nur geronnene Milch im Labmagen, sondern ebenso im Pansen befindet (FLOR 2009). Für das Kalb ist es kein Problem. Wichtig ist, dass Kälber, die *ad libitum* versorgt werden sollen, von Geburt an

Milch zur freien Aufnahme angeboten bekommen und niemals die Erfahrung machen, dass die Tränkemenge begrenzt ist. In solchen Fällen kann es passieren, dass Kälber bei der nächsten Möglichkeit die Milch zu hastig aufnehmen und es zu einer ungenügenden Fermentierung mit anschließenden Verdauungsproblemen kommt. Aus diesem Grund sollte ein einmal restriktiv getränktes Kalb nicht spontan auf eine *ad libitum*-Tränke umgestellt werden.

Die Umstellung zum Wiederkäuer

Es ist richtig, die Ernährung der Kälber so früh wie möglich von der Milch auf feste Futtermittel umzustellen, da die Fütterung unkomplizierter ist, die Kälber weniger anfällig sind, die Futtermittel weniger schnell verderben und vergleichsweise preiswerter sind. Es bleibt die Frage zu beantworten, wann kann die Milchmenge begrenzt werden, ohne dass das Kalb dadurch in seiner körperlichen und gesundheitlichen Entwicklung eingeschränkt wird.

Kälber in der Mutterkuhhaltung, die natürlicherweise *ad libitum* ernährt werden, erreichen bereits in den ersten Lebenswochen tägliche Zunahmen von 1.000 g und mehr. Das gleiche gilt für *ad libitum* getränkte Kälber in Milchviehbetrieben. Werden die Bedarfsempfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie zugrunde gelegt, darf nicht vergessen werden, dass die dort ausgewiesenen Trockenmasse-Aufnahmen für diese Altersgruppe auf der Basis von restriktiv getränkten Kälbern erhoben wurden. Die durchschnittliche Trockenmasse-Aufnahme *ad libitum* getränkter Schwarzbunter Kälber liegt in der ersten Lebenswoche bei etwa 1,0 kg, in der zweiten Lebenswoche bei 1,3 kg. Da die Aufnahme von festen Futtermitteln in den ersten Lebenswochen jedoch selbst bei einer sehr restriktiv gestalteten Tränkemenge noch marginal ist, bedeutet dies, dass eine Kompensation der Nährstoffaufnahme über feste Futtermittel während dieser Zeit noch unbedeutend ist. Kälber werden jedoch ohne große Energiereserven geboren und sind auf die Versorgung mit Milch angewiesen. Alleine aus diesem Grund ist es sinnvoll, den Kälbern im Anschluss an die Geburt über einen begrenzten Zeitraum Biestmilch beziehungsweise Vollmilch zur freien Aufnahme zur Verfügung zu stellen.

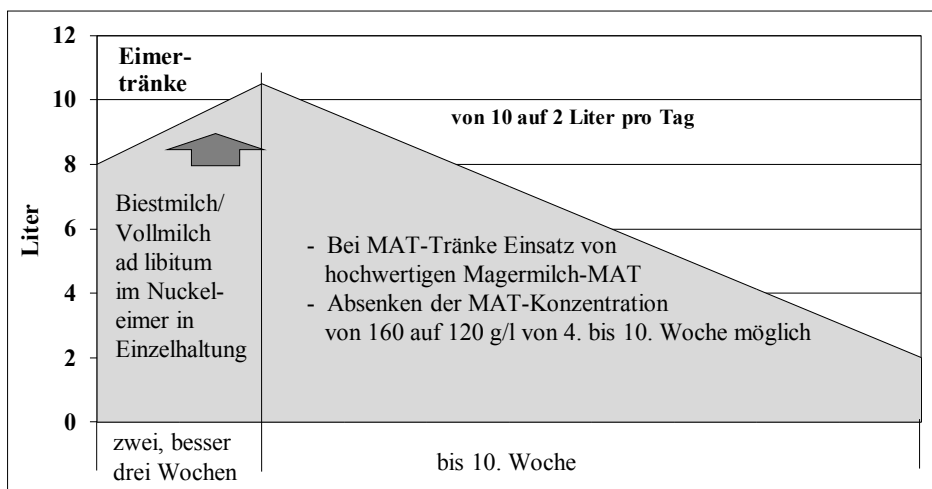


Abbildung 1: Empfehlung für einen Tränkeplan am Tränkeautomaten, 1. bis 3. Woche *ad libitum* mit Nuckeleimer

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Kraftfutteraufnahme von Kälbern, die von Beginn an restriktiv bzw. in den ersten drei Lebenswochen *ad libitum* mit Milch getränkt wurden. Am Ende der zehnwöchigen Tränkeperiode lag die Kraftfutteraufnahme der *ad libitum* ernährten Kälber sogar um 10 kg über der während dieser Zeit restriktiv getränkten Gruppe (MACCARI 2012). Die Energieaufnahme aus dem Milchaustauscher (720 g) beträgt etwa 11,5 MJ ME und liegt damit nur 1,5 MJ ME über dem Erhaltungsbedarf. Bei einer *ad libitum*-Vollmilchtränke ist es mehr als

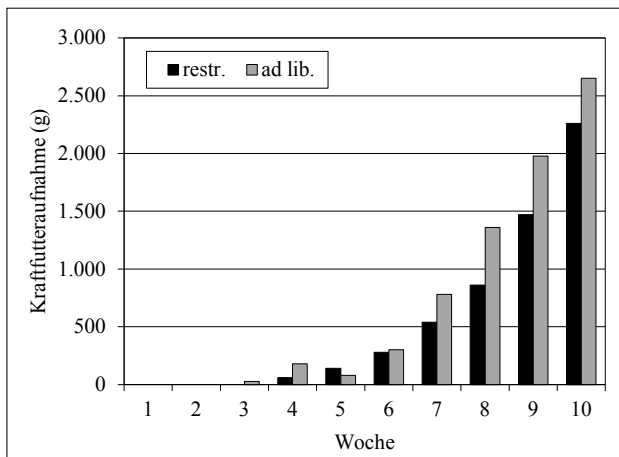


Abbildung 2: Kraftfutteraufnahme restriktiv und in den ersten drei Wochen *ad libitum* getränkter Kälber

doppelt so viel, nämlich 25,0 MJ ME. Aus diesem Grund wird empfohlen, auf jeden Fall die Konzentration des Milchaustauschers auf 160 g pro Liter Wasser zu erhöhen. Werden 6 Liter plus jeweils 160 g MAT vertränkt, steigt die täglich aufgenommene MAT-Menge auf 960 g und damit die durchschnittliche Energieaufnahme auf etwa 15,4 MJ ME pro Tag. Aber auch diese Menge reicht rechnerisch unter thermoneutralen Bedingungen nur für einen täglichen Zuwachs von etwa 400 g aus.

Solange wie die Kälber nach der Geburt noch in Einzelhaltung gehalten werden, ist eine *ad libitum*-Tränke möglich und wird zumindest bis inklusive der dritten Lebenswoche empfohlen. Im Anschluss sind die Kälber deutlich eher in der Lage, sich innerhalb einer angemessenen Zeit auf die Aufnahme von festen Futtermitteln einzustellen. Im Anschluss an die *ad libitum*-Phase sollte die Milchmenge jedoch nicht abrupt auf ein niedrigeres Niveau sondern kontinuierlich gesenkt werden. Bei einer Eimertränke muss dies entsprechend der Anzahl vorhandener Gruppen in Schritten erfolgen, am Tränkeautomaten kann eine gleitende Reduzierung ohne ein Plateau zum Beispiel von zehn auf null Liter innerhalb von sieben Wochen programmiert werden.

Ist eine *ad libitum*-Tränke ökonomisch sinnvoll?

Für die *ad libitum*-Tränke eignet sich die gesamte anfallende Biestmilch, das heißt, alle Milch, die in den ersten Tagen nach der Geburt noch nicht abgeliefert werden darf. Da diese Milchmenge den täglichen Bedarf des Kalbes der jeweiligen Mutter deutlich

übersteigt, können damit auch Kälber von Müttern getränkt werden, deren Milch bereits wieder in den Tank gemolken wird. Je nach Milchleistung kann damit der Bedarf aller Kälber bis zum Alter von 8 bis 14 Tagen gedeckt werden. Erst ab diesem Zeitpunkt fallen zusätzliche Kosten für die *ad libitum*-Tränke an, die denen von etwa fünf Litern Vollmilch pro Tag entsprechen. Diese Zahl ergibt sich aus der Differenz von elf Litern, die Kälber bei einer *ad libitum*-Tränke in der dritten Lebenswoche etwa aufnehmen, und sechs Litern, die sie bei einer restriktiven Tränke bekämen. Gegengerechnet werden müsste ein Wert, der sich aus dem höheren Gewichtszuwachs der *ad libitum* versorgten Kälber und einer stabileren Körperkondition, das heißt, einer deutlich gesteigerten Vitalität der Tiere ergibt. Eine monetäre Bewertung solcher Faktoren ist allerdings nur schwer möglich. Ebenfalls blieben Effekte zu berücksichtigen, die sich aus der metabolischen Programmierung dieser Kälber ergeben, die in diesem Zusammenhang hier aber nicht weiter besprochen werden sollen. Ein nicht zu unterschätzender positiver Effekt auf die Immunitätslage der Kälber ergibt sich aufgrund der Tatsache, dass die gesamte anfallende Biestmilch, die an die Kälber vertränkt wird, auch wenn die darin enthaltenen Immunglobuline nicht mehr die Darm-Blut-Schranke passieren können, immer noch lokal im Darmlumen wirkt.

Die praktische Durchführung der *ad libitum*-Tränke

Wichtig ist, dass den Kälbern vom ersten Tag an immer Milch zur freien Aufnahme angeboten wird. Die erste Biestmilch sollte möglichst direkt nach der Geburt ermolken und unmittelbar im Anschluss dem Kalb gegeben werden. Nach dem Trockenlecken des Kalbes durch die Kuh kann das Kalb in die Kälberbox oder das Iglu gebracht werden. Dort wird es über einen Nuckeleimer mit Biestmilch ver-



Bei *ad libitum* mit Milch versorgten Kälbern ist es sinnvoll, die Eimer mit einem Deckel zu verschießen, um eine Verschmutzung der Tränke zu verhindern.

sorgt und in gewohnter Weise an den Nuckel angelernt. Der Eimer bleibt jedoch bis zur nächsten Melkzeit beim Kalb und wird erst dann mit frischer und wieder warmer Milch ersetzt. Das Kalb darf bei dieser Tränkeform nicht die Erfahrung machen, dass die Milchmenge begrenzt ist. Das trägt entscheidend dazu bei, dass das Kalb die Milch immer langsam aufnimmt und es zu einer ausreichenden Fermentation im Labmagen kommt. Auch im Winter bleibt der Eimer bei Minustemperaturen hängen. Erst wenn der Nuckel eingefroren ist, kann er abgenommen werden. Das Kalb wird in einer solchen Situation, solange die Milch noch warm ist, größere Mengen, durchaus bis zu fünf Liter, in kürzerer Zeit, aber immer noch in sehr ruhiger Weise trinken. Wichtig ist, dass die Nuckeleimer mit einem Deckel verschlossen sind. Sie gehören mittlerweile zum Standardangebot im Landhandel. Zur Vorsorge gegen möglicherweise in die Milch hineingeratene Kolibakterien kann die Milch leicht auf einen pH-Wert von 5,5 angesäuert werden. Dazu

sind Säuregemische im Handel erhältlich. Der jeweilige Händler muss Auskunft darüber geben, bei welcher Menge Säuerungsmittel pro Liter Milch ein pH-Wert von 5,5 erreicht wird. Säuregemische sind einzelnen Säuren vorzuziehen, da ihr Dissoziationspektrum größer ist und damit ein breiterer Temperaturbereich abgedeckt wird. Zwingend notwendig ist eine solche Ansäuerung nicht, vorausgesetzt, die Eimer werden zwei Mal täglich gereinigt.

Literaturverzeichnis

- FLOR, J., 2009: Nutzung der Computertomographie zur Beurteilung der Mägenentwicklung von Tränkkälbern, Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminar 2009, 05.11.2009.
- MACCARI, P., 2012: Effekte unterschiedlicher Aufzuchtkonzepte auf Gewichtsentwicklung, Gesundheitsstatus und metabolische Leitparameter von Holstein-Kälbern. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

Der praktische Umgang mit der *ad libitum*-Tränke am Betrieb

Gertrude Freudenberger^{1*}

Zusammenfassung

Die Weichen in der Kälberaufzucht werden neu gestellt. Man hat erkannt, dass mit dem System der *ad libitum*-Tränke, Probleme in der Kälberaufzucht gelöst werden können. Grundprinzip ist es, den Kälbern die ersten drei Lebenswochen ständigen Zugang zur angesäuerten Tränke zu bieten. Durch eine leichte pH-Wert Absenkung auf 5,5 werden höhere Milchmengen aufgenommen und auch höhere Tageszunahmen erreicht. Die aufgenommenen Milchmengen variieren. Um das tägliche Hantieren mit der Säure zu erleichtern, empfiehlt es sich, diese immer zu verdünnen, Pumpdosierer einzusetzen und eine persönliche Schutzausrüstung zu tragen. Die eingesetzten Säuren müssen deklariert und als Futtermittel zugelassen sein. Die angesäuerte Milch kann stallwarm verfüttert werden. Die Tränketemperatur von 38 °C muss nicht mehr erreicht werden. Zu beachten ist, dass das Kalb die Milch langsam aufnimmt. Ein entsprechendes Angebot an hochwertigem Heu, Kraftfutter und Wasser gilt es sicherzustellen.

Schlagwörter: Ansäuern, Hantieren, Tränkemenge, pH-Wert, Ameisensäure

Die Kälberaufzucht stellt für viele Betriebe eine Herausforderung dar. Immer wieder gibt es Kälber mit geringer Vitalität und mangelnden Zunahmen. Viele Betriebe sind auf der Suche, diese Probleme zu lösen. Mit den Untersuchungen zur *ad libitum*-Tränke scheint ein möglicher Lösungsansatz gefunden. Zahlreiche Betriebe haben die Vorteile der *ad libitum*-Tränke bereits für sich erkannt. Sie haben die Strategie in der Kälberaufzucht erfolgreich umgestellt. Um Schwierigkeiten und Probleme im Vorfeld abzuklären, ist es durchaus hilfreich Empfehlungen zur Anwendung und zum Umgang mit der *ad libitum*-Tränke zu beachten.

Das Prinzip der *ad libitum*-Tränke ist es, den Aufzucht-kälbern in den ersten drei Lebenswochen ständig freien Zugang zur Milchtränke anzubieten. Dadurch wird eine ausreichende Versorgung mit Energie und Eiweiß gewährleistet. Deutlich höhere Tageszunahmen werden erreicht (KUNZ 2012). Die Aufnahme höherer Tränkemengen setzt voraus, dass die Milch angesäuert wird. Für die Ansäuerung ist ein pH-Wert von 5,5 ausreichend. Dieser leicht saure pH-Wert verhindert, dass sich Bakterien, vor allem Colibakterien, in der Milch vermehren können (KUNZ 2012).

Zum Ansäuern der Milch sind verschiedene organische Säuren wie Ameisensäure oder auch Säuregemische (Fumar-, Propion-, Ameisen-, Milch-, Zitronen- und Essigsäuren),

geeignet. Die eingesetzten Säuren sind Futtermittelzusatzstoffe. Diese müssen daher eindeutig als Futtermittel deklariert und zugelassen sein. Bezug, Anwendung, und Rezeptur müssen nachvollziehbar sein und dokumentiert werden. Es dürfen keine technischen Säuren zum Einsatz kommen (WURM und FREUDENBERGER 2014).

Einsatz von Säuren

Bei der Anwendung der Säure soll diese unbedingt vorverdünnt werden. Hierbei ist die persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, Handschuhe, geschlossene Schuhe) unverzichtbar. Verdünnt wird Säure immer mit kaltem Wasser. Wobei zuerst das Wasser in den Behälter gegeben wird, und die entsprechende Aufwandsmenge an Säure hinzu dosiert wird (um eine chemische Reaktion zu vermeiden). Der Verdünnungsfaktor und die nötige Aufwandsmenge sind von der Konzentration der Säure abhängig. Ameisensäure mit einer Konzentration von 85 % wird im Verhältnis von 1:9 mit Wasser verdünnt, und je 10 ml verdünnte Säure pro Liter Tränke eingesetzt. Bei Firmenprodukten muss man sich die jeweilige nötige Aufwandsmenge nennen lassen, die nötig ist, um einen pH-Wert von 5,5 der Milch zu erreichen. Der pH-Wert der angesäuerten Milch kann einfach anhand pH-Wert-Teststreifen kontrolliert werden, was auch regelmäßig zur Kontrolle durchgeführt werden soll. In der Praxis hat es sich bewährt, die verdünnte Säure in Behälter mit Pumpdosierer zu geben. Dadurch wird das Hantieren bei der Tränkezubereitung erleichtert und sicherer.

Praktische Umsetzung

Die *ad libitum*-Tränke erstreckt sich über die ersten 21 Lebenstage des neugeborenen Kalbes. Grundlegende Basis für eine erfolgreiche Kälberaufzucht ist eine rasche und ausreichende Biestmilchversorgung des neugeborenen Kalbes, um eine ausreichende Immunabwehr zu erzielen. Ziel sollen mind. zwei Liter Biestmilch innerhalb der ersten Lebensstunde sein. Die *ad libitum*-Tränke beginnt bereits bei der Kolostrumversorgung. Ab der zweiten Gabe wird die Milch angesäuert. Je nach Nährstoffgehalt der Biestmilch bzw. Vollmilch ergibt sich eine unterschiedliche Flockenbildung der angesäuerten Milch. Auch durch hohe Temperaturen (über 30 °C) bewirkt die Säure eine stärkere Ausflockung. Ab der zweiten Gabe beginnt die eigentliche *ad libitum*-Tränke. Von nun an verbleibt der Nuckeleimer den ganzen Tag beim Kalb am Iglu bzw. der Einzelbox. Im Einzelfall, wenn das Kalb nicht selbstständig den Nuckeleimer findet, kann das durchaus erst ab der dritten Tränkegabe der Fall sein. Der Eimer wird zweimal täglich mit frischer angesäuertem Milch befüllt. Von einer Gabe

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Bezirkskammer Murau, St. Egidi 110, A-8850 Murau

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Gertrude Freudenberger, email: gertrude.freudenberger@lk-stmk.at

bis zur nächsten Gabe soll stets etwas Restmilch im Eimer verbleiben. Ist der Eimer zu lange leer, kann es vorkommen, dass die Kälber bei der nächsten Gabe zu hastig und zu hohe Mengen Milch aufnehmen. Das Kalb übersäuert sich, Verdauungsstörungen und Durchfallerkrankungen können die Folge sein.

Verbleibende Restmilch aus den Eimern kann an ältere Kälber verfüttert werden, bevorzugt an Stierkälber. Da die Milch den ganzen Tag beim Kalb verbleibt, ergibt sich auch ein großer Vorteil dieser Tränkestrategie – die Tränketemperatur. Die Tränketemperatur von 38 °C, die immer wieder Auslöser für Durchfälle ist, muss nicht mehr erreicht werden. Weder beim Ansäuern der Milch noch beim Tränken. Die Milch kühlt ohnehin im Tagesverlauf ab. So muss auch Restmilch, die älteren Kälbern verfüttert wird, nicht mehr aufgewärmt werden.

Tränkemengen variieren

Die aufgenommenen Tränkemengen in den ersten Lebenswochen variieren von Kalb zu Kalb und auch von Tag zu Tag. Man kann in etwa davon ausgehen, dass in der ersten Lebenswoche im Durchschnitt bis zu acht, in der zweiten Lebenswoche zehn und in der dritten Lebenswoche elf Liter Tränke pro Tag aufgenommen werden (KUNZ 2013).

Erfahrungen von den steirischen Arbeitskreisbetrieben zeigen, dass Spitzenmengen von bis zu 16 Liter in der dritten Lebenswoche und zehn Liter in der ersten Lebenswoche erreicht werden. In der Tendenz nehmen Fleckviehkälber etwas mehr Milch auf. Diese hohen Tränkemengen stellen kein Problem dar, solange die Kälber die Milch langsam aufnehmen und eine ausreichende Fermentation der Milch sichergestellt wird (KUNZ 2012).

Zubereitung der Tränke:

- Eimer vorbereiten
- In den Eimer die nötige Aufwandsmenge an verdünnter Säure geben
- Unerhitzte Milch aufgießen
- Mit einem Schneebesen gut umrühren
- Tränke dem Kalb anbieten
- Tränkeimer fixieren, um ein Stoßen aus der Verankerung zu verhindern
- Eimer einmal täglich gründlich reinigen

Tabelle 1: Tränkeplan mit angesäuertem Milch

Tränkeplan mit angesäuertem Milch											
	LW 1	LW 2	LW 3	LW 4	LW 5	LW 6	LW 7	LW 8	LW 9	LW 10	LW 11
Tränkemenge, Liter pro Tag	Vollmilch zur freien Aufnahme, ~10 – 14			auf 8 Liter reduzieren	6	6	6	4	4	2	-
Wasser	Von Beginn an zur freien Aufnahme anbieten										
Kraftfutter	Ab der zweiten Lebenswoche zur freien Aufnahme anbieten										
Heu	Ab der zweiten Lebenswoche zur freien Aufnahme anbieten										
Silage	Nach dem Absetzen										

(WURM und FREUDENBERGER 2014)

Wie bringe ich das Kalb zum langsamen Trinken:

- Für jedes Kalb einen neuen Nuckel verwenden. Da das Saufen mit Gummisuckel anstrengender ist, sind diese gegenüber Silikonuckel vorzuziehen.
- Darauf achten, dass immer etwas Restmilch im Eimer übrig bleibt
- Milch mit derselben Temperatur wie ihre Umgebung wird langsamer aufgenommen als angewärmte Milch.
- Einige Betriebe lassen das Kalb bei den Hauptmahlzeiten max. vier Liter Milch auf einmal trinken. Sie entfernen den Eimer im Anschluss für ca. 30 Minuten, um ihn danach wieder in die Box zu hängen

Eimer:

- Eimer und Boxen nummerieren – jedes Kalb bekommt immer den gleichen Eimer
- Jedem Kalb einen neuen Nuckel geben
- Neue, schwer zu saugende Nuckel verwenden
- Eimer mit Hygieneventil nachrüsten (leichtere und gründlichere Reinigung)
- Geeigneten Deckel für den Eimer verwenden
- Eimer fixieren

Die *ad libitum*-Tränkeperiode endet mit dem 21. Lebenstag. Von nun an wird die Milch wieder zweimal täglich rationiert dem Kalb angeboten. Wichtig ist es, die Milch bis zum Ende der Tränkeperiode anzusäuern. Eine Umstellung auf Süßtränke kann Durchfälle verursachen. Die Eimer werden nun nach jeder Mahlzeit wieder entfernt und zweimal täglich gründlich gereinigt (WURM und FREUDENBERGER 2014, Tabelle 1).

Anforderung an Haltung und Fütterung

Damit die Kälber auch ausreichend Kraftfutter und Heu aufnehmen ist es wichtig, dass Heu bester Qualität und hochwertige Kraftfutter ab der zweiten Lebenswoche zur freien Aufnahme angeboten werden. Wasser muss laut THVO von Beginn an zur freien Aufnahme angeboten werden. In der Praxis zeigte sich, dass während der *ad libitum*-Phase, Kraftfutter und Heu nur in kleinen Mengen aufgenommen werden. Nach der Umstellung auf die rationierte Tränke beobachten die Betriebsleiter, dass die Kälber mehr Kraftfutter und Heu fressen als üblich. Für die Dauer der *ad libitum*-

Fütterung müssen die Kälber in Einzelhaltung aufgestellt sein. Um zusätzlichen Stress zu vermeiden, empfiehlt sich die Umstallung in die Gruppenhaltung erst nach der vierten Lebenswoche.

Tränkemenge nach dem 21. Lebenstag

Nach Ablauf der *ad libitum*-Tränkedauer erfolgt die Umstellung auf die rationierte Tränke. Am 21. Lebenstag liegen die Tränkemengen bei bis zu 16 Liter am Tag. Die Tränkemenge wird nun wieder auf sechs Liter pro Tag reduziert. Die Reduktion in der 4. Lebenswoche kann abrupt oder kontinuierlich erfolgen. Hier verzeichnen die Betriebe bei beiden Strategien Erfolge. Wichtig ist es während dieser Zeit besonders auf eine ausreichende Heu- und Kraftfut-
teraufnahme zu achten, damit es nicht zu einem zu starken Knick der täglichen Zunahmen kommt (KUNZ 2012). Die Kälber werden mit zehn Wochen von der Milch abgesetzt (Bio mit zwölf Wochen).

Herausforderung im Winter

Eine besondere Herausforderung an die *ad libitum*-Tränke stellt der Winter dar. Werden die Kälber im Außenklima gehalten, friert bei tiefen Temperaturen die Milch. Erster Schwachpunkt ist der Nuckel. Während den Wintermonaten ist es ratsam die Milch warm anzubieten, sie friert nicht so schnell. Ein geeigneter Deckel zur Wärmeisolierung ist empfehlenswert. Der Eimer bleibt trotz tiefen Temperaturen beim Kalb. Die Kälber trinken im Winter größere Milchmengen (bis zu fünf Liter) auf einmal. Durch das Ansäuern stellt die Menge kein Problem dar.

Viele Betriebe lösen das Problem im Winter auch dadurch, indem sie die ersten drei Lebenswochen die Milch dreimal täglich anbieten. Hier werden je Gabe in etwa vier Liter angesäuerte warme Milch angeboten. Es wird eine Tagesmenge von zwölf Litern erreicht. Angesäuert wird die Gesamtmenge auf einmal. Sind die Kälber nicht im Außenklima aufgestellt, stellen die kühleren Temperaturen kein Problem dar. Die Tränke erfolgt wie gewohnt.

Mehraufwand an Milch

Während der *ad libitum*-Tränke kommt es in den ersten drei Lebenswochen zu einem erhöhten Milchaufwand je Kalb.

Dieser Mehraufwand bringt aber viele Vorteile und ist auch ökonomisch sinnvoll.

Vorteile:

- Mehr Biestmilch kann verwertet werden, es gibt weniger Verlustmilch
- Kälber erreichen höhere Tageszunahmen
- Kälber sind vital und robust
- Es gibt weniger Durchfälle
- Kälber fressen mehr Kraftfutter und Heu

Im Durchschnitt werden über die gesamte Aufzucht-dauer 160 kg Milch mehr verfüttert. Bewertet man diesen Mehraufwand mit den aktuellen Milchpreisen (0,45 Euro) so entspricht das 63,- Euro an entgangenem Milch-geldelös. Berücksichtigt man die erste Woche, in der nicht lieferbare Biestmilch verfüttert werden kann, sind es um 70 kg Milch weniger und somit nur 31,50 Euro. Diesem Wert gegenüberstellen müsste man etwaige Kosten für Tierarzt, geringere Tageszunahmen, höheres Krankheitsrisiko, geringere Leistungen, geringere Futteraufnahme. Somit wird bestätigt, dass diese Milch bestens veredelt wird.

Die *ad libitum*-Tränke bewährt sich auf den Betrieben. Man hat erkannt dass es der Physiologie des Kalbes entspricht, die Fütterung in den ersten Lebenswochen auf Vollmilch zu basieren. Die Bedürfnisse des Kalbes werden besser gedeckt. Die Kälber erreichen höhere Tageszunahmen, sind vitaler und zeigen eine gute Körperentwicklung. Neben der *ad libitum*-Tränke in den ersten drei Lebenswochen, stellt die Versorgung mit qualitativ hochwertigem Heu und Kraftfutter einen weiteren wichtigen Puzzlestein für eine erfolgreiche Kälberaufzucht dar.

Literaturverzeichnis

- KUNZ, H.J., 2012: Tränkeplan – *ad libitum* in den ersten Wochen. Bauernblatt 11. Februar, 50-52.
- KUNZ, H.J., 2013: Praktische Anleitung für die *ad libitum*-Tränke. Bauernblatt 23. März, 47-48.
- WURM, K. und G. FREUDENBERGER, 2014: Kälberaufzucht – mit mehr Milch zum Erfolg. ÖAG Sonderbeilage 1/2014.

Praktische Umsetzung der *ad libitum*-Tränke am Betrieb

Erna und Norbert Luschnig^{1*}

Zusammenfassung

Unser Betrieb, Luschnig, vlg. Sturmer, liegt auf 1.150 m Seehöhe im Kleinprethal bei Obdach. Im Jahr 2004 wurde er gemeinsam von uns übernommen. Es erfolgte die Umstellung auf intensive Milchproduktion, inklusive eigener weiblicher Nachzucht und Qualitätsochsenmast (ALMO).

Der Betrieb, mit 196 BHK Punkten, ist mit 39 ha Futterfläche, 80 ha Forstwirtschaft und 80 ha Anteilen an einer Gemeinschaftsalm ausgestattet. Die Lage des Betriebes kann als exponiert bezeichnet werden.

Der Tierbestand setzt sich aus durchschnittlich 35 Stück Fleckvieh Kühen, eigener weiblicher Nachzucht und den entsprechenden Mastochsen zusammen. In Summe werden in etwa 71 GVE am Betrieb gehalten. In der Milchviehhaltung erfolgte eine ständige Intensivierung. So umfasst die Milchproduktion im Jahr 2013 rund 360.000 kg Milch. Besonders die Kälberaufzucht wird intensiv und konsequent betrieben.

Weitere wichtige Kennzahlen in der Kälberaufzucht der letzten vier Jahre:

- Tot- und Missgeburten: 2 %
- Verendungen bis 48 Stunden nach Geburt: keine
- Verendungen 3. bis 10. Tag nach der Geburt: keine
- Ausfälle bis 6 Monate: 1 %

Strategien in der Kälberaufzucht

Auch wir haben bis 2011 die gängigen Aufzuchtmethoden in der Kälberfütterung angewandt. Jedoch sind wir der Meinung, dass sich heute eingesetzte Fütterungsmethoden durchaus ändern können. Deshalb setzen wir seit dem Jahr 2011 auf die *ad libitum*-Tränke und seit 2012 zusätzlich auf die Fütterung mittels Kälber-TMR auf Heubasis.

Beweggründe für die Umstellung auf die *ad libitum*-Tränke waren unter anderem

- Die Umstellung von der Biestmilchphase auf Milchaustauscher stellte immer wieder eine Herausforderung dar. Diese Phase war mit zusätzlichem Mehraufwand an Arbeit und auch menschlicher Belastung verbunden.
- Es kam zwischendurch zu Durchfällen aufgrund von schwankenden Tränketemperaturen, da die Kälber im Außenklima gehalten werden. Die optimale Tränketemperatur von 38 °C war schwer zu erreichen.

- Viele Studien und Forschungsergebnisse zeigen auf, dass sich die *ad libitum*-Tränke positiv auf die spätere Milchleistung, Ausbildung von Eutergewebe und die Vitalität der Tiere auswirkt.

Praktische Umsetzung und Handhabung

Bei den männlichen Kälbern wird die Milch nur angesäuert, nicht jedoch *ad libitum* getränkt. Hier werden max. 8 Liter Vollmilch am Tag getränkt. Die weiblichen Zuchtkälber werden die ersten drei Lebenswochen mit angesäuerter Vollmilch *ad libitum* getränkt.

Großen Wert legen wir auf eine sehr gute Biestmilchversorgung der Kälber. Die erste Biestmilchgabe wird sofort nach der Geburt verabreicht und nicht angesäuert. Die Biestmilchqualität wird immer mit einer Biestmilchspindel beurteilt. Bei der ersten Gabe gibt es keine Mengenbeschränkung, es werden jedoch mind. 3 Liter Biestmilch verabreicht. Die zweite Gabe wird bereits angesäuert. Die Dosierung wird aber auf 50 % beschränkt. Ab der 3. Gabe wird die Milch vollständig angesäuert und der Tränkeimer bleibt beim Iglu hängen. Zur Ansäuerung verwenden wir das Produkt Schaumacid Drink. Die Säure wird im Verhältnis 1:5 vorverdünnt und mit einer Konzentration von 15 ml je Liter Vollmilch dosiert.

Unsere Grundsätze für die Kälbertränke

- Jedes Kalb hat seinen eigenen Nuckeleimer – Nuckeleimer und Kälberiglu sind nummeriert
- Jedes neugeborene Kalb erhält einen neuen Nuckel inkl. Dichtung

Durchführung des Ansäuerns

- Benötigte Aufwandmenge wird mit einer großen Spritze (120 ml) dosiert
- Verdünnte Säure wird in den Nuckeleimer gegeben
- Vollmilch wird kuhwarm (direkt aus der Milchleitung abgepumpt) hinzugefügt
- Anschließend wird mit einem großen Schneebesen gut umgerührt
- Die angesäuerte Tränke wird direkt zu den Kälbern gebracht
- nach Aufnahme der halben Tränkemenge wird die Milch in den Eimern noch einmal mit dem Schneebesen umgerührt – damit sich die Flocken lösen

Damit die Eimer nicht aus der Verankerung gestoßen werden, gibt es eine Fixierung. Die Eimer werden zweimal

¹ Kleinprethal 8, A-8742 Obdach

* Ansprechpartner: Norbert Luschnig, email: turbokuh@gmx.at

Tabelle 1: Leistungsdaten und wichtige Kennzahlen unseres Betriebes

Jahr	Ø Kuhzahl	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	FE-kg	ZZ	ZKZ
2004	22,0	5.342	3,99	3,44	397	325	489
2006	18,0	6.116	3,91	3,53	455	147	374
2010	34,5	10.102	4,08	3,52	768	90	357
2013	34,1	10.495	4,09	3,47	793	47	366
gleitend	34,3	11.065	4,11	3,45	836		

Ø Erstkalbealter 24 - 25 Monate

Ø Erstlingsleistung 8.700 kg

täglich, vor dem Wiederbefüllen, gründlich mit heißem Wasser gereinigt. Deckel kommen bei uns nicht zum Einsatz, da am Kälberstandort ständig natürliche Luftbewegung herrscht. Bis zum 21. Lebenstag wird die Tränke *ad libitum* angeboten, wobei die Obergrenze bei 16 Litern pro Tag liegt.

Im Winter wird die Tränke in den ersten drei Lebenswochen nur zweimal täglich zu je 5 Liter angeboten.

Tränkeplan nach dem 21. Lebenstag

Die Umstellung von der *ad libitum* auf die rationierte Tränke wird von einer Mahlzeit zur nächsten umgestellt. Die Tagesmenge ist ab dem 22. Lebenstag rationiert auf 8 Liter im Winter, bzw. 6 Liter im Sommer. Die Tränkedauer liegt bei uns im Durchschnitt bei 7 bis 8 Wochen. In dieser Zeit erfolgt auch keine weitere Reduktion der Tränkemenge. Nur in der letzten Woche wird die Tagesmenge auf 5 Liter gesenkt. Das Absetzen der Milch wird abrupt durchgeführt. Großen Wert legen wir hier darauf, dass die Kälber schon ausreichend Kälber-TMR aufnehmen. Erst 3 Wochen nach dem Absetzen erfolgt die Umstellung von Kälber-TMR auf die aufgewertete Ration der Milchkühe. Sie zieht sich über 2 Monate hinweg, sodass die Kälber eine schonende Umstellungsphase haben und den erlangten Gewichtsvorsprung aus der Tränkeperiode beibehalten. Die Aufzucht am Betrieb ist in den ersten 10 Monaten sehr intensiv.

Unsere Erfahrungen

- tritt Durchfall auf, dauert er max. 2 Tage
- Kälber trinken trotz Durchfall weiter Milch
- kaum Gewichtsverluste bei Durchfall
- Kälber sind stabiler und vitaler
- bisher haben alle Kälber die Sauertränke angenommen
- nach eingespielter Arbeitsroutine ist der Arbeitsablauf einfach
- keine Kompromisse in der Kälberaufzucht

Was soll man aus unserer Sicht beachten

- vorsichtiges Hantieren mit der Säure beim Verdünnen (unbedingt Handschuhe tragen)
- gut Umrühren, damit wenig Rest im Eimer verbleibt
- richtige Dosierung beachten

Die *ad libitum*-Tränke ist in unserem Betriebssystem ein wichtiger Baustein für eine erfolgreiche Kälberaufzucht und in weiterer Folge der Milchproduktion. Folgende Punkte beinhalten weitere sehr wichtige Vorbeugemaßnahmen für eine erfolgreiche Kälberaufzucht:

- Kälberaufzucht beginnt mit dem optimalen Trockenstellen der Kuh und der richtigen Versorgung der Trockensteher (Selen Bolus, Muttertierimpfung, Vit. D₃-Injektion ab der 3. Abkalbung)
- Jedes Kalb bekommt immer unmittelbar nach der Geburt ausreichend hochwertige Biestmilch
- Biestmilch wird noch in der Abkalbox verabreicht
- Kalb danach rasch von der Kuh trennen
- Kälber erhalten bei weicher werdendem Kot oder wenn sie beim Trinken nicht mit dem Schweif wedeln (ist für uns ein Anzeichen, das etwas nicht stimmt) sofort 2,5 Liter Elektrolyttränke
- Nach Enthornung bzw. Kastration (Narkose) erhalten die Kälber als erste Tränke 2,5 Liter Elektrolyttränke
- Die letzten zwei Tränken vor dem Absetzen sind ebenfalls je 2,5 Liter Elektrolyttränke

Der Leitsatz für unsere Betriebsentwicklung lautet

Kompromisslösungen sind meist schlechte Lösungen!

Demzufolge können wir sagen, dass Konsequenz in der Umsetzung eine Grundvoraussetzung für den Betriebserfolg ist.

Bearbeitungsverfahren von Kraftfutter für Rinder

Processing methods of concentrates for cattle

Franz Tiefenthaller^{1*}

Zusammenfassung

Wie fein Getreide für Rinder geschrotet werden soll, wird immer wieder diskutiert. Durch den Schrotvorgang wird das Korn aufgebrochen und der Stärkekörper freigelegt. Die Verdaulichkeit des Getreides steigt dadurch außer bei Hafer stark an. Die Mischbarkeit mit anderen Futterkomponenten wie Extraktionsschroten, Mineralfutter und dergleichen wird verbessert.

Sehr feines Schrotten verbessert die Verdaulichkeit, verstärkt aber die Staubbildung und senkt dadurch die Futteraufnahme. Eine erhöhte Gefahr von Pansenazidose durch Füttern von feinem Schrot gegenüber grobem ist nicht generell festzustellen, wobei alle Versuchsergebnisse aus der Literatur von Rationen mit TMR stammen.

Spezielle Behandlungsverfahren mit Hitze und Dampf erhöhen die Verdaulichkeit der Stärke um einen weiteren Grad. Der finanzielle Aufwand ist jedoch nur bei Kälberfutter gerechtfertigt.

Schlagwörter: Vermahlungsgrad, Pansen-pH-Wert

Summary

There is a permanent discussion about how finely cereals should be ground. Grinding opens the grain and starch is exposed. Therefore digestibility increases except of oats. The miscibility of ground cereals with other components like meals, minerals and others is improved.

Very fine grinding of grain on the one hand enhances its digestibility, on the other hand it increases the appearance of dust and lowers feed intake. A higher risk of rumen acidosis because of finely ground grain does not really exist. All feeding experiments about this item have been carried out using total mixed rations.

Special treatments with dry heat or hot steam for example increase digestibility of starch in grain to a further degree. The financial efforts for these processes make sense in feedstuffs for calves only.

Keywords: grinding process, ruminal pH-value

Einleitung

Nach dem Grundfutter ist Kraftfutter ein wichtiger Energie- und Nährstofflieferant in der Milchviehfütterung. Der Kraftfutteranteil an der Trockenmasseaufnahme kann bei hochleistenden Tieren bis zur Hälfte der Ration betragen. Kraftfutter beeinflusst daher wesentlich die Verdauungsvorgänge von Milchkühen über lange Zeiträume. Welchen Einfluss haben verschiedene Bearbeitungsverfahren auf die Verdaulichkeit von Kraftfutter? Wie fein sollte Getreide für Wiederkäuer vermahlen werden? Gerade der Vermahlungsgrad wird immer wieder sehr kontroversiell diskutiert.

Über den nicht fachgerechten Einsatz von Kraftfutter liegen zahlreiche Publikationen vor. Bedingt durch den niedrigen Anteil an strukturwirksamen Komponenten sinkt die Wiederkäuergerechtheit von Rationen mit hohen Kraftfutteranteilen. Die Folgen sind hinlänglich bekannt: geringere Wiederkäuaktivität, weniger Speichelproduktion, Absenkung des pH-Wertes im Pansen, Absinken der Anzahl faserverdauender Mikroorganismen, Freisetzung von Endotoxinen, negative Folgen für Klauen, Euter und Tiergesundheit im Allgemeinen.

Zur Bestimmung der Wiederkäuergerechtheit einer Ration wurden verschiedene Kennzahlen entwickelt. Neben dem Rohfasergehalt der Ration gewannen in den letzten Jahren auch die Strukturkohlenhydrate an Bedeutung. Besonders

die NDF (Neutral-Detergenzien-Faser (Hemicellulose, Cellulose und Lignin) stellt eine wichtige Kennzahl zur Beurteilung von Einzelfuttermitteln und Rationen dar.

Darüber hinaus gewinnt die Beurteilung der Partikellänge an Bedeutung. In der Praxis kann diese durch die Probe mit der Schüttelbox bei TMR-Rationen gut nachvollzogen werden.

Ziel dieser Bemühungen ist es, pansenphysiologisch verträgliche Kraftfutteranteile in Rationen zu ermitteln, die keine negativen Einflüsse auf die Tiergesundheit haben. Bei Kraftfutter kommt den Bearbeitungsverfahren große Bedeutung zu, da durch die Be- und Verarbeitung wesentlicher Einfluss auf die Verdaulichkeit, Abbaubarkeit und somit auf die Wirkung im Pansen ausgeübt werden kann. Neben einer verbesserten Verdaulichkeit der Stärke (Stärkeaufschluss) können auch weitere Effekte erzielt werden z.B. Abbau antinutritiver, d.h. verdauungshemmender Substanzen, Abtötung von Keimen, geringere Staubbildung, homogenere Mischungen, verbesserte Futteraufnahme und dergleichen mehr.

Untersuchungen über die Auswirkungen von Bearbeitungsschritten bei Getreidekomponenten auf produktionstechnische Kennzahlen liegen hauptsächlich aus den USA vor. Eine Beschreibung der wichtigsten Bearbeitungsverfahren und deren Wirkung auf die Leistungsparameter von Milchkühen sollen im Folgenden erläutert werden.

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

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Franz Tiefenthaller, email: franz.tiefenthaller@lk-ooe.at

Beschreibung der Verfahren

Von Bearbeitungsvorgängen sind entweder einzelne Getreidekomponenten oder fertige Futtermischungen betroffen. Hauptsächlich werden Reinigungs- und Zerkleinerungsschritte in der Produktionsabfolge bei der Herstellung von Kraftfuttermischungen durchgeführt und anschließend durch Mischen der Einzelkomponenten Kraftfutter in mehligler oder pelletierter Form erzeugt.

Eine Einteilung der gängigsten Bearbeitung und Behandlungen von Futtermitteln kann nach dem zur Anwendung kommenden Verfahren vorgenommen werden:

- Reinigungsverfahren
- Mechanische Bearbeitung
- Biologische und chemische Behandlung
- Thermische, hydrothermische, thermisch-mechanische und hydrothermisch-mechanische Bearbeitung

Die verschiedenen Behandlungen wirken auf das Getreidekorn. Besonders auf die Verfügbarkeit der Stärke hat die durch die meisten Behandlungsverfahren entwickelte Erwärmung positive Effekte.

Durch die Bearbeitung wird das Getreidekorn gebrochen, mit anderen Komponenten vermischt oder in einzelne Fraktionen aufgeteilt (Tabelle 1).

Bei Hofmischungen wird das Getreide üblicherweise grob geschrotet oder gequetscht. Durch Beigabe von Eiweißkomponenten und Mineralfuttermitteln wird eine fertige Futtermischung erzeugt. Weitere Bearbeitungsschritte sind nicht üblich. In Futtermittelwerken wird eine Vielzahl von Futterkomponenten verwendet, verarbeitet, behandelt und durch verschiedene Verfahren Fertigfuttermischungen hergestellt. Die Ziele all dieser Bearbeitungsschritte können folgendermaßen gegliedert werden (nach JEROCH et al. 2008):

- Qualitätserhaltung während der Lagerung
- Bessere Mechanisierung von Transport, Umschlag, Lagerung und Darbietung der Futtermittel
- Voraussetzung für homogene Futtermischung
- Beseitigung bzw. Reduzierung von antinutritiven Futtermittelbestandteilen
- Sicherung einer tiergerechten und hohen Futteraufnahme
- Optimale Verdauung der Futterinhaltsstoffe
- Optimierung pansenphysiologischer Prozesse
- Erhöhung des Futterwertes
- Verbessertes Hygienestatus

Die wichtigsten Be- und Verarbeitungsverfahren, die für Kraftfutter üblich sind, sollen im Folgenden beschrieben werden (nach JEROCH et al. 2008, geändert, Tabelle 2).

Auf dem landwirtschaftlichen Betrieb sind besonders das Schrotten und das Quetschen üblich. Für das Schrotten kommen meist Hammermühlen zum Einsatz. Dabei schlagen bewegliche und gehärtete Hammerplätt-

Tabelle 1: Verteilung der Nährstoffe im Getreidekorn (Roggen, Weizen)

	Fruchtschale	Samenschale	Aleuronschicht	Mehlkörper	Keimling
Anteil am Gesamtkorn (%)	5,5	2,5	7,0	82,5	2,5
Rohasche [XA] (%)	5	20	5 – 10	1	4,5
Rohprotein [XP] (%)	7,5	18	30 – 38	9 – 14	26
Rohfett [XL] (%)	0	0	10	1 – 2	10
Rohfaser [XF] (%)	38	1	6	0,2	2
N-freie Extraktstoffe [XX] (%)	50	50	30 – 40	81 – 87	50

(Quelle: Universität Hohenheim 2010)

Tabelle 2: Mechanische Bearbeitung und Behandlung von Futtermitteln

Verfahren	Futtermittel	Technik	Zielstellung und Nutzen	Mögliche Nachteile
Schrotten	Körnerfrüchte (Getreide, Leguminosen, Ölfrüchte), Nebenprodukte aus der Verarbeitung pflanzlicher Rohstoffe (z.B. Ölkuchen, Expeller)	Hammermühle, Walzenstuhl	Voraussetzung für Mischfähigkeit und gute Pelletierbarkeit, verbesserte Aufnahme und höhere Verdaulichkeit (deutlich bei Rindern und Schweinen; gering bei Schafen)	Bei zu intensiver Zerkleinerung Mäggenschwüre und Akzeptanzprobleme
Quetschen, Walzen	Getreide Maiskörner siloreifer Maispflanzen (Rinder)	Walzenstuhl Zusatzeinrichtungen (Reibboden, Quetschwalzen) am Exaktfeldhäcksler	Verbesserte Verdaulichkeit (Rind), gleiche Wirkung wie Schrotten, aber geringerer Energieaufwand Vermeiden von unverdaulichen Körnern bzw. Kornbruchstücken im Rinderkot, dadurch höhere Stärkeverdaulichkeit und höherer energetischer Futterwert	
Entspelzen, Schälen	Getreidekörner, Leguminosen, Ölfrüchte	Schälmaschine	Abtrennen der faserreichen Spelzen, Schalen und Hüllsen; Verdaulichkeitsanstieg und höherer energetischer Futterwert, Reduzierung antinutritiver Inhaltsstoffe (z.B. Tannine in Ackerbohnen und Erbsen), Einsatzweiterung	Substanzverlust; bei zu intensiver Bearbeitung auch Verluste an Erdspermasubstanz

Tabelle 3: Thermische Behandlungsverfahren (zum Teil kombiniert mit Druck und Wasserdampf)

Verfahren	Verfahrensprinzip	Futtermittel	Zielstellung und Nutzen	Mögliche Nachteile
Pelletieren in der Presse; Kühlen und Trocknen; Presse einwirken:	Konditionieren durch Wasserdampfzugabe, Verdichten physikalische Bedingungen, die auf das Futter in der Presse einwirken: bis 80 °C, > 10 sec., Umgebungsdruck	Mischfutter, vor allem für Kälber, Ferkel, Mast-geflügel, Fische	Reduzierung der Keimzahl, Inaktivierung antinutritiver Substanzen, kein Entmischen beim Futtertransport, gute Fließeigenschaften der Pellets; vermindertes Volumen, höhere Futtermittelaufnahme und dadurch bessere Nährstoff- und Energieversorgung, Leistungsverbesserung, weniger Futtermittelverluste, keine Selektionsmöglichkeit der Tiere, z. T. verbesserte Verdaulichkeit	Vitaminverluste, bedarfsübersteigende Nährstoff- und Energieaufnahme
Expandieren	Förderung des Futters mittels Schnecke durch einen druckfesten Zylinder gegen ein Druckgefälle unter Einleitung von Wasserdampf; hydrothermisch-mechanische Druckkonditionierung; physikalische Bedingungen: 100–130 °C, ca. 5–10 sec., ca. 40 bar	Getreide, Leguminosen, Ferkelfutter; Geflügelfutter, Eiweißfuttermittel für Wiederkäuer	Stärkeaufschluss, aber nur geringe Verdaulichkeitsverbesserung, Inaktivierung von antinutritiven Substanzen, Keimreduzierung, Salmonellenabtötung, Verbesserung der Pressfähigkeit und damit der Pelletfestigkeit für Mischungen mit hohen Anteilen schwer pelletierbarer Komponenten	Proteinschädigung, Vitaminabbau, Inaktivierung von Enzymen (z.B. Phytase) und Probiotika
Extrudieren	Förderung des Futters durch einen druckfesten Zylinder mit ein oder zwei Schnecken gegen ein Druckgefälle bei Wasserdampfzusatz; hydrothermisch-mechanische Beanspruchung mit abschließender Formgebung; physikalische Bedingungen, die auf das Futter einwirken: 130–160 °C, ca. 5–10 sec., ca. 60 bar	Heimtierfutter, Fischfutter; Ferkelfutter, Eiweißfutter für Wiederkäuer	Stärkeaufschluss und deutlich verbesserte Verdaulichkeit, Zerstörung von Proteaseinhibitoren, Keimreduzierung, Senkung der Proteinlöslichkeit im Pansen, Extrudat (Endprodukt) vergleichbar mit Pellets, jedoch geringere Dichte	Proteinschädigung, Verlust an futterbürtiger Phytaseaktivität, Vitaminabbau
Toasten	Behandlung mit Wasserdampf unter Druck In Schneckenpressen werden Temperaturen nicht erreicht, die einen „Toast-Effekt“ auslösen	Extraktionsschrote (Soja, Raps), aber auch ölige Samen, Körnerleguminosen	Entfernen von Extraktionsmitteln, Inaktivierung von Verdauungsenzyminhibitoren (dadurch verbesserte Verdaulichkeit und Verwertung des Proteins bei Monogastriden) und weiteren antinutritiven Substanzen (z.B. Glucosinolate), Verminderung des Proteinabbaus im Pansen	Beeinträchtigung der Proteinlöslichkeit, Lysinverlust
Mikronisieren	Schlagartige Erhitzung (100–120 °C) im Infrarotofen bei einer Verweildauer von 20–40 sec.	Getreide, Mischfutter	Aufplatzen der Körner mit anschließender Flockierung, Trocknung von Getreide, Stärkeaufschluss, Verdaulichkeitsanstieg, Zerstörung von Inhibitoren	Proteinschädigung
Jet-Sploding	Kurzzeitige Erhitzung durch Einwirkung trockener Wärme (105–120 °C oder auch höher)	Getreide, Eiweißfuttermittel	Getreidetrocknung, Senkung der Proteinlöslichkeit im Pansen (z.B. bei Rapsprodukten), Stärkeaufschluss bei anschließender Flockierung	Rückgang der Löslichkeit bzw. Verdaulichkeit des Proteins
Puffen	Rasche Erhitzung ohne Wasserzusatz	Getreide, z.B. Mais, Milocorn Getreidekörner (Mais), Haferflocken	Stärkeaufschluss für Jungtiere (Ferkel, Kälber)	-
Dampfflockung	Dämpfen und Walzen	Inaktivierung von Lipasen, Peroxidase, dadurch bessere Lagerfähigkeit, Stärkeaufschluss für Jungtiere (Ferkel, Kälber)	-	-

chen die Körner durch Lochsiebe oder Edelstahldrahtgeflechte. Die Feinheit des Schrottes einer Getreideart wird durch die Schlägeranzahl, die Drehzahl der Mühle und den Lochdurchmesser des Siebes bzw. Drahtgeflechtes bestimmt. Auch der Abnutzungsgrad der Hämmer beeinflusst die Schrotqualität. Dabei gilt, je mehr die Schläger abgenutzt sind, desto länger braucht die Mühle, um die Körner soweit zu zerkleinern, dass sie durch das Sieb aus der Mühle abtransportiert werden können. Dadurch sinkt die Leistung der Mühle, das Mahlgut verbleibt länger in der Mühle. Es wird dabei stärker erhitzt und braucht daher längere Zeit zur Abkühlung. In dieser Phase können sich Mikroorganismen eher vermehren. Daher sollte die Mühle bzw. Quetsche jährlich gewartet werden.

In Futtermittelwerken können zusätzlich durch spezielle Behandlungen, meist mit Wasserdampf und Wärme (Toasten), antinutritive Substanzen reduziert werden. Diese Stoffe kommen in vielen Futtermitteln natürlich vor, insbesondere aber in Leguminosen (Ackerbohnen, Erbsen, Sojabohnen etc.). Sie behindern die Aktivität der Verdauungsenzyme und senken so die Nährstoffverfügbarkeit von Futtermitteln. Durch die Bestimmung der Ureaaktivität kann die Wirksamkeit des Toastens überprüft werden. Urease ist ein Enzym, das aus N-haltigen Verbindungen wie Harnstoff unter CO₂-Bildung Ammoniak erzeugt. Durch das Toasten wird auch dieses Enzym in seiner Aktivität gedrosselt, es wird weniger Ammoniak freigesetzt. Durch die Bestimmung der Aktivität der Urease kann auf die Wirksamkeit des Toastens geschlossen werden. Ist die Ureaseaktivität gering, so wurden auch die anderen antinutritiven Substanzen inaktiviert, welche die Verdauungsenzyme an ihrer Tätigkeit behindern könnten.

Die Art der Behandlung einzelner Futterkomponenten bzw. Getreidearten übt einen großen Einfluss auf deren Verdaulichkeit aus. Beim Kauf von Fertigfutter

sollte daher die angewendete Technik bei der Produktion der Futtermischung mit beachtet werden (Tabelle 3).

Hofmischungen können nur in sehr eingeschränktem Maße Behandlungsverfahren unterzogen werden. Meist wird das hofeigene Getreide geschrotet bzw. gequetscht, weitere Bearbeitungsschritte sind kaum möglich. Wie wichtig jedoch die Schrotung des Getreides für die Verdaulichkeit ist, verdeutlichen die Angaben in Tabelle 4.

Auffällig ist, dass Schafe intakte Getreidekörner praktisch gleich gut verdauen können wie geschrotete. Schafe kauen beim Fressen wesentlich intensiver als Rinder, dadurch werden ganze Getreidekörner zerkleinert und auch sehr gut verdaut.

Anforderungen an Kraftfutter für Rinder

Stärke ist unter den Nichtstruktur-Kohlenhydraten eine der wichtigsten, wenn nicht überhaupt die wichtigste Energiequelle im Kraftfutter für Rinder. Sie wird vornehmlich durch den Einsatz von Getreide in die Ration gebracht. Diese Entwicklung ist auch aufgrund der günstigen Verfügbarkeit von Getreide ermöglicht worden. Durch die gestiegene Leistungsentwicklung werden höhere Energiegehalte in den Rationen erforderlich, die auch eine erhöhte Stärkeverdaulichkeit notwendig machen.

Immer wieder wird dabei die Mahlfineinheit von Getreide diskutiert. Aus der Schweinefütterung ist bekannt, dass Getreide besser verdaut wird, wenn es feiner geschrotet wird. Zu feines Schroten begünstigt jedoch aufgrund der fehlenden Struktur Magengeschwüre bei Schweinen. Ein Kompromiss zwischen feiner Vermahlung mit hoher Verdaulichkeit und grober Struktur zur Erhaltung der Magengesundheit muss gefunden werden.

Auch in der Wiederkäuerfütterung wird diskutiert, wie fein Kraftfutter für Milchkühe sein darf bzw. muss. Mancherorts wird das Schroten von Getreide in Frage gestellt und das Quetschen als jene Bearbeitung bezeichnet, die für Rinderfutter die richtige wäre. Tatsache ist, dass geschrotetes Getreide mit anderen Futterkomponenten wie Extraktionschrot, besonders aber mit Komponenten mit höherem spezifischem Gewicht, wie Mineralfutter, Vihsalz oder Futterkalk, besser mischbar ist als gequetschtes Getreide. Eine Entmischung findet nur geringfügig statt. Kraftfuttermischungen aus geschroteten Komponenten bleiben homogener und stabiler als Mischungen aus Quetschgetreide. Der Staubanteil ist jedoch bei Quetschgetreide geringer.

Zur Verbesserung der Homogenität und besonders der Stabilität von Futtermischungen verwendet die Futtermittel-

wirtschaft das Verfahren der Pelletierung. Damit Pellets jedoch stabil bleiben und möglichst wenig Abrieb haben, müssen die einzelnen Komponenten sehr fein vermahlen werden. Pelletiertes Futter weist daher noch geringere Strukturwirkung auf als geschrotetes Futter.

Zur Überprüfung der Mahlfineinheit von Futterschroten können Proben in Futtermittellabors eingesendet werden. Dort wird eine genaue Bestimmung der einzelnen Siebfractionen durchgeführt. Eine einfache Schnellbestimmung ist auch vor Ort mit einem Kraftfutterschüttelsieb möglich. Dabei wird eine genormte Kraftfuttermenge in vier Siebfractionen (>3 mm, 3 – 2 mm, 2 – 1 mm, <1 mm) geteilt und diese prozentuell zugeordnet. Dadurch ist sehr rasch eine Einstufung einer Kraftfuttermischung in grobe und feine Anteile und eine Beurteilung der Verarbeitungsqualität möglich. Generell wird empfohlen, Rinderfutter nicht zu fein schroten, um einen raschen Stärkeabbau und eine damit einhergehende rasche Absenkung des Pansen-pH-Wertes zu vermeiden. Damit soll subakute und akute Pansenazidose vermieden werden. Kraftfuttermischungen sollten daher einen möglichst niedrigen Staubanteil aufweisen, also eine Partikelgröße kleiner 1 mm.

Neben der Mahlfineinheit sind die Kraftfuttermenge und die Verabreichungsform des Kraftfutters von großer Bedeutung. Das täglich gefütterte Kraftfutter sollte auf Einzelgaben unter zwei Kilogramm aufgeteilt werden. Die geringste Absenkung des Pansen-pH-Wertes kann erreicht werden, wenn Grund- und Kraftfutter gleichzeitig gefüttert werden, wie dies bei der Totalmischration der Fall ist. Dann spielt auch die Mahlfineinheit eine untergeordnete Rolle. Im Gegenteil, fein vermahlene Kraftfutter lässt sich gleichmäßiger in der TMR verteilen, haftet besser an den Grundfutterpartikeln und kann so durch die Tiere nicht ausselektiert werden.

In der Fachliteratur sind zu diesem Thema nur wenige Arbeiten zu finden. Die meisten stammen aus den USA und beschäftigen sich mit verschiedenen Vermahlungsgraden bzw. mit dampfbehandeltem Getreide.

Wirkung der Bearbeitung von unterschiedlichen Getreidearten bei Rindern

In verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten wird die Wirkung verschiedener Be- und Verarbeitungsprozesse beschrieben. Die Verbesserung der Verdaulichkeit von geschrotetem Getreide wird hauptsächlich auf die Vergrößerung der Angriffsfläche für die Mikroorganismen im Pansen und die Verdauungsenzyme im unteren Verdauungstrakt zurückgeführt.

Tabelle 4: Einfluss des Zerkleinerns von Getreidekörnern auf die Nährstoffverdaulichkeit bei verschiedenen Tierarten (nach verschiedenen Literaturquellen, zitiert in JEROCH et al. 2008)

Tierart	Getreideart	Kornbeschaffenheit	Verdaulichkeit (%)			
			OM	XP	XX	Σ (XX+XF)
Rind	Weizen	intakt	55	53	-	43
		Schrot	90	77	-	92
Schaf	Weizen	intakt	88	77	-	80
		Schrot	89	81	-	91
Schwein	Gerste	intakt	64 – 67	58 – 60	75	-
		Schrot (mittelfein bis fein)	78 – 85	78 – 84	88 – 90	-

OM = organische Masse, XP = Rohprotein, XX = N-freie Extraktstoffe, XF = Rohfaser

In einer norwegischen Arbeit von SVIHUS et al. (2005) wird berichtet, dass Pelletieren und Expandieren kaum einen Einfluss auf die Verdaulichkeit von Getreide ausübt. Durch intensivere Behandlung der Getreidestärke aber, wie sie bei der Extrusion geschieht, wird die Verdaulichkeit positiv beeinflusst. Durch das Vermahlen des Getreides wird die Schale zerstört und der Stärkekörper freigelegt. Dadurch können die Enzyme der Pansenmikroben besser zur Wirkung gelangen.

Die Verdaulichkeit der Stärke hängt stark von der Partikelgröße der Stärke ab. Je feiner vermahlen wird, desto höher verdaulich ist die Stärke. Die Anzahl der aufgebrochenen Stärkekörner wird durch die Festigkeit der Bindung zwischen Stärke und Proteinmatrix beeinflusst. Bei Mais ist diese Bindung besonders stark. Das erklärt, warum feine Vermahlung die Verdaulichkeit von Mais stärker verbessert als bei anderen Getreidearten wie Gerste oder Weizen.

Durch die Pelletierung von Getreidearten wie Gerste, Hafer und Weizen müsste deren Verdaulichkeit durch die Einflüsse von Druck und Temperatur steigen. Dennoch fanden LJØKJEL et al. (2003) heraus, dass durch Pelletieren die Pansenabbaubarkeit nicht verbessert wurde. Als Grund wird angenommen, dass die Bedingungen des Pelletierens bei mäßiger Feuchtigkeit und Temperaturen um 80 °C nicht ausreichen, die Stärke aufzuschließen. Die Autoren zogen den Schluss, dass Getreidearten wie Mais und Hirse, die gegen den Abbau im Pansen relativ stabil sind, durch Behandlungen wie Vermahlen, Pelletieren, Extrudieren und Expandieren im Pansen besser abbaubar werden. Ohnedies sehr gut abbaubare Getreide wie Gerste, Hafer und Weizen reagieren auf diese Einflüsse nur sehr gering.

In einem Fütterungsversuch verglichen iranische Wissenschaftler die Auswirkung verschieden bearbeiteter Gerste auf die Trockenmasse-Aufnahme, Kauaktivität, Pansenfermentation und Milchleistung (SOLTANI et al. 2009). Gerste wurde fein vermahlen bzw. einer Dampfflockung unterzogen und zu 30 bzw. 35 % Trockenmasseanteil in der Gesamtration eingesetzt. Es wurde erwartet, dass vermahlene Gerste die Futteraufnahme wegen der Staubbildung und der raschen Freisetzung flüchtiger Fettsäuren senken würde. Die Studie ergab, dass zwischen beiden Gruppen keine Unterschiede bestanden. Das Risiko einer subakuten Pansenazidose wurde durch die Höhe des Gerstenanteiles in der Ration stärker beeinflusst als durch die Verarbeitungsart der Gerste.

In einem umfangreichen Versuch mit 60 Holstein-Kühen an der Universität von Alberta (Kanada) wurde der Einsatz von fein und grob geschroteter Gerste untersucht (McGREGOR et al. 2007). Die Schrotung wurde durch einen sogenannten Verarbeitungsindex (processing index, PI) ausgedrückt. Dabei wurde das Hektolitergewicht vor und nach der Vermahlung verglichen. Bei der groben Gerste betrug der PI 1:0,8, bei der feinen 1:0,6. Die verschiedenen Gerstenvermahlungen ergaben keine Auswirkung auf Trockenmasseaufnahme, Milchleistung, Milchennergieertrag (Fett- und Eiweißmenge) und Milchfettgehalt.

In einem Fütterungsversuch an der Universität von Isfahan (Iran) wurden acht mehrkalbige Holstein-Kühe jeweils über 21 Tage in vier Versuchsperioden mit vier verschiedenen behandelten Gerstenschroten mit einer TMR versorgt (SADRI et al. 2007). Es sollte der Einfluss der Verarbeitung von Gerste auf die Leistungsparameter von Milchkühen

untersucht werden. Die Gerste wurde fein gemahlen, einer Dampfflockung unterzogen, fein gequetscht oder grob gequetscht. Der Prozessindex der grob vermahlenden Gersten lag bei 1:0,7 bzw. 1:0,8. Auch in diesem Versuch konnten keine Auswirkungen auf die Futteraufnahme, Milchleistung oder die Pansengesundheit gefunden werden. Bei allen vier Gruppen lag die Trockenmasse-Aufnahme zwischen 23,2 und 24,0 kg und die Milchleistung zwischen 26,7 und 29,0 kg ohne signifikante Unterschiede.

In einem zweifach wiederholten brasilianischen Fütterungsversuch konnten zwölf fistulierte Milchkühe zwischen verschiedenem bearbeitetem Körnermais wählen (FERREIRA et al. 2007): Rohrzucker mit grob geschrotetem Mais, Rohrzucker mit fein geschrotetem Mais und Rohrzucker mit dampfflocktem Mais. Der Verzehr von dampfflocktem Mais war um 45,1 und 42,1% geringer als jener der beiden anderen Verarbeitungsarten. Dadurch ergab sich eine niedrigere Trockenmasse-Aufnahme um 24,5 bzw. 22,6 %, eine niedrigere Aufnahme an Nährstoffen und eine höhere Aufnahme an NDF. Dennoch ergaben sich keine Unterschiede in der Aufnahme an verdaulicher Trockenmasse und verdaulicher Stärke.

Eine schwedische Arbeit untersuchte Futtermittel und deren Verarbeitung hinsichtlich Attraktivität für Milchvieh (SPÖRNDLY et al. 2006). In elf Kurzzeitversuchen konnten Kalbinnen zwischen verschiedenen Futtermitteln und verschiedenen Verarbeitungsarten wählen: Gerstenschrot, Rapsextraktionsschrot, hitzebehandelter Rapsextraktionsschrot, Sojaextraktionsschrot, gemahlene Luzerne, Rapsexpeller, Erbsenschrot, Weizenschrot, Weizenkleie, Haferschrot, Palmkernexpeller, Gerstenschrot mit verschiedenen Zusätzen (Melasse, Zucker, Milchpulver, Zuckerrübenbendicksaft, Kokosöl, Rapsöl, Palmöl, Glycerin, diverse Fettprodukte). Die Futtermittel wurden zweimal täglich in einer Menge von 1 Kilogramm vorgelegt, die Futteraufnahme gemessen und die Restfuttermenge bestimmt. Die Untersuchungen zeigten, dass es schwer ist, besonders bevorzugte Futtermittel eindeutig zu identifizieren. Die am meisten bevorzugten Futterkomponenten waren Pellets, hitzebehandelter Rapsextraktionsschrot, Gerste mit 10 % Rapsöl, Gerste mit 10 % Palmöl und Gerste mit 10 % Glycerin. Unter allen getesteten Futtermitteln wurde gemahlener Palmkernexpeller am wenigsten gern gefressen. Beim Vergleich von gemahlener Gerste mit Pellets wurden eindeutig die Pellets bevorzugt. Zwischen einzelnen Arten von Pellets waren keine Unterschiede festzustellen.

In einer kanadischen Übersichtsarbeit wurde die Wirkung verschiedener Verarbeitungs- und Behandlungsverfahren auf Gerste beschrieben (DEGHAN-BANADAKY et al. 2006):

- *Schroten* von Gerste vergrößert die Oberfläche und bietet den Mikroben eine große Angriffsfläche. Sehr fein geschrotete Gerste wird rascher fermentiert als grob gequetschte und kann aber die Leistung senken.
- *Gewalzte bzw. gequetschte* Gerste weist eine einheitlichere Struktur auf und enthält weniger Feinanteile als geschrotete Gerste.
- *Wärmebehandlung* mit Dampf vermindert die Staubbildung und die Entstehung feiner Partikel. Eine Verbesserung der Verdaulichkeit kann nicht immer unterstellt werden.

- *Dampfflockung* erhöht die Verdaulichkeit der Stärke gegenüber der Zerkleinerung im Walzenstuhl. Dadurch kann es aber auch zu einer schnelleren pH-Absenkung kommen. Andere Studien berichten aber wieder von keiner Verbesserung der Verdaulichkeit durch die Dampfflockung.
- *Pelletieren* soll den Stärkeabbau im Pansen erleichtern und die Stärke gelatinisieren. In Versuchen wurden meist steigende Milchleistungen bei der Verfütterung von Pellets gefunden, zum Teil wurde der Milchfettgehalt gesenkt. Andere Arbeiten berichten von einer sinkenden ruminalen Verdaulichkeit von Rohprotein und Stärke durch den Pelletierungsprozess.

Die Literaturangaben über die Verdaulichkeit im Pansen und im gesamten Verdauungstrakt sind sehr uneinheitlich. Leider gibt es keinen brauchbaren Parameter, der die Wirkung der Behandlungsverfahren auf Getreide klar beschreibt. Der Verarbeitungsindex (processing index = PI) wurde in dieser Arbeit als nicht tauglich bewertet, die Wirkung von Bearbeitungs- und Behandlungsmethoden auf Gerste ausreichend zu beschreiben.

Aus den beschriebenen Untersuchungen geht also hervor, dass Effekte durch die Art der Verarbeitung – Schrotten, Quetschen, Walzen, Dämpfen oder Toasten – nur beschränkt Einfluss auf die Verdaulichkeit und Wiederkäuergerechtigkeit ausüben. In einer kanadischen Untersuchung wurden die Unterschiede in der Verdaulichkeit von Getreidearten von ganzem im Gegensatz zu verarbeitetem Getreide betrachtet (MATHISON 1996):

- Für *Gerste* wurde festgestellt, dass junge Rinder ganze Gerste besser verdauen als ausgewachsene Rinder. In diversen Versuchen finden sich in der Fachliteratur eine verringerte Verdaulichkeit der organischen Masse um durchschnittlich 16,1 % (10 – 30 %) und von Stärke um durchschnittlich 37,2 % bei der Verfütterung ganzer Gerste im Vergleich zu gewalzter bzw. gequetschter Gerste. In einer anderen Untersuchung wurden einjährigen Maststieren ganze oder gequetschte Gerste (37 oder 90 % Kraftfutteranteil) gefüttert und die Kau- und Wiederkauaktivität gemessen. Dabei wurden keine Unterschiede in den Kauzeiten zwischen den Vorlageformen der Gerste, aber zwischen den beiden Kraftfutterniveaus festgestellt. In manchen Versuchen neigten Stiere zu Aufblähungen, die ganze Gerste erhielten. Die Gründe dafür sind weitgehend unbekannt, zumal bislang die Wahrscheinlichkeit für Pansenblähungen eher bei der Gabe fein vermahlener Gerste wegen der höheren Azidose-Neigung höher eingeschätzt wurde. Die optimale Partikelgröße für Gerste dürfte zwischen 1,5 und 2,5 mm liegen. Feinere Partikel bringen bessere Tageszunahmen, gröbere eine verbesserte Pansengesundheit.
- Wird *Hafer* ungeschrotet als ganzes Korn gefüttert, finden sich in mehreren Arbeiten Angaben über eine schlechtere Verdaulichkeit der organischen Masse um durchschnittlich 3 % und der Stärke um 4 – 6 %. Im Kot von Kälbern und Mastrindern, die zwei Drittel des Hafers ungeschrotet erhielten, fanden sich etwa 13 % ganze Körner wieder. Hafer dürfte, im Gegensatz zu anderen Getreidearten, auch ungeschrotet gut im Pansen aufgeschlossen werden. Untersuchungen bei Milchkühen zeigten keinen Effekt auf Milchleistung und Milchinhaltstoffe bei der

Verfütterung von ganzem oder geschrotetem Hafer. Die Schrotung von Hafer verbessert daher im Schnitt die Verdaulichkeit um etwa 10 %, wahrscheinlich nur um etwa 5 %. Daher wird der Schluss gezogen, dass die Kosten der Vermahlung von Hafer nicht gerechtfertigt sind.

- Für ganzen *Weizen* wird eine durchschnittliche Verdaulichkeit von 65 – 75 % angenommen. Geschroteter oder gequetschter Weizen ist jedoch zu 85 – 90 % verdaulich. Die Stärkeverdaulichkeit steigt dabei von 83 auf 99 % an. Wird Weizen ungeschrotet an Kälber oder Maststiere verfüttert, finden sich etwa 30 % der Körner im Kot wieder. Für Weizen ist daher eine Verarbeitung dringend geboten. Dampfbehandlungen oder die Technik des Extrudierens bringen keine Vorteile gegenüber der trockenen Vermahlung.
- Für *Körnermais* gelten die gleichen Regeln. Auch hier steht außer Streit, dass eine Verarbeitung geboten ist. Dampfbehandlungen sind aus wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll.

In einem Versuch mit 48 Holstein-Kühen an der Universität von Arizona (USA) wurden verschiedene Verarbeitungsarten von Hirse und Körnermais untersucht (SANTOS et al. 1999). Es wurde Hirse und Mais dampfflockt und Mais auch nach einer Dampfbehandlung über den Walzenstuhl gebrochen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden, tendenziell brachten die Tiere mit den dampfbehandelten Futtermitteln um 1,5 kg mehr Milchleistung. Die Futtermittelverwertung wurde durch die Bearbeitung der Körner nicht beeinflusst.

In einem kanadischen Versuch mit 14 Holstein-Kühen wurde Kraftfutter pelletiert und geschrotet gefüttert (von KEYSERLINGK 1998). Bei pelletiertem Kraftfutter waren Milchmenge, Milcheiweißgehalt und Eiweißmenge höher, der Milchfettgehalt aber niedriger als bei geschrotetem Kraftfutter. Der Pansen-pH-Wert lag bei pelletiertem Futter tiefer (6,58) als bei geschrotetem (6,79). Auf die Menge an flüchtigen Fettsäuren hatte die Kraftfutterart keinen Einfluss. Auch die Trockenmasse-Aufnahme blieb unbeeinflusst. Tendenziell nahmen die Tiere mit pelletiertem Futter jedoch mehr Energie auf.

In einem norwegischen Versuch wurde Milchkühen neben 6,7 kg Trockenmasse Grassilage auch 10 kg Trockenmasse Gerstenschrot als TMR viermal täglich gefüttert (PRESTLØKKEN et al. 2001). Das Kraftfutter war pelletiert bei 75 – 80 °C oder expandiert bei 125 – 130 °C und anschließend pelletiert. Das expandierte Futter erhöhte die Verdaulichkeit der Stärke im Pansen, was zu einer Erhöhung der flüchtigen Fettsäuren und zu einem tieferen Pansen-pH-Wert führte. Der Gehalt an Buttersäure nahm zu, der von Propionsäure nahm ab. Überdies nahm das Pansenvolumen durch das expandierte Futter zu. Die Verdauung von NDF war gegenüber dem pelletierten Futter niedriger. Keine Unterschiede gab es in der N-Synthese durch die Pansenmikroben. Milchmenge, Milchfett und Milcheiweißgehalt waren höher, sodass eine bessere Nährstoffversorgung durch expandiertes Futter anzunehmen war.

In einem Fütterungsversuch der Universität von Arizona (USA) mit 40 Milchkühen wurde Mais nach fünf verschiedenen Bearbeitungsverfahren bei 40 % Rationsanteil 56 Tage lang eingesetzt (YU et al. 1997). Der Körnermais wurde fein vermahlen, grob geschrotet, dampfflockt mit

Tabelle 5: Korngrößenverteilung von verarbeitetem Körnermais (YU et al. 1997)

Körnermais, Art der Verarbeitung	Siebmaschenweite, mm						Ø Teilchengröße mm		
	4	2	1	0,85	0,60	0,43		0,25	Boden
	% verbleibend im Sieb								
Fein ¹	0,70	9,90	35,80	10,00	14,60	10,00	8,60	10,40	1,18
Grob ²	11,72	39,55	29,00	3,07	3,86	3,58	3,56	5,67	2,42
Dampfgeflockt ³	45,37	27,93	13,72	2,05	3,25	2,82	2,56	2,31	3,84
Dampfgeflockt ⁴	63,87	25,30	5,76	0,75	1,12	0,99	0,99	1,22	4,70
Dampfgewalzt ⁵	81,03	12,34	3,39	0,46	0,66	0,64	0,66	0,84	5,30

¹ fein gemahlener Körnermais, 580 g/Liter

² grob geschroteter Körnermais, 618 g/Liter

³ dampfgeflockter Körnermais mit geringer Dichte, 309 g/Liter

⁴ dampfgeflockter Körnermais mit mittlerer Dichte, 361 g/Liter

⁵ dampfgewalzter Körnermais, 490 g/Liter

geringer Dichte, dampfgeflockt mit mittlerer Dichte und dampfgewalzt. Die Gruppe, die dampfgeflockten Körnermais mit mittlerer Dichte erhielt, brachte eine höhere Milchleistung als die anderen Gruppen (37,1 kg). Die Gruppe mit dem fein vermahlenden Körnermais erbrachte eine mittlere Milchleistung (35,5 kg), hatte eine bessere Futtermittelverwertung aber eine niedrigere Trockenmasseaufnahme. Bei den Gruppen mit dem grob geschroteten und dem gewalzten Körnermais war der Milchfettgehalt höher. Milcheiweißgehalt, fettfreie Trockenmasse sowie Eiweiß- und Laktosemenge unterschieden sich in allen Gruppen nicht. Die Stärkeverdaulichkeit im gesamten Verdauungstrakt war bei jenen Gruppen, die grob geschroteten und dampfgewalzten Körnermais erhielten (87,4 und 91,3 %), niedriger als im Mittel der anderen Gruppen (96,3 %).

Schlussfolgerungen

Getreide wird im Allgemeinen vor der Verfütterung an Rinder geschrotet. Durch diese Verarbeitung wird das Korn aufgebrochen und der Stärkekörper freigelegt. Die Verdaulichkeit des Getreides steigt dadurch außer bei Hafer stark an. Die Mischbarkeit mit anderen Futterkomponenten wie Extraktionsschroten, Mineralfutter und dergleichen wird verbessert.

Sehr feines Schroten verbessert die Verdaulichkeit, verstärkt aber die Staubbildung und senkt dadurch die Futteraufnahme. Eine vermehrte Gefahr der Pansenazidose gegenüber grobem Schrot ist nicht generell festzustellen, wobei alle Versuchsergebnisse aus Versuchen mit TMR stammen.

Spezielle Behandlungsverfahren mit Hitze und Dampf erhöhen die Verdaulichkeit der Stärke zusätzlich. Der finanzielle Aufwand ist jedoch nur bei Kälberfutter gerechtfertigt. Pelletierung verhindert die Entmischung der einzelnen Futterkomponenten. Pellets werden gegenüber Schroten lieber aufgenommen, die Futteraufnahme ist somit höher. Durch die Erhitzung während des Pelletierens wird das Futter hygienisiert und die Stärke teilweise gelatinisiert. Dies bringt Vorteile für die Haltbarkeit und Verdaulichkeit. Durch das höhere spezifische Gewicht gegenüber Schroten kann mehr Futter bei gleichem Volumen transportiert werden.

Auf dem landwirtschaftlichen Betrieb ist die Schrotung die gängigste Verarbeitungsart. Zu feines Vermahlen sollte auf jeden Fall vermieden werden. Dies wird durch großmaschige Mühlensiebe (5 mm Lochdurchmesser) und geringe Motordrehzahl der Mühle erreicht. Bei dieser Vorgangsweise wird eine Erwärmung des Futters weitgehend vermieden

und hoher Staubanteil am effektivsten verhindert. Zur Staubbildung sollte zudem stets 1 % Futteröl beigemischt werden. Das Quetschen von Rinderfutter bringt gegenüber dem Schroten keine Vorteile. Im Mittel sollten die Kraftfutterteilchen 2,5 mm Größe aufweisen (mittelgrob), was mit einem Kraftfutterschüttelsieb vor Ort einfach zu überprüfen ist. Wichtig ist auch die Kontrolle der Kraftfütterzuteilung vor Ort durch Abwiegen der Futtermengen, die pro Schaufel mit der Hand zugeteilt werden. Bei Kraftfütterautomaten muss regelmäßig überprüft werden, ob die an der Station eingegebene Menge mit der tatsächlich ausdosierten übereinstimmt. Spätestens bei einem Futterwechsel ist dies zu kontrollieren, da sich sowohl selbst erzeugte Mischfutter, besonders aber Fertigfuttersorten, in ihrem spezifischen Gewicht stark unterscheiden können.

Literaturverzeichnis

CHESTER-JONES, H.D., M. ZIEGLER und J.G. MEISKE, 1991: Feeding whole or rolled corn with pelleted supplement to Holstein steers from weaning to 190 kilograms. *J. Dairy Sci.* 74, 1765-1771.

DEGHAN-BANADAKY, M., R. CORBETT und M. OBA, 2007: Effects of barley grain processing on productivity of cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 137, 1-24.

FERREIRA, F.A., R. PASSINI, L.M.O. BORGATTI, R.T.Y.B. DE SOUZA, P.M. MEYER und P.H.M. RODRIGUES, 2007: Effect of maize processing on diet selection in cows. *Livest. Sci.* 112, 151-160.

FIRKINS, J.L., M.L. EASTRIDGE, N.R. ST-PIERRE und S.M. NOFTS-GER, 2001: Effect of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 79, E218-E238.

GARDNER, W.C., M.A.G. VON KEYSERLINGK, J.A. SHELFORD und L.J. FISHER, 1997: Effect of feeding textured concentrates with alfalfa cubes to lactating dairy cows producing low fat milk. *Can. J. Anim. Sci.* 77, 735-737.

JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 2008: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Aufl., Eugen Ulmer GmbH. & Co, Stuttgart, 281-291.

MATHISON, G.W., 1996: Effects of processing on the utilization of grain by cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 58, 113-125.

McGREGOR, G., M. OBA, M. DEGHAN-BANADAKY und R. CORBETT, 2007: Extent of processing of barley grain did not affect productivity of lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 138, 272-284.

OFFNER, A., A. BACH und D. SAUVANT, 2003: Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106, 81-93.

- PRESTLØKKEN, E. und O.M. HARSTAD, 2001: Effects of expanding a barley-based concentrate on ruminal fermentation, bacterial N synthesis, escape of dietary N, and performance of dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 90, 227-246.
- SADRI, H., G.R. GHORBANI, M. ALIKHANI, M. BABAEI und A. NIKKHAH, 2007: Ground, dry-rolled and steam-processed barley grain for midlactation Holstein cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 138, 195-204.
- SANTOS, J.E.P., J.T. HUBER, C.B. THEURER, L.G. NUSSIO, M. TARRAZON und F.A.P. SANTOS, 1999: Response of lactating dairy cows to steam-flaked Sorghum, steam-flaked corn, or steam-rolled corn and protein sources of differing degradability. *J. Dairy Sci.* 82, 728-737.
- SOLTANI, A., G.R. GHORBANI, M. ALIKHANI, A. SAMIE und A. NIKKHAH, 2009: Ground versus steam-rolled barley grain for lactating cows: A clarification into conventional beliefs. *J. Dairy Sci.* 92, 3299-3305.
- SPÖRNDLY, E. und T. ASBERG, 2006: Eating rate and preference of different concentrate components for cattle. *J. Dairy Sci.* 89, 2188-2199.
- SVIHUS, B., A.K. UHLEN und O.M. HARSTAD, 2005: Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value on cereal starch: A Review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 122, 303-320.
- THOMAS, M. und A.F.B. VAN DER POEL, 1995: Physical quality of pelleted animal feed. 1. Criteria for pelleted quality. *Anim. Feed Sci. Technol.* 61, 89-112.
- THOMAS, M., D.J. VAN ZUILICHEM und A.F.B. VAN DER POEL, 1996: Physical quality of pelleted animal feed. 2. Contribution of processes and its conditions. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64, 173-192.
- THOMAS, M., T. VAN VLIET und A.F.B. VAN DER POEL, 1997: Physical quality of pelleted animal feed. 3. Contribution of feedstuff components. *Anim. Feed Sci. Technol.* 70, 59-78.
- VAN KEYSERLINGK, M.A.G., W.C. GARDNER, L.J. FISHER und J.A. SHELFORD, 1998: A comparison of textured versus pelleted concentrates on rumen degradability, dry matter intake, milk yield and composition in lactating Holstein cows. *Can. J. Anim. Sci.* 78, 219-224.
- YAMDAGNI, S., R.G. WARNER und J.K. LOOSLI, 1967: Effects of pelleting concentrate mixtures of varying starch content on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 50, 1606-1611.
- YU, P., J.T. HUBER, F.A.P. SANTOS, J.M. SIMAS und C.B. THEURER, 1998: Effects on ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81, 777-783.

Erhebungen von Körpermaßen und BCS im Laktationsverlauf und ihre Beziehungen zu Lebendmasse und Energiebilanz

Investigation of body measurements and BCS during lactation and their relationships to live weight and energy balance

Maria Ledinek¹ und Leonhard Gruber^{2*}

Zusammenfassung

Dieser Beitrag untersucht Energiebilanz, Lebendmasse, Körpermaße und BCS sowie Zusammenhänge zwischen diesen Merkmalen im Laufe der Laktation. Weiters werden Schätzformeln für die Lebendmasse von Milchkühen entwickelt und der Einfluss des Laktationsstadiums auf diese Parameter erörtert.

Die Datenerhebung lief über ein gesamtes Jahr im LFZ Raumberg-Gumpenstein. Die Rassen waren Fleckvieh (FV100), Holstein (HF100) und Kreuzungen zwischen Holstein, Fleckvieh und Brown Swiss. Je 63 Kühe standen an 11 regelmäßig verteilten Erhebungsterminen im Versuch. Die grundfutterbasierte und mit Kraftfutter ergänzte Ration war tierindividuell, bedarfsgerecht und *ad libitum* gestaltet.

Die Rasse wirkte sich weder auf die Energiebilanz, noch auf deren Laktationsverlauf aus. Genauso trat auch keine Wechselwirkung Rasse × Zeit (Laktationsstadium) bei Lebendmasse und BCS auf. Lebendmasse und BCS sanken mit steigender Milchbetonung von FV100 (730 kg; 3,57 Pkt.) zu HF100 (613 kg; 2,76 Pkt.). FV100 unterscheidet sich damit signifikant von allen HF(-Kreuzungen). Bereits 12,5 % FV-Anteil bei HF bewirkte eine signifikant höhere Lebendmasse und einen tendenziell höheren BCS als bei HF100. Die Veränderungen der Parameter im Laktationsverlauf waren signifikant. Die Lebendmasse steigt im Gegensatz zum BCS bereits vor dem Erreichen der positiven Energiebilanz an. In der Trockenstehzeit korrelieren Lebendmasse und die meisten Körpermaße besonders mit dem BCS stärker als in der Laktation.

Die zwei Lebendmasseschätzmodelle mit den drei Körpermaßen Bauch- und Brustumfang sowie BCS bzw. Brusttiefe hatten den geringsten RMSE (17,0 bzw. 18,7 kg). Die Regressionskoeffizienten der Körpermaße verändern sich im Laktationsverlauf.

Schlussfolgerungen: Besonders BCS und Lebendmasse zeigen deutliche Rassenunterschiede, abhängig von der Höhe des Fremdgenanteils und der Milchbetonung der Fremdrasse. Der BCS beschreibt den Energiestatus des Tieres besser als die Lebendmasse. Größere Ausmaße von Brust- und Bauchumfang, Brusttiefe und hinterer

Summary

This paper characterizes the changes of energy balance, live weight, body measurements and BCS during lactation as well as their interrelationships. Furthermore live weight is predicted and the influence of stage of lactation is discussed.

Data were derived from dairy cows of AREC Raumberg-Gumpenstein consisting of the breeds Simmental (FV100), Holstein (HF100) and crossbreeds of Holstein, Simmental and Brown Swiss. The parameters were measured during 11 experimental periods (63 cows each) over a whole year. Ration was forage-based with concentrate supplementation to meet individual requirements. The feedstuffs were offered separately and *ad libitum*.

Breed failed to influence energy balance and its development during lactation. Interaction breed × time (stage of lactation) didn't exist for live weight and BCS, too. Live weight and BCS decreased significantly with increasing genetic potential for milk performance from FV100 (730 kg, 3.57 points) to HF100 (613 kg, 2.76 points). So FV100 differed significantly from all HF groups. A genetic proportion of only 12.5 % Simmental in Holstein cows caused a significantly higher live weight and tendentially more BCS compared to HF100. Changes of parameters during lactation were significant. In contrast to BCS, live weight started to increase while energy balance was still negative. In the dry period correlation coefficients between live weight and most body measurements were higher, especially the relationship to BCS.

The two models for live weight prediction with three body measurements as regression variates (belly girth, hearth girth, BCS or chest depth) had smallest RMSE (17.0 and 18.7 kg, respectively). Regression coefficients changed during lactation.

In conclusion it can be stated that breeds differ especially in BCS and live weight, depending on genetic proportion and their genetic potential of milk production. BCS describes mobilisation and recovering of body reserves better than live weight. During the dry period bigger belly girth, heart girth, body width and chest depth depend more on fatness than on actual size of bones compared to lactation. Furthermore the physiological stage seems

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

² LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning

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

Körperbreite sind in der Trockenstehzeit stärker mit Verfettung verbunden als in der Laktation. Der Einfluss der Körpermaße auf die Lebendmasse verändert sich im Laktationsverlauf und spricht ebenfalls für einen physiologischen Hintergrund dieser Entwicklungen.

Schlagwörter: Lebendmasseschätzung, Fleckvieh, Mobilisation, Brustumfang, physiologisches Stadium

to influence the development of regression coefficients and therefore seems to change the influence of body measurements on live weight during lactation.

Keywords: prediction of live weight, Simmental, heart girth, mobilisation, physiological stage

1. Einleitung

Die Zucht von Milchkühen mit hohem Milchleistungspotential bewirkte eine verkürzte Nutzungsdauer, sowie schwerere und größere Tiere mit einem höheren Erhaltungsbedarf (KROGMEIER 2009). Eine 850 kg schwere Kuh müsste 8.100 kg Milch pro Jahr geben, um die Futtermittelkonvertierungseffizienz einer 550 kg schweren Kuh mit 5.900 kg Milch zu erreichen (STEINWIDDER 2009). Nach GRUBER et al. (2004) erhöht sich die Gesamtfuttermittelaufnahme pro kg Milchleistung nur um 0,22 kg. Daher ist eine höhere Energiekonzentration für die Deckung des zusätzlichen Nährstoffbedarfes nötig. Auf dieser Basis berechnete STEINWIDDER (2009) einen Kraftfutteranteil von 18 % für eine 550 kg schwere Kuh, aber einen Anteil von 27 % für eine Kuh mit 850 kg. Ohne diese Steigerung der Energiekonzentration erreichen schwere Kühe entweder die gewünschte Milchleistung nicht und verlieren daher an Effizienz, oder die Milchleistung basiert verstärkt auf der Mobilisation von Körperreserven. GRUBER (2013) hat auf Basis der Nährstoffbedarfsempfehlungen der GfE (2001) errechnet, dass Kühe im Durchschnitt um 844 kg ECM mehr leisten müssen, wenn ihre Lebendmasse um 100 kg ansteigt, um die gleiche Nährstoffeffizienz (4,75 MJ NEL pro kg ECM) zu erreichen. THOMET et al. (2002) und STEINWIDDER (2009) schließen, dass für eine zukünftig effiziente Ressourcennutzung die Einbeziehung der Lebendmasse in der Milchviehzucht nötig ist. Das Abwägen der Tiere ist jedoch unter Praxisverhältnissen schwierig (BANOS und COFFEY 2012). Daher ist eine Schätzung der Lebendmasse mit Körpermaßen sinnvoll. Bindet die Zucht Futtereffizienz ein, werden stark mobilisierende Tiere bevorzugt. Daher ist auch eine Einbeziehung der Körperkondition wichtig (VAL-LIMONT et al. 2011). Die Erhebung der Körpermaße setzt jedoch besonders die Beachtung des Einflusses von Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium voraus.

Diese Arbeit befasst sich mit den Zusammenhängen von Energiebilanz, Lebendmasse, Körpermaßen und BCS von Milchkühen in der Laktation. Besonders wird der Einfluss des Laktationsstadiums und dessen physiologische Hintergründe berücksichtigt. Auch Rassen mit unterschiedlichem Milchleistungspotential fließen ein. Zusätzlich werden Schätzformeln für die Lebendmasse von Milchkühen vorgestellt.

2. Literaturzusammenfassung

Grundsätzlich regeln Homöostase und Homöorhese die Verteilung der aufgenommenen Nährstoffe zu verschiedenen Geweben (Fett-, Muskel- und Eutergewebe, Embryo). Die Homöostase erhält gegenüber der Umwelt die Funktionen des Organismus in einem gewissen physiologischen Gleichgewicht oder Sollzustand aufrecht. Die Homöorhese gewährleistet hingegen langfristig ein gewisses physio-

logisches Stadium, wie z.B. Trächtigkeit und Laktation (BAUMAN und CURRIE 1980, STANGASSINGER 2003, MARTENS 2012). Hormone regeln die Aufrechterhaltung eines physiologischen Zustandes sowie die Sensibilität von Gewebe auf diese Botenstoffe (STANGASSINGER 2003). Danach richtet sich auch die Nährstoff- und Energieversorgung einzelner Gewebearten.

In der Trächtigkeit regeln Fötus und fötale Membranen selbst die Nährstoffverteilung zu Conceptus (Fötus und fötale Membranen), Milchdrüsen und Uterus (BAUMAN und CURRIE 1980).

Zu Laktationsbeginn verändern sich der Stoffwechsel und die Versorgung der unterschiedlichen Gewebe einer Kuh stark. Einerseits muss das Tier seinen Eigenbedarf decken und andererseits auch den Bedarf für die Milchsynthese (STANGASSINGER 2003). Weiters ist das neue physiologische Stadium Laktation aufrecht zu erhalten (BAUMAN und CURRIE 1980, STANGASSINGER 2003). Obwohl die Futtermittelaufnahme der Kuh in der frühen Laktation ansteigt, mobilisiert sie für den Nährstoffbedarf der Milchsynthese Fett aus dem Fettgewebe, Proteine aus dem Skelettmuskel, Mineralstoffe aus dem Skelett und Glycogenreserven (BAUMAN und CURRIE 1980, STANGASSINGER 2003). Mit einer optimierten Ernährung sollte eine negative Energiebilanz nur 6 bis 7 Wochen dauern, um negative Auswirkungen auf Fruchtbarkeit, Milchleistung und Stoffwechsel zu vermeiden (KIRCHGESSNER et al. 2011). Die negative Energiebilanz zeigt sich in erhöhten (Blut-)Werten von freien Fettsäuren aus der Lipolyse, von Ketonkörpern durch den Oxalacetatmangel im Zitronensäurezyklus und von Triglyceriden im Lebergewebe. Sie steigert die Wahrscheinlichkeit für Fettlebersyndrom und Ketose (LINS et al. 2003). Ein in der Laktation stark ausgeprägter Tiefpunkt des Body Condition Score (BCS) verursachte eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine längere Serviceperiode. Eine geringere BCS-Bewertung bei der Besamung verringerte die Wahrscheinlichkeit einer Trächtigkeit (PATTON et al. 2007).

Die Unterschiede zwischen kombinierten Rassen und milchbetonten Rassen beruhen auf der unterschiedlichen Verteilung der Nährstoffe auf Milch und Körpergewebe. Höherleistende Tiere wiesen höhere Konzentrationen von Wachstumshormon (GH) und ein höheres GH/Insulin-Verhältnis im Blut während der Laktation auf. In der Trockenstehzeit hatten sie geringere Thyroxinwerte als wenig leistende Kühe (HART et al. 1978, HART et al. 1979). Die Milchmenge korrelierte negativ mit Thyroxin und positiv mit dem GH/Insulin-Verhältnis. Die Lebendmasse hing hingegen positiv mit Insulin zusammen und negativ mit GH. GH war mit der Konzentration der freien Fettsäuren positiv korreliert (HART et al. 1979). Es verlagert Nährstoffe von Geweben zur Milchproduktion und steigert diese dadurch (HART 1983).

Besonders in der frühen Laktation neigen HF dazu, mit steigendem Kraftfutteranteil noch mehr von der zusätzlich aufgenommenen Energie der Milchproduktion zuzuführen, und nicht dem Körpergewebe. Die Unterschiede zu weniger milchleistenden Rassen gehen gegen Laktationsende jedoch zurück (YAN et al. 2006). Besonders in der frühen Laktation sind Mechanismen zur Dämpfung des GH-Blutspiegels verringert (RADCLIFF et al. 2003). Bei nordamerikanischen HF dauert diese sogenannte Entkopplung der somatotropen Achse länger als bei neuseeländischen HF. Die nordamerikanischen HF geben mehr Milch, verlieren auch mehr BCS, selbst bei verbessertem Futterangebot (LUCY et al. 2009).

Auch die Lebendmasse der Milchkühe unterliegt Schwankungen. Grundsätzlich steigt sie besonders im letzten Trächtigkeitstertel und darauffolgend in der Trockenstehzeit an (BELL et al. 1995). Dem punktuellen Gewichtsverlust durch die Abkalbung folgen eine Abnahme an Lebendmasse ca. bis zur 8. Laktationswoche und danach ein sich steigernder Zuwachs (DILLON et al. 2003). Bei Untersuchungen der Körperzusammensetzung von Milchkühen in unterschiedlichen physiologischen Stadien erreichen die Tiere um den 77. Laktationstag den geringsten Körperenergiegehalt (ANDREW et al. 1994).

Daher hängen Lebendmasse und Körperzusammensetzung vom physiologischen Stadium ab: im letzten Trächtigkeitstertel durch Uterus, Euterentwicklung und Abkalbung; im 1. Laktationsdrittel durch Futteraufnahme, verstärkte Mobilisation und Wassereinlagerung; gegen Laktationsende durch sinkende Futteraufnahme und Ansatz von Fettreserven (ANDREW et al. 1994).

Zu Laktationsbeginn beeinflussen das Ausmaß an mobilisierbarem Gewebe und die Energieversorgung nach der Abkalbung den Abbau der Lebendmasse. Wie viel Gewebe mobilisierbar ist, hängt wiederum von der Energieversorgung vor der Abkalbung ab. Präpartal unterversorgte Tiere mobilisieren stärker vor der Abkalbung, aber schwächer danach. Präpartal überversorgte und somit verfettete Kühe bauen die großen Fettreserven metabolisch und hormonell reguliert schneller ab (GRUBER et al. 2014). Dies verursacht Fruchtbarkeits- und Gesundheitsprobleme. Aufgrund der vielen Einflüsse reicht die Veränderung der Lebendmasse für die Einschätzung des Energiestatus einer Kuh nicht aus (ANDREW et al. 1994, LINS et al. 2003). Die Anwendung des BCS umgeht dieses Problem (LINS et al. 2003).

Zur Schätzung der Lebendmasse mit Körpermaßen ist die relevante Literatur nicht sehr umfangreich. Die meisten Arbeiten befassen sich mit der Rasse HF (OTTO et al. 1991, HEINRICHS et al. 1992, YAN et al. 2009, BANOS und COFFEY 2012). Nur ENEVOLDSEN und KRISTENSEN (1997) schätzen die Lebendmasse anhand von Hüfthöhe, Hüftbreite und BCS, getrennt für HF und Dänische Jersey. HEINRICHS et al. (1992) arbeiteten mit Brustumfang, Widerristhöhe, Hüftbreite und Körperlänge von Kalbinnen. Alle anderen Schätzformeln beziehen sich auf laktierende Kühe. YAN et al. (2009) verwenden Bauchumfang, Brustumfang, Körperlänge und Widerristhöhe. BANOS und COFFEY (2012) nutzten in der endgültigen Formel Brustbreite, Kreuzhöhe, Körpertiefe und Milchcharakter (Winkel und Öffnung der Rippen sowie Knochenqualität). Da sich die Gestalt des Tieres durch Wachstum, Mobilisation, Verfettung und Trächtigkeit im Laufe der Laktation

verändert, beeinflusst das physiologische Stadium die Beziehung von Körpermaßen zur Lebendmasse (WALL et al. 2005). Mögliche Veränderungen der Regressionskoeffizienten von Körpermaßen im Laufe der Laktation blieben bis jetzt in der Literatur unberücksichtigt.

Daher beschäftigt sich die vorliegende Arbeit auch besonders mit dem Einfluss des Laktationsstadiums auf Körpermaße und Lebendmasse.

3. Material und Methoden

Versuchsdesign

Der Versuch dauerte von März 2012 bis Februar 2013. Die Erhebungen fanden an 11 fünftägigen Terminen statt, um den Einfluss von Trockenstehzeit und Laktation zu erfassen, d.h. eine ganze Zwischenkalbezeit. Pro Termin waren 63 Kühe beteiligt. Die Abkalbungen waren auf die gesamte Versuchszeit verteilt. Daher ergibt ein Messtermin für jedes Tier eine Momentaufnahme der erhobenen Parameter innerhalb der Trockenstehzeit bzw. Laktation. Die Kühe repräsentieren mit Fleckvieh (FV) und Holstein (HF) 2 Nutzungstypen unterschiedlicher Lebendmasse. Übergänge zwischen diesen Typen ergeben sich aus Kreuzungen von FV, HF und Brown Swiss (BS) unterschiedlich hoher Fremdgenanteile.

Fütterung und Haltung

Die Kühe wurden im Forschungsstall (Liegeboxenlaufstall) des LFZ Raumberg-Gumpenstein gehalten.

Die Vorlage der Grundfuttermittel erfolgte getrennt, *ad libitum* und tierindividuell an Einzelfressplätzen (Calan-Gates). Für jedes Tier, jedes Futtermittel zu jeder Fütterungszeit ergab sich aus den Ein- und Rückwaagen die tägliche Futteraufnahme. Kraft- und Mineralfuttermittel wurden im Kraftfutterstand verabreicht. Dort wog gleichzeitig eine automatische Waage die Kühe.

Bezogen auf die Trockenmasse wurde die Grundfütterration wie folgt zeitlich angepasst:

Trockenstehzeit: 30 % Heu, 70 % Grassilage

Vorbereitung (-28. bis -1. Tag vor der Abkalbung):

- 30 % Heu
- 70 – 40 % Grassilage
- 0 – 30 % Maissilage

Laktation (1. bis 308. Laktationstag):

- 30 % Heu
- 30 – 70 % Grassilage
- 40 – 0 % Maissilage

Komponenten des Energiekraftfutters: 24 % Gerste, 25 % Mais, 8 % Trockenschnitzel, 8 % Weizen, 5 % Weizenkleie, 15 % Sojaextraktionsschrot und 15 % Rapsextraktionsschrot.

Komponenten des Proteinkraftfutters: 45,5 % Sojaextraktionsschrot, 44,5 % Rapsextraktionsschrot, 5 % kohlen-saurer Kalk, 2 % Mineralstoffmischung und 2 % Viehsalz.

Die Ration war bedarfsgerecht nach den Empfehlungen der GfE (2001) ausgelegt. Die Tiere erhielten täglich 30 g Viehsalz, in der Laktation zusätzlich 50 g Futterkalk und 60 g Mineralstoffmischung (Garant Rimir Phos mit 6 % Ca, 12 % P, 6 % Mg und 8 % Na).

Die Fütterungszeiten waren 04:00 und 14:30 Uhr. Die Melkung fand zweimal täglich um 04:30 Uhr und 16:00 Uhr in einem 2 × 4 Autotandem-Melkstand statt. Milchmengenmessung und Probenahme erfolgten täglich während eines fünftägigen Termins (Qualitätslabor St. Michael).

Körpermaße und BCS

Einmal pro Termin wurden die Tiere während der Morgenfütterung nach dem Melken vermessen und deren BCS bestimmt. Fünf Personen beurteilten nach dem 5-Punkte-System nach EDMONSON et al. (1989). Unter Berücksichtigung des Beurteilereffektes ergeben die Bewertungen einen Wert pro Tier und Termin. Folgende Körpermaße wurden mit Maßband oder Kuhmessstock erhoben (UTZ 1998, ergänzt LEDINEK):

- **Brustumfang:** direkt hinter Vorderhand
- **Bauchumfang:** umfangsreichste Stelle
- **Brusttiefe:** direkt hinter Vorderhand
- **Mittelhandlänge:** Widerrist- bis Kreuzhöhe
- **hintere Körperbreite:** auf Höhe des Kniegelenkes

Futtermittelanalyse

Täglich wurden aus Ein- und Rückwaagen Proben für alle Futtermittel entnommen. Die Bestimmung der Trockenmasse (TM) von Mais- und Grassilage erfolgte täglich (104 °C für 24 h), für Heu und Kraftfutter aus Sammelpuben pro Termin. Für die Nährstoffanalyse waren die Tagesproben für jeden Termin gepoolt. Die Gerüstsubstanzen wurden nach VAN SOEST et al. (1991) analysiert. Die Richtlinien der VDLUFA (1976) gelten für TM, Weender-Analyse und für die enzymlösliche organische Substanz (ELOS). Rohprotein (XP) wurde mittels Kjeltac 2400, Rohfett (XL) mittels Soxtec 2050 und die Gerüstsubstanzen mittels VLP FIWE 6 im Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein analysiert.

Berechnung von Parametern

Die Energiebewertung erfolgte für Heu, Gras- und Maisilage nach den Angaben der GfE (2008 und 2001), für Kraftfuttermittel nach der GfE (2009 und 2001) sowie nach den Futterwerttabellen der DLG (1997).

Der Gehalt an nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) wurde mit UDP-Werten (im Pansen unabbaubares Protein) der DLG-Futterwerttabellen (DLG 1997) nach der GfE (2001) bestimmt.

Die Berechnung des Energiebedarfes der Kühe (GfE 2001) berücksichtigte den Bedarf für Erhaltung, für Milchleistung, für Trächtigkeit und für den Ansatz im Euter. Der nXP-Bedarf enthält nur Erhaltungs- und Milchleistungsbedarf. Der Trächtigkeitssatz an Protein ist für die Berechnung nicht relevant, weil die Erzeugung an Mikrobenprotein im Pansen den Bedarf des Wirtstieres übersteigt (GfE 2001).

Die tägliche Energiebilanz ist die Differenz von Aufnahme und Bedarf. Die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) ergibt sich nach der Formel der GfE (2001).

Für jedes Tier wurden die Parameter pro Termin arithmetisch gemittelt. Der Einfluss der Tageszeit der Wägung auf die Lebendmasse und des Beurteilers auf den BCS wurden davor berücksichtigt.

Beschreibung tier- und futterbedingter Parameter

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Parameter.

Die durchschnittliche Ration in der Laktation enthielt pro kg TM 152 g XP (Rohprotein), 384 g NDF (Neutral-Detergenzienfaser) und 6,46 MJ NEL und führte zu einer beinahe ausgeglichenen RNB pro kg ($0,82 \pm 1,47$ g/kg TM). Ein kg Grundfutter enthielt 5,98 MJ NEL, 126 g XP und 461 g NDF.

Der Futterverzehr lag bei 12,5 kg TM Grundfutter, 5,4 kg TM Kraftfutter und insgesamt 17,9 kg TM pro Tag, wobei die Unterschiede zwischen den Einzeltieren groß waren.

Die Menge an energiekorrigierter Milch (ECM) schwankte zwischen 2,1 und 51,2 kg und erfasste somit Kühe in allen Leistungs- und Laktationsstadien. Die durchschnittliche NEL-Aufnahme lag in der Laktation bei 116,4 MJ/d ($53,3 - 181,0$ MJ/d), der durchschnittliche NEL-Bedarf bei 117,7 MJ/d. Die Spannweite der Energiebilanz zeigt jedoch, dass Aufnahme und Bedarf nicht immer miteinander einhergehen. So waren manche Tiere stark unter- bzw. überversorgt ($-103,3 - 68,4$ MJ NEL/d). Einerseits stammen diese Daten von frischabgekalbten, höchstlaktierenden Tieren mit geringer Futteraufnahme, andererseits von spätlaktierenden Tieren. Durchschnittlich war die Energiebilanz in der Laktation nahezu ausgeglichen ($-0,5$ MJ NEL/d).

Die durchschnittliche Kuh wog ca. 650 kg, hatte einen Brustumfang von 203 cm und einen Bauchumfang von 248 cm sowie eine Brusttiefe von 78 cm. Die Mittelhand war 95 cm lang und die hintere Körperbreite betrug 53 cm. Mit einem BCS von 2,97 lag die durchschnittliche Kuh im mittleren BCS-Bereich. Unterschiede zwischen Einzeltieren waren jedoch sehr groß.

Statistische Auswertung

Der gesamte Datensatz enthält 614 Einzeldatensätze (90 Kühe), davon 84 % von laktierenden Tieren.

FV100 steht für 14 FV-Kühe mit < 7,5 % Fremdgenanteil. HF_FV12.5 betrifft 9 HF-Tiere mit einem Fleckviehanteil von 12,5 %. HF_BS50 besteht aus 15 HF mit einem Fremdgenanteil von 50 % BS. HF_BS25 betrifft 19 HF mit einem BS-Fremdgenanteil von 25 % und HF100 33 reinrassige HF mit ≤ 8,5 % Fremdgenanteil.

Die Anzahl der Datensätze sinkt mit steigender Laktationszahl, was z.T. auf Abgänge älterer Kühe und Einstellungen erstlaktierender Tiere zurückzuführen ist. 34 % der Daten betreffen die 1. Laktation, 28 % die 2., 24 % die 3. und 13 % die Kategorie Laktationszahl ≥ 4.

Der fixe Effekt Zeit kombiniert zweiwöchige Abschnitte der Trockenstehzeit mit den Laktationsmonaten für eine gemeinsame Auswertung.

Die Auswertung basiert auf der Procedure mixed des Programmes SAS 9.22 (2010; Version 9.22, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit der Varianzkomponentenschätzung Methode REML, der Freiheitsgradapproximation nach Kenward-Roger und der nach dem Akaike-Informationskriterium (AIC) ausgewählten Kovarianzstruktur VC. Als Signifikanzniveau für die paarweisen Mittelwertvergleiche

Tabelle 1: Charakterisierung von futter- und tierbedingten Parametern in der Laktation

Parameter	Einheit	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Variationskoeff.	Minimum	Maximum
Nährstoffkonzentration im Grundfutter							
XP	g/kg TM	517	126	13	10,5	88	165
NDF	g/kg TM	517	461	17	3,6	414	495
NEL	MJ/kg TM	517	5,98	0,19	3,2	5,60	6,36
Nährstoffkonzentration im Gesamtfutter							
XP	g/kg TM	517	152	15	9,7	100	193
RNB	g/kg TM	517	0,82	1,47	177,8	-4,84	5,80
XF	g/kg TM	517	200	34	16,8	135	271
NDF	g/kg TM	517	384	45	11,8	308	476
NEL	MJ/kg TM	517	6,46	0,37	5,7	5,52	7,06
Futteraufnahme							
Grundfutter	kg TM/d	517	12,47	2,17	17,4	6,35	18,10
Krautfutter	kg TM/d	517	5,40	3,53	65,4	0,13	12,95
Gesamtfutter	kg TM/d	517	17,87	3,57	20,0	8,50	27,02
Milchleistung und Energieversorgung							
ECM	kg/d	506	24,00	7,20	30,0	2,1	51,2
Energieaufnahme	MJ/d	517	116,4	27,4	23,5	53,3	181,0
Energiebedarf	MJ/d	506	117,7	23,2	19,7	49,9	207,8
Energiebilanz	MJ/d	506	-0,5	22,0	-4.241,0	-103,3	68,4
Lebendmasse, Körpermaße und BCS							
Lebendmasse	kg	517	649	80	12,3	474	887
Brustumfang	cm	511	203	8,5	4,2	178	230
Bauchumfang	cm	511	248	12,1	4,9	216	286
Brusttiefe	cm	511	78	2,8	3,6	70	87
Mittelhand	cm	511	95	5,7	6,0	74	108
hintere Körperbreite	cm	511	53	3,0	5,7	46	65
BCS	Pkt.	516	2,97	0,41	13,8	1,61	4,34

nach Tukey-Kramer wurde ein Alpha von 0,05 herangezogen.

Das Schätzmodell für die Auswertung aller Parameter lautet (Teil 1):

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + L_j + Z_k + (R \times Z)_{ik} + T(R)_i + \epsilon_{ijklm}$$

Y_{ijklm} = Beobachtungswert des abhängigen Parameters
 μ = Intercept
 R_i = fixer Effekt der Rasse i (i = 1, 2, 3, 4, 5)
 L_j = fixer Effekt der Laktationszahl j (j = 1, 2, 3, ≥ 4)
 Z_k = fixer Effekt der Zeit (k = -10, -8, -6, -4, -2, 1, 2, ..., 11, 12)
 $(R \times Z)_{ik}$ = Wechselwirkung zwischen Rasse i und Zeit k
 $T(R)_i$ = zufälliger Effekt Tier genestet in der Rasse
 ϵ_{ijklm} = Restkomponente

Das Modell für die Schätzung der Lebendmasse und Testung der Körpermaße lautet (Teil 2):

$$LM_{ijklmn} = \mu + R_i + L_j + Z_k + \sum b_l \times X_l + T(R)_m + \epsilon_{ijklmn}$$

LM_{ijklmn} = Beobachtungswert des abhängigen Parameters Lebendmasse
 b_l = linearer Regressionskoeffizient des l-ten Körpermaßes bzw. BCS oder RFD X_l

Die Wechselwirkung Rasse \times Zeit war im Lebendmasseschätzmodell nicht signifikant, genauso wie die qua-

dratischen Effekte der Regressionskoeffizienten für die Körpermaße. Auch bei YAN et al. (2009) führten quadratische Effekte zu keiner Verbesserung und bei BANOS und COFFEY (2012) ergaben sich ebenfalls nur lineare Regressionskoeffizienten.

Die Zeit floss als fixer Effekt ein. Dies erfasst Veränderungen des Einflusses von Körpermaßen auf die Lebendmasse durch unterschiedliche physiologische Stadien. Andere Studien berücksichtigen diese Zusammenhänge nicht (ENEVOLDSEN und KRISTENSEN 1997, YAN et al. 2009, BANOS und COFFEY 2012). WALL et al. (2005) wiesen in ihrer Untersuchung genau auf dieses Problem hin.

Zuerst wurde der Einfluss aller Körpermaße auf die Lebendmasse einzeln getestet, danach ein Körpermaß nach dem anderen hinzugefügt, beginnend mit dem geringsten AIC-Wert und dem geringsten Schätzfehler (RMSE = Root Mean Square Error).

An die Regressionskoeffizienten der Körpermaße und an die Schätzwerte des fixen Effektes Zeit wurden Kurven angepasst, um eine stufenlose Schätzung der Lebendmasse auf Tagesbasis zu ermöglichen. Allerdings sind die Kurven ausschließlich im definierten Bereich vom 10. bis 350. Laktationstag anwendbar!

Diese Arbeit bezieht sich auf die Entwicklung des fixen Effektes Zeit in der Laktation, bzw. auf den Zeitraum der Abkalbung. Anhand Energiebilanz, Lebendmasse und BCS werden gleich zu Beginn speziell auch Rassenunterschiede beleuchtet. Von den Schätzformeln für die Lebendmasse wird das Modell mit den 3 Regressionsvariablen Bauchumfang (BA), Brustumfang (BU) und Brusttiefe (BT) als Modell_{BA BU BT} näher vorgestellt.

4. Ergebnisse und Diskussion

Teil 1 – Einfluss von Rasse und Laktationsstadium

Energiebilanz, Lebendmasse und BCS – Haupteffekt Rasse und Wechselwirkung Rasse × Zeit

Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich Rasse in der Energiebilanz, jedoch hochsignifikante bei Lebendmasse und BCS. FV100 unterschied sich immer von HF100. Unterschiede zwischen den HF-Gruppen waren nicht signifikant – HF_FV12.5 und HF100 bezüglich Lebendmasse ausgenommen (Tabelle 2). In den Wechselwirkungsdiagrammen (Abbildung 1) sind Trockenstehzeit und Laktation gemeinsam dargestellt. Es ist zu berücksichtigen, dass die Schätzwerte in der Trockenstehzeit auf einer geringen Datenbasis beruhen. Wenige Tiere beeinflussen die Schätzwerte in hohem Ausmaß. Auf die Darstellung der Trockenstehzeit wurde dennoch nicht verzichtet, um auf das unterschiedliche Verhalten der Parameter in der gesamten Zwischenkalbezeit hinzuweisen.

Im Mittel der Laktation (vom 17. bis zum 293. Laktationstag) lag die Energiebilanz aller Rassen auf einem ähnlichen Niveau zwischen 0,8 (HF100) und 4,6 MJ NEL/d (HF_BS25). Damit füllten alle Rassen ihre Reserven innerhalb der Laktation wieder auf.

Das Wechselwirkungsdiagramm (Abbildung 1) der EB zeigt, dass FV100 mit -25,2 und HF100 mit -27,9 MJ NEL/d die stärkste Mobilisation am 17. Laktationstag aufwiesen, HF_BS50 mit -20,9 MJ NEL/d die geringste. Allerdings hatte FV100 am 42. Laktationstag bereits das geringste Energiedefizit. Diese Rasse erreichte um den 60. Tag eine ausgeglichene Bilanz und HF_BS25 ca. am 69. Tag. HF100 und HF_BS50 erreichten um den 90. Tag den positiven Bereich. HF_FV12.5 mit der zweithöchsten ECM-Menge wies ca. bis zum 125. Tag ein leichtes Energiedefizit auf. In anderen Studien waren Unterschiede in der Energieaufnahme und Energiebilanz zwischen den höher milchleistenden HF und anderen Rassen wie Danish Red und Jersey (FRIG-

GENS et al. 2007), wie norwegischen Milchkühen (YAN et al. 2006) und wie FV (GRUBER et al. 1995) weitaus signifikanter ausgeprägt.

Die meisten Studien befassen sich nur mit der Laktationszeit. Der Vergleich ähnlicher Studien ergab eine große Spannweite der Lebendmasse innerhalb der Rassen im selben Laktationszeitraum. In der Laktation waren FV100 730 kg und HF100 613 kg schwer. Die BS-Gruppen wogen durchschnittlich 636 kg. Schätzwerte vergleichbarer Studien reichten für FV von 646 – 720 kg und für HF von 589 – 688 kg (GRUBER et al. 1995, HAIGER und KNAUS 2010). Die HF-Kühe der Lebensleistungslinie waren hingegen nur 597 kg schwer (HAIGER und KNAUS 2010). Im Versuch von BLÖTTNER et al. (2011) wog HF in den ersten 2 Laktationen signifikant weniger als HF×BS, wobei die Kreuzungstiere mit 669 kg etwas schwerer als in der aktuellen Studie waren. Auch bei DILLON et al. (2003) wogen die milchbetonten HF-Kühe mit 565 kg in der gesamten Laktation signifikant weniger als Normande (593 kg) und auch weniger als Montbeliarde (606 kg), außer zu Laktationsende. Noch deutlicher zeigten sich Unterschiede beim BCS. Hier hatte HF durchschnittlich 2,63 Pkt., Normande 3,15 Pkt. und Montbeliarde 3,16 Pkt.. Die 2 weniger milchbetonten Rassen waren ähnlich wie FV100 (3,57 Pkt.) und HF_FV12.5 (3,03 Pkt.) in der gesamten Laktation besser konditioniert als HF100 (2,76 Pkt.). HF_FV12.5 hatte einen tendenziell höheren BCS als HF100. Die BS-Gruppe mit 50 % HF-Anteil war mit 2,90 BCS-Pkt. nicht signifikant besser konditioniert als die Gruppe mit 75 % HF-Anteil (2,86 Pkt.). Der Einfluss der zunehmenden Milchbetonung der Versuchsgruppen auf BCS und Lebendmasse ist gut ersichtlich.

Dies zeigen auch die Wechselwirkungsdiagramme von BCS und Lebendmasse der aktuellen Studie (Abbildung 1). Sehr gut erkennbar ist die Ähnlichkeit der 2 BS-Gruppen. Unterschiede zwischen den verschiedenen HF-Kreuzungen und HF100 schwanden gegen Laktationsende. FV100 war immer sowohl in der Trockenstehzeit als auch in der Laktation deutlich von allen anderen abgegrenzt.

Tabelle 2: Futteraufnahme, Milchleistung, Energieversorgung, Lebendmasse und BCS (gleicher Buchstabe bedeutet nicht signifikant verschieden)

Parameter	Einheit	Rasse (R)					RMSE	P-Wert	
		FV100	HF_FV12.5	HF_BS50	HF_BS25	HF100		R	R × Z
Gesamtfutteraufnahme und Kraftfutteranteil									
GES	kg TM/d	16,63 ^a	18,99 ^b	18,37 ^{ab}	19,21 ^b	18,00 ^{ab}	2,46	0,020	0,036
KF_%	% der TM	26,4 ^a	31,2 ^{ab}	32,6 ^{ab}	38,1 ^b	31,5 ^{ab}	9,5	0,030	0,044
Milchleistung									
ECM	kg/d	19,08 ^a	23,88 ^b	23,72 ^b	24,34 ^b	23,49 ^b	3,64	0,004	0,062
Energieversorgung									
I_NEL	MJ/d	107,0 ^a	123,6 ^{ab}	120,3 ^{ab}	126,5 ^b	117,0 ^{ab}	18,7	0,025	0,033
R_NEL	MJ/d	106,9	121,9	119,9	122,4	116,9	12,8	0,111	0,052
B_NEL	MJ/d	1,0	2,4	1,6	4,6	0,8	17	0,924	0,444
Lebendmasse, Körpermaße und BCS									
LM	kg	730 ^c	665 ^b	640 ^{ab}	632 ^{ab}	613 ^a	27	< 0,0001	0,560
Brustumfang	cm	208 ^b	204 ^{ab}	201 ^a	203 ^{ab}	201 ^a	3,4	0,016	0,421
Bauchumfang	cm	257 ^b	248 ^a	248 ^a	247 ^a	246 ^a	6,3	0,001	0,371
Brusttiefe	cm	78	79	78	79	78	1,2	0,765	0,725
Mittelhandlänge	cm	88 ^a	100 ^b	93 ^{ab}	99 ^b	96 ^b	3	0,0004	0,559
hintere KB	cm	56 ^b	54 ^a	53 ^a	53 ^a	53 ^a	1,7	< 0,0001	0,206
BCS	Pkt.	3,57 ^b	3,03 ^a	2,90 ^a	2,86 ^a	2,76 ^a	0,17	< 0,0001	0,382

I_NEL Energieaufnahme, R_NEL Energiebedarf, B_NEL Energiebilanz, Z Zeit, RMSE Root Mean Square Error

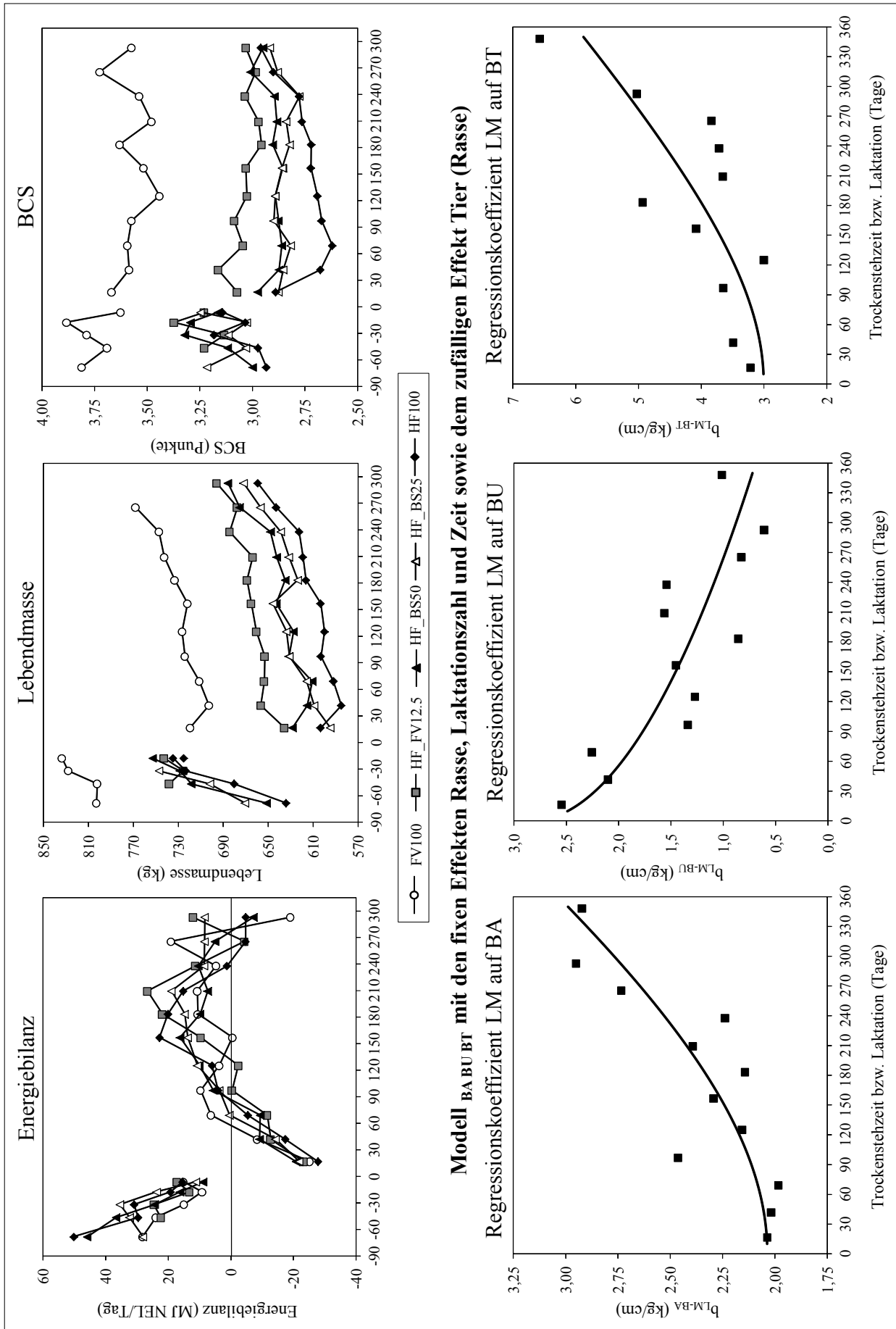


Abbildung 1: Energiebilanz, Lebendmasse und BCS (Rasse × Zeit) und Regressionskoeffizienten im Modell_{BA}BT in der Laktation

Während HF_FV12.5 auf höherem BCS-Niveau beginnend nicht signifikant an Kondition verlor, verzeichnete HF100 am 69. Tag einen nicht signifikanten Tiefpunkt von 2,62 Pkt. und gelangte am 293. Tag wieder in den Bereich der HF-Kreuzungen. Trotzdem tritt keine signifikante Wechselwirkung auf. Die BS-Gruppen veränderten die Kondition kaum. Laut DILLON et al. (2003) hatte HF in den ersten 12 Laktationswochen zwar einen signifikant höheren BCS-Verlust als Normande und Montbeliarde, jedoch anschließend eine geringere Steigerung bis zur 40. Woche. Auch BUCKLEY et al. (2000) vermerkten einen signifikant geringeren BCS während der Laktation bei höherem genetischen Milchleistungspotential. In der frühen Laktation verloren HF-Kühe auch signifikant mehr BCS-Punkte und in der Trockenstehzeit nahmen sie aber signifikant mehr Lebendmasse zu. Damit füllten HF-Kühe ihre Körperreserven besonders in der Trockenstehzeit wieder auf. HF×BS-Kühe veränderten ihre Lebendmasse während der 2. und 3. Laktation geringer als reinrassige HF (BLÖTTNER et al. 2011). Signifikant war dies wie in der aktuellen Studie nicht.

In der aktuellen Studie waren Rassenunterschiede in der Energiebilanz nicht signifikant. Auch im Verlauf von BCS und Lebendmasse gibt es keine Wechselwirkungen, die auf eine signifikant stärkere Mobilisation von HF100 hinweisen. Dies liegt an der zeitlichen Einteilung der Datenerhebung. Die Daten wurden nicht an einem bestimmten Laktationstag jeder Kuh erfasst, sondern an jenem Tag, der sich für eine Kuh während eines Versuchstermins ergab. Dies dämpft mögliche abweichende Entwicklungen einer Rasse. Weiters wurden Laktation und Trockenstehzeit gemeinsam ausgewertet.

Einfluss des Laktationsstadiums auf die Energiebilanz

In Tabelle 3 sind die LS-Means des fixen Effektes Zeit angeführt.

Das Maximum der Energieaufnahme lag am 97. Tag. Den höchsten Bedarf (134,8 MJ NEL/d) hatten die Kühe bereits am 42. Tag. An diesem produzierten sie auch die meiste Milch. Durch diese gegenüber der Milchleistung verzögerte Energieaufnahme ergab sich eine negative Energiebilanz am 14. Tag (24,0 MJ) bis ca. zum 80. Tag. Diese Zeitspanne und die Zeitpunkte der Maxima fügen sich gut zu den Erkenntnissen von BAUMAN und CURRIE (1980). Sie dritteln die Laktation in folgende Abschnitte: Mobilisation, ausgeglichene Energiebilanz und Wiederauffüllung der Energiereserven. In der aktuellen Studie waren die Kühe jedoch so gut versorgt, dass die Energiebilanz im 2. Laktationsdrittel ein verhältnismäßig hohes Niveau aufweist. In der gesamten Laktation betrug die Deckung wie bei der bedarfsgerecht gefütterten Gruppe bei GRUBER et al. (1995) durchschnittlich 100 %. Damit konnten die Kühe ihre Gewebereserven bis zum Laktationsende wieder auffüllen. Die Zeitspanne der negativen Energiebilanz und die Zeitpunkte der Maxima von Bedarf und Aufnahme variieren in der Literatur. Mit Weidehaltung und Kraftfütterergänzung erreichten die Kühe bei BERRY et al. (2006) das Aufnahmemaximum zwischen 185. und 225. Tag deutlich später. Die Kühe hatten jedoch bereits zwischen 60. und 73. Tag eine positive Bilanz. Bei FRIGGENS et al. (2007) erreichten Kühe bis zum 14. Laktationstag nicht mehr als 80 % der maximalen Futtermittelaufnahme. Sie gerieten in diesem Zeitraum in das größte Energiedefizit. Da FRIGGENS et al. (2007)

Tabelle 3: Futtermittelaufnahme, Milchleistung, Energieversorgung, Lebendmasse, Körpermaße und BCS im Laufe der Laktation

Parameter	Einheit	Fixer Effekt Zeit (Laktationsstadium in Laktationstagen)										P-Wert Zeit	
		17	42	69	97	125	157	184	209	238	266		293
Futtermittelaufnahme													
Gesamfuttermittelaufnahme	kg TM/d	15,57	18,11	19,17	20,02	19,57	19,83	19,27	19,26	17,16	16,55	16,45	<0,0001
Kraftfutteranteil	% der TM	29,3	39,1	40,7	41,3	35,2	35,0	35,0	30,7	22,0	19,9	19,0	<0,0001
Milchleistung													
ECM	kg/d	29,53	29,75	29,03	27,96	26,03	23,78	22,29	21,41	18,62	16,99	16,65	<0,0001
Energieversorgung													
Energieaufnahme	MJ/d	102,1	121,4	128,8	134,9	129,3	130,2	125,9	124,7	108,1	102,6	100,9	<0,0001
Energiebedarf	MJ/d	131,8	134,8	132,7	130,0	123,5	116,7	111,8	109,7	101,6	99,3	100,9	<0,0001
Energiebilanz	MJ/d	-24,0	-13,2	-3,7	4,9	6,6	14,1	15,0	15,2	6,7	3,4	-0,1	<0,0001
Lebendmasse, Körpermaße und BCS													
Lebendmasse	kg	637	631	635	648	648	654	654	659	666	685	694	<0,0001
Brustumfang	cm	202	201	201	202	203	203	203	205	205	206	206	<0,0001
Bauchumfang	cm	240	243	245	248	249	250	249	252	252	255	255	<0,0001
Brusttiefe	cm	78	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79	<0,0001
Mittelhandlänge	cm	91	92	93	94	95	96	96	96	96	97	98	<0,0001
hintere Körperbreite	cm	53	53	53	53	53	54	54	54	54	54	55	<0,0001
BCS	Pkt.	3,13	3,03	2,98	3,02	3,01	3,02	3,04	3,02	3,03	3,14	3,11	<0,0001

eine umweltbedingte Mobilisation vermieden, schließen sie auf einen „genetically driven body energy change“. Dieser kann durch eine verbesserte Fütterung nicht behoben werden und tritt hauptsächlich in der frühen Laktation auf. GRUBER et al. (2007) schätzten den Energiebedarf über die Futter- bzw. Energieaufnahme. Zusätzlich berücksichtigten sie Milchleistung und Lebendmasse im statistischen Modell. In diesem Modell spiegelt der Effekt des Laktationsstadiums die physiologische Situation der Kuh genauer wieder als z.B. die Lebendmasseveränderung (GRUBER et al. 2007). Auch die Futteraufnahme steigt wie die Energieaufnahme von Beginn bis zum Ende der Laktation an, sofern man zusätzlich Futterqualität und Leistung der Kühe miteinbezieht (GRUBER et al. 2004). Der Einfluss von Futterqualität und Leistung bleibt im statistischen Modell der aktuellen Studie unberücksichtigt. Deshalb verhält sich die Energieaufnahme ähnlich wie der Kraftfutteranteil der Gesamtration.

Einfluss des Laktationsstadiums auf Lebendmasse und BCS

Die Rasse übte auf alle Parameter der Körpermaße einen signifikanten Einfluss aus (ausgenommen Brusttiefe; $P = 0,765$), wie in *Tabelle 2* ersichtlich. Veränderungen im Laufe der Zeit waren für jeden Parameter signifikant. Eine Wechselwirkung von Rasse \times Zeit trat nicht auf. Das „sprunghafte“ Verhalten der LS-Means am Laktationsende basiert auf der geringeren Datenbasis und einer ungleichen Verteilung der Rassen in diesen Zeiträumen.

Das Laktationsstadium hatte einen hochsignifikanten Einfluss auf Lebendmasse und BCS (*Tabelle 3*). Am 17. Laktationstag waren die Kühe um 99 kg signifikant leichter und um 0,22 Pkt. signifikant geringer konditioniert verglichen mit dem -6. Tag vor der Abkalbung. Der gravide Uterus wiegt am 285. Laktationstag ca. 70 – 80 kg (KIRCHGESSNER et al. 2011), nach Untersuchungen von BELL et al. (1995) sogar 87 kg. In der aktuellen Studie bedeutet ein BCS-Punkt unabhängig von Laktationszahl und Rasse durchschnittlich 75,7 kg in diesem Zeitraum. Damit hatten die Kühe bereits 16,6 kg mobilisiert. Am leichtesten waren sie am 42. Tag (631 kg), an dem sie auch die meiste Milch produzierten. Sie nahmen bereits vor dem Erlangen der positiven Energiebilanz am 80. Tag wieder zu. Der BCS hingegen verminderte sich bis zum 69. Tag signifikant und erreichte erst am 97. das Niveau vor dem Tiefpunkt (nicht signifikant). Bis zum 238. Tag pendelte sich der BCS bei 3,01 – 3,04 Pkt. ein, um danach signifikant auf das Niveau des 17. Laktationstages von ca. 3,13 Pkt. anzusteigen. ANDREW et al. (1994) stellten den geringsten Körperenergiegehalt von HF am 77. Tag fest, aber keine signifikanten Veränderungen der Lebendmasse verglichen mit anderen Laktationsstadien. Auch bei DILLON et al. (2003) verblieb der BCS während der Laktation auf ähnlichem Niveau. Er stieg bei BERRY et al. (2006) erst ab dem 200. Tag deutlich an, während die Lebendmasse bereits früher zunahm. Der unterschiedliche Laktationsverlauf von Lebendmasse und BCS in den ersten 8 Laktationswochen ließ DILLON et al. (2003) vermuten, dass die Lebendmasse die Mobilisation besonders in diesem Zeitraum nicht widerspiegelt. Die unterschiedlich hohe Futteraufnahme und Wassereinlagerungen infolge von Mobilisation verfälschen die Aussagekraft der Lebendmasse-Veränderung. ANDREW et al. (1994) sehen hauptsächlich die Unterschiede in der Füllung des Verdauungstraktes als

Grund für die nicht signifikanten Veränderungen der Lebendmasse in ihrer Studie. Damit stimmen die Ergebnisse dieser Studien und der aktuellen Arbeit überein. Sie identifizieren die Lebendmasse als unzureichenden Indikator für Mobilisation, wie LINS et al. (2003) zusammenfassen.

In der aktuellen Studie verlief die Lebendmasse wie bei bedarfsgerecht gefütterten Kühen. Diese nehmen mit 30 – 40 kg in den ersten 30 – 50 Tagen weniger als nicht bedarfsgerecht ernährte Tiere ab (GRUBER et al. 1995). Insgesamt mobilisierten die Tiere der aktuellen Studie mit einem BCS-Verlust von ca. 0,3 Pkt. relativ wenig. Dies entspricht einem Abbau von ca. 25 kg Lebendmasse. Allerdings muss wieder beachtet werden, dass die Kühe je nach Versuchstermin an unterschiedlichen Laktationstagen gewogen wurden.

Am 293. Tag wogen die Kühe mit 694 kg genauso viel wie zu Beginn der Trockenstehzeit. Auch der BCS unterschied sich ab dem 266. Tag nicht mehr signifikant von der Trockenstehzeit. Wie bei den bedarfsgerecht gefütterten Kuhgruppen bei GRUBER et al. (1995) waren die Kühe zu Laktationsende deutlich schwerer als zu Beginn.

Die negative Energiebilanz sowie die Veränderungen von BCS und Lebendmasse verdeutlichen, dass Kühe selbst bei bedarfsgerechter Fütterung in der frühen Laktation Körperreserven einschmelzen. Dies spricht wieder für einen genetischen Hintergrund der Mobilisation (FRIGGENS et al. 2007). In einer Studie mit HF (BERRY et al. 2002) veränderten sich die Heritabilitäten von Lebendmasse und BCS im Laufe der Laktation. Die höchste Heritabilität des BCS trat bei seinem Minimum am 60. Laktationstag auf. Dies begründeten BERRY et al. (2002) mit dem geringen Einfluss von Management und Fütterung auf den BCS in der frühen Laktation. Nach MARTENS (2012) führte die vermehrte Züchtung mit dem Ziel einer hohen Milchleistung zur Verdrei- bis Vervierfachung der negativen Energiebilanz im 1. Laktationsdrittel, verglichen mit den 5 – 6 l Milch für den Bedarf des Kalbes.

Einfluss des Laktationsstadiums auf die Körpermaße

Die Körpermaße im Laufe der Laktation sind ebenfalls in *Tabelle 3* angeführt.

Der signifikante Rückgang des Brustumfanges im Abkalbungszeitraum konnte bis zum 293. Laktationstag nicht mehr aufgeholt werden. Am 42. Laktationstag war der Brustumfang am geringsten (201 cm) und erweiterte sich danach signifikant. Im Zeitraum der Abkalbung verlor der Bauchumfang hochsignifikant 16 cm und ging auf 240 cm am 17. Laktationstag zurück. Der Bauchumfang stieg jedoch im Gegensatz zum Brustumfang bereits im 1. Monat an. Ab dem 266. Tag hatte er mit 255 cm die Ausmaße wie zu Beginn der Trockenstehzeit. Brust- und Bauchumfang verliefen in einem ähnlichen Trend wie Lebendmasse und BCS. Der Bauchumfang ist jedoch stärker als der Brustumfang von der Futteraufnahme abhängig (YAN et al. 2009). Dies bietet eine Erklärung für die sofortige Zunahme des Bauchumfanges nach der Abkalbung, weil die Futteraufnahme besonders zu Beginn stark anstieg. In der Laktation war die Wiederauffüllung der Reserven mit einer Vergrößerung des Bauch- und Brustumfanges verbunden, wie die Korrelationskoeffizienten (r) von 0,52 (Brustumfang) und 0,40 (Bauchumfang) zum BCS zeigen. Diese Beziehung

verstärkte sich in der Trockenstehzeit auf 0,71 und 0,61. Die Ähnlichkeit des Verlaufes zur Lebendmasse in der Laktation bestätigten die Korrelationskoeffizienten von 0,81 zwischen Lebendmasse zu Brust- und Bauchumfang. YAN et al. (2009) erhielten bei laktierenden HF eine stärkere Beziehung von Bauch- und Brustumfang zur Lebendmasse ($r = 0,88$) als in der aktuellen Studie. Allerdings lag die Bedeutung des Brustumfanges knapp vor der des Bauchumfanges, im Gegensatz zur aktuellen Studie. In der Trockenstehzeit verstärkte sich der Zusammenhang zwischen Bauch- und Brustumfang zur Lebendmasse mit 0,85 im Gegensatz zum BCS gering. Zusätzlich vertiefte sich in der aktuellen Studie auch die Beziehung zwischen Lebendmasse und BCS von 0,62 auf 0,72. Folglich ging eine höhere Lebendmasse in der Trockenstehzeit verhältnismäßig mehr mit der Auffüllung der Körperreserven als mit dem Wachstum des Rahmens einher. Unterstützt wird diese Annahme von der zunehmenden Verfettung der Tiere in der Trockenstehzeit. So wog das Fettgewebe von Kühen, die am -7. Tag vor der Abkalbung geschlachtet wurden, 89,9 kg. Dies war signifikant mehr Fett als am 63. Laktationstag mit 47,5 kg. In der Spätlaktation hatten die Kühe ihre Fettreserven auf 80,9 kg aufgefüllt (ANDREW et al. 1994). Dies hebt die Abhängigkeit der Körperzusammensetzung vom physiologischen Stadium hervor. Auch der Erhaltungsbedarf geht wegen der zunehmenden Verfettung zurück. Daher verliert die Lebendmasse im Laufe des Laktationsstadiums an Einfluss auf die Energie- und Futteraufnahme (GRUBER et al. 2004, GRUBER et al. 2007). Die signifikante Reduktion von Brust- und Bauchumfang im Abkalbungszeitraum resultiert unter der Berücksichtigung dieser Zusammenhänge sowohl aus der Abkalbung selbst als auch aus der Mobilisation. Dies zeigte sich ebenfalls am BCS-Verlust im gleichen Zeitraum. Auch die Brusttiefe unterlag im Zeitverlauf hochsignifikanten Veränderungen, auch wenn sich die LS-Means nur zwischen von 78 und 79 cm bewegten. Der Tiefpunkt wurde am 69. Tag noch während der negativen Energiebilanz erreicht, jedoch später als beim Brust- und Bauchumfang. Bis zum 293. Tag stieg die Brusttiefe signifikant auf 79 cm. Lebendmasse und Brusttiefe korrelierten in der Trockenstehzeit und Laktation ähnlich ($r = 0,55$), aber deutlich schwächer als Brust- und Bauchumfang. Während der Trockenstehzeit verstärkte sich die schwach positive Beziehung zu BCS auf 0,22. Damit ging in der Trockenstehzeit eine größere Brusttiefe weniger mit der Verfettung des Tieres einher, als größere Messwerte von Brust- und Bauchumfang sowie Körperbreite (KB). Der starke Anstieg der Körpertiefe verlief in der Studie von WALL et al. (2005) linear. Die Untersuchung bezieht sich jedoch nur auf erstlaktierende und somit stärker wachsende Kühe.

In der Laktationszeit stieg die Mittelhandlänge von Beginn an signifikant von 91 auf 98 cm. Sie korrelierte aber mit 0,38 in der Laktation und 0,19 in der Trockenperiode deutlich schwächer mit der Lebendmasse als die vorhergehenden Merkmale. Die schwache Beziehung zum BCS ($r = -0,10$, Laktation) war sogar negativ. Das bedeutet, dass längere Kühe zwar schwerer sind, aber nicht fatter. Daher basierte die Zunahme der Mittelhandlänge nicht auf der Verfettung, sondern auf dem Wachstum der Kühe.

Die hintere Körperbreite entwickelte sich hingegen in der Laktation hochsignifikant. Am 69. Tag erreichte sie einen nicht signifikanten Tiefpunkt und nahm danach signifikant

auf 55 cm zu. In den Ergebnissen von WALL et al. (2005) wuchs die Brustbreite in der 1. Laktation stark und linear. In Trockenstehzeit und Laktation korrelierte die KB mit der Lebendmasse mit ca. 0,77 stark positiv. Mit einem Anstieg des Korrelationskoeffizienten zu BCS von 0,51 in der Laktation auf 0,75 in der Trockenstehzeit war die KB der Kühe am meisten mit der Auffüllung der Körperreserven verbunden. Der Zusammenhang von Hüftbreite und BCS fiel bei ENEVOLDSEN und KRISTENSEN (1997) mit 0,29 in der Laktation schwächer aus. Sie wird auch an den Hüfthöckern gemessen.

WALL et al. (2005) beleuchten den genetischen Hintergrund der Veränderung von Körpermaßen im Laktationsverlauf. Sie modellierten Körpermaße von erstlaktierenden Kühen mittels Random-Regression-Modell. Der Trend von BCS, Körpertiefe, Brustbreite und Kreuzhöhe verlief grundsätzlich ansteigend entsprechend dem Wachstum der Kühe und daher ähnlich wie in der aktuellen Studie. Auch entwickelten sich die Körpermaße von Töchtern unterschiedlicher Väter unterschiedlich. Kühe mit geringer Milchleistung waren anfangs leichter, wuchsen aber schneller und umgekehrt. WALL et al. (2005) schließen deshalb auf eine unterschiedliche Nährstoffverteilung auf Körpergewebe und Milchproduktion abhängig vom Vater. Weiters änderten sich auch die Heritabilitäten im Laktationsverlauf. Dies bedeutet wiederum, dass Fütterung und Management einen unterschiedlich hohen Einfluss auf Körpermaße im Laktationsverlauf haben.

In der Literatur fallen Korrelationskoeffizienten zwischen Lebendmasse und Körpermaßen oder BCS sehr unterschiedlich aus. Die Unterschiede der Korrelationskoeffizienten zwischen Trockenstehzeit und Laktation lassen einen Einfluss des physiologischen Stadiums vermuten. Besonders die verstärkte Beziehung der meisten Körpermaße zum BCS in der Trockenstehzeit weist darauf hin, weil trockenstehende Kühe auch größere Fettreserven als laktierende besitzen (ANDREW et al. 1994). Eine ähnliche Abhängigkeit von BCS und Rahmen wie in der aktuellen Studie vermerken OTTO et al. (1991) beim Vermessen von Sitzbein- und Hüfthöcker. Die zusätzlichen Gewebeschichten bei einem höheren BCS werden mitgemessen, während die tatsächliche Rahmengröße gleich bleibt. Auch die genetischen Korrelationen für Lebendmasse und BCS ändern sich im Laktationsverlauf (BERRY et al. 2002). Andererseits ist die geringe Datenmenge in der aktuellen Studie im Vergleich zur Laktation zu berücksichtigen.

Teil 2 – Schätzung der Lebendmasse

Auswirkungen der Körpermaße auf die Genauigkeit des Schätzmodelles

Bei der Testung der einzelnen Körpermaße im statistischen Modell schätzten Bauchumfang (RMSE = 19,7 kg) und Brustumfang (RMSE = 23,0 kg) die Lebendmasse am genauesten (Tabelle 4). Daher wurden sie in einem Modell^{BABU} (RMSE = 19,3 kg) kombiniert. Diesem wurden weitere Körpermaße hinzugefügt. Mehr als 3 Regressionsvariablen verbesserten die Schätzgenauigkeit nur unwesentlich, wirkten sich jedoch negativ auf die Signifikanz der Haupteffekte (Rasse, Laktationszahl, Zeit) aus. Daher fiel die Wahl auf die nach dem AIC-Wert und dem RMSE genauesten Mo-

dellen – Modell^{BA BU BCS} (RMSE = 17,0 kg) und Modell^{BA BU BT} (RMSE = 18,7 kg).

YAN et al. (2009) erhielten in ihrem Modell mit Bauch- und Brustumfang sowie Körperlänge (KL) einen RMSPE von 23,2 kg und ein Bestimmtheitsmaß von 0,90. Daher verbesserten die zusätzlichen Körpermaße ebenfalls das Ausgangsmodell mit Brustumfang ($R^2 = 0,78$). Mit den 3 Regressionsvariablen Hüfthöhe, Hüftbreite und BCS erreichten ENEVOLDSEN und KRISTENSEN (1997) ein Bestimmtheitsmaß von 0,80. Bei BANOS und COFFEY (2012) lag der RMSE im Vorhersagemodell für die 1. Laktation bei 36,7 kg. Sie verwendeten Brustbreite, Kreuzhöhe, Körpertiefe und Milchcharakter.

Vergleich von Modell^{BA BU BCS} und Modell^{BA BU BT}

Die Wahl des Modelles für die Schätzformel der Lebendmasse fiel trotz etwas größerem RMSE auf Modell^{BA BU BT}. Als subjektive Methode hängt der BCS von den bewerteten Körperstellen und der Erfahrung der Beurteiler ab. Dies bestätigen FERGUSON et al. (1994) und KLEIBÖHMER et al. (1998). Schätzwerte erfahrener Beurteiler wichen bei einer mittleren Körperkondition zu 58,1 % voneinander nicht ab, zu 32,6 % um $\pm 0,25$ Pkt. und zu 9,3 % um $\pm 0,50$ Punkte. Besonders bei mageren und verfetteten Kühen war die Einschätzung ungenauer (FERGUSON et al. 1994). Mit ungeübten Beurteilern lag der Anteil an Fehlbeurteilungen deutlich höher (KLEIBÖHMER et al. 1998).

Tabelle 4: Intercept, fixe Effekte (Rasse, Laktationszahl) und Kurvenmodelle (Effekt Zeit, Regressionskoeffizienten der Körpermaße) für die Lebendmasse-Schätzformeln

Modell	Modelleffekt	Einheit	Laktation (Tag = 10 bis 350)					RMSE	P-Wert		
			FV100 1	HF_FV12.5 2	HF_BSS0 3	HF_BS25	Gesamtmodell		Kurvenmodelle	Gesamtmodell	
Modell^{KM}	Intercept	kg	-213,3							R	<0,0001
	Rasse	kg	83,7	46,8	19,1	19,2				L	<0,0001
	Laktationszahl	kg	-73,6	-34,3	-11,4					Zeit	0,408
	Körpermaß	kg/cm								KM	<0,0001
Modelle mit einzeln getesteten Körpermaßparametern	Intercept	kg						19,7			
	Rasse	kg									
	Laktationszahl	kg						69,3	0,046		
	Zeit	kg						1,604	0,020		
Modell^{BA}	Bauchumfang	kg/cm									
	Intercept	kg	-96,0	41,4	21,8	14,8		23,0			
	Rasse	kg	87,3	-21,0	-3,4						
	Laktationszahl	kg	-54,9								
Modell^{BU}	Zeit	kg						55,2	0,001		
	Bauchumfang	kg/cm						0,285	0,001		
	Intercept	kg	-364,9								
	Rasse	kg	42,2	28,2	10,7	11,0		17,0			
Modelle mit 3 getesteten Körpermaßparametern	Laktationszahl	kg	-61,0	-28,9	-7,3						
	Zeit	kg									
	Bauchumfang	kg/cm									
	Brustumfang	kg/cm									
	BCS	kg/cm									
Modell^{BA BU BCS}	Intercept	kg									
	Rasse	kg									
	Laktationszahl	kg									
	Zeit	kg									
	Brustumfang	kg/cm									
Modell^{BA BU BT}	Brustumfang	kg/cm									
	BCS	kg/cm									
	Intercept	kg	-780,4								
	Rasse	kg	78,7	42,1	20,4	14,5		18,7			
	Laktationszahl	kg	-43,4	-22,2	-7,8						
Modell^{BA BU BT}	Zeit	kg									
	Bauchumfang	kg/cm									
	Brustumfang	kg/cm									
	Brusttiefe	kg/cm									
	Brustumfang	kg/cm									

sqrt Quadratwurzel, RMSE Root Mean Square Error

Wie wirkt sich dies nun auf die Schätzung der Lebendmasse aus? Im Modell_{BA BU BCS} weicht die Schätzung bei einer Fehlbeurteilung von 0,25 Pkt. von $\pm 9,5$ kg bis ± 21 kg ab. Bei einer Fehleinschätzung von 0,5 Pkt. verdoppeln sich die Beträge. Eine Fehlmessung der Brusttiefe um ± 3 cm wirkt sich hingegen im Modell_{BA BU BT} mit $\pm 3,9$ bis $\pm 17,6$ kg aus. Die Höhe der Fehlschätzung hängt von der Höhe der Regressionskoeffizienten in der Laktation ab.

Verhalten der Modellparameter im Modell_{BA BU BT}

Rasse, Laktationszahl, Zeit und Körpermaße wirkten sich auf die Lebendmasse im Modell_{BA BU BT} zumeist hochsignifikant aus. Der fixe Effekt Zeit und die Körpermaße werden anhand der angepassten Kurven diskutiert (Tabelle 4, Abbildung 1).

Wie in Teil 1 dieser Arbeit sinkt die Lebendmasse von FV100 bis HF100 entsprechend der Höhe und Milchbetonung des Fremdgenanteils. Die Differenz zwischen FV100 und HF100 beträgt 78,7 kg. Die meisten Studien für die Schätzung der Lebendmasse basieren jedoch auf der Rasse HF (OTTO et al. 1991, HEINRICHS et al. 1992, YAN et al. 2009, BANOS und COFFEY 2012).

Die Kühe nehmen mit steigender Laktationszahl degressiv zu. In der ersten Laktation sind Kühe um 43,4 kg leichter als Tiere in der ≥ 4 . Laktation und liegen damit im Bereich der 53 kg zwischen 1. und ≥ 5 . Laktation im Modell mit Hüftbreite, Hüfthöhe und BCS von ENEVOLDSEN und KRISTENSEN (1997). Auch die Körpermaße wachsen degressiv und simultan zur Lebendmasse mit zunehmendem Alter (ENEVOLDSEN und KRISTENSEN 1997, YAN et al. 2009, LEDINEK 2014). Dies zeugt von der Eignung der Körpermaße zur Schätzung der Lebendmasse.

Der Regressionskoeffizient für den Bauchumfang steigt von 2,04 kg/cm am 10. Laktationstag auf 2,99 kg/cm am 350. Laktationstag signifikant an. Somit erweitert sich der Bauchumfang laut Teil 1 dieser Arbeit signifikant während der Laktation, und auch sein Einfluss auf die Lebendmasse steigt. Durchschnittlich beträgt der Koeffizient 2,39 kg/cm. Damit ist der Regressionskoeffizient für den Bauchumfang im Modell_{BU KL BA} bei YAN et al. (2009) mit 1,81 kg/cm niedriger. Es ist allerdings zu beachten, dass unterschiedliche Körpermaße in den Schätzmodellen der Studien verwendet werden. Diese beeinflussen einander, weshalb die Regressionskoeffizienten nicht direkt vergleichbar sind. Diese gegenseitige Beeinflussung von Regressionskoeffizienten, abhängig von Anzahl und Art der Parameter, stellten auch GRUBER et al. (2004) bei der Schätzung der Futtermittelaufnahme fest.

Der Regressionskoeffizient für den Brustumfang verhält sich zum Bauchumfang gegenteilig. Der Einfluss des Brustumfanges sinkt nämlich von 2,49 auf 0,72 kg/cm ($P = 0,001$). Je nach Laktationstag ist eine Kuh mit 1 cm mehr Brustumfang – unabhängig von Rasse und Laktationszahl – um diese Werte schwerer, als eine Kuh mit gleich großen restlichen Körpermaßen. Im Mittel liegt der Einfluss des Brustumfanges in der Laktation bei 1,40 kg/cm. In diesem Fall liegen die Werte unter dem Regressionskoeffizienten für den Brustumfang bei YAN et al. (2009) mit 3,08 kg/cm. Allerdings hat der Brustumfang bei YAN et al. (2009) eine geringfügig stärkere Beziehung zur Lebendmasse verglichen mit dem Bauchumfang, im Gegensatz zur aktuellen Studie. Der Brustumfang wächst während der Laktation

ebenfalls laut Teil 1 dieser Arbeit signifikant, aber er verliert an Einfluss auf die Lebendmasse.

In der Laktation hingegen bedeutet ein zusätzlicher Zentimeter Brusttiefe durchschnittlich eine um 4,12 kg schwerere Kuh bei gleichem Brust- und Bauchumfang. Der Einfluss der Brusttiefe auf die Lebendmasse steigt signifikant von 3,01 auf 5,87 kg/cm ($P = 0,003$), während die Brusttiefe auch signifikant wächst. Der Koeffizient für Brustbreite im Schätzmodell von BANOS und COFFEY (2012) liegt mit 9,06 kg/cm bei erstlaktierenden und 9,43 kg/cm bei allen Laktationen deutlich über dem Niveau des Modelles_{BA BU BT} in der aktuellen Studie. Allerdings verzeichnen BANOS und COFFEY (2012) ein allgemein höheres Niveau der Regressionskoeffizienten.

In der Laktationszeit ergibt sich für den fixen Effekt Zeit ein Polynom 2. Grades. Beginnend mit 149 kg am 10. Laktationstag erreicht er sein Maximum von 320 kg am 157. Tag und endet danach mit 26 kg am 350. Tag. Der durchschnittliche Effekt beträgt 239 kg. Diese Veränderung im Laufe der Zeit ist mit einem P-Wert von 0,004 signifikant. ENEVOLDSEN und KRISTENSEN (1997) berücksichtigen den Laktationstag als Regressionsvariable. Jeder zusätzliche Laktationstag ergibt 0,15 kg mehr Lebendmasse und somit einen linearen Anstieg über die Laktation. Dies wirkt widersprüchlich zum polynomischen Verlauf des fixen Effektes Zeit in dieser Arbeit. Das Polynom ergibt sich nämlich aus der Veränderung der Regressionskoeffizienten der Körpermaße im Laufe der Zeit. Der Einfluss des Laktationsstadiums findet aber in der derzeit vorliegenden Literatur keine Berücksichtigung.

Ähnliche Veränderungen der Regressionskoeffizienten stellen GRUBER et al. (2004, 2007) bei der Schätzung der Futtermittelaufnahme und des Energiebedarfes von Milchkühen fest. Weiters bestätigen die Veränderungen die Annahmen von WALL et al. (2005), dass sich der Einfluss von Körpermaßen auf die Lebendmasse während der Laktation ändert, weil die Körperform der Tiere z. B. von Verfettung und Wachstum abhängt. Auch die Änderungen der Korrelationen von Körpermaßen zur Lebendmasse und zur Körperkondition sprechen für eine unterschiedliche Bedeutung der Körpermaße in den verschiedenen physiologischen Stadien.

5. Schlussfolgerungen

Die genaue Einteilung der Rassen nach der Höhe von Fremdgenanteil und nach der Milchbetonung der Fremdrasse ist aus physiologischen Gründen sinnvoll. Lebendmasse und Körperkondition sinken stetig mit steigender Milchbetonung. Bereits 12,5 % FV-Anteil bei HF-Kühen bewirkt eine signifikant höhere Lebendmasse und eine tendenziell höhere Körperkondition als bei reinrassigen HF.

Die Rasse beeinflusst Nährstoffbilanzen nicht. Es treten auch keine Wechselwirkungen zwischen Rasse und Laktationsstadium auf. Dies liegt vermutlich an der gemeinsamen Auswertung von Trockenstehzeit und Laktation und an der zeitlichen Einteilung der Erhebung, die verstärkt abweichende Entwicklungen der Rassen dämpft.

Alle Parameter verändern sich signifikant im Laktationsverlauf.

Das Energiedefizit in den ersten 80 Laktationstagen zeigt, dass eine bedarfsgerechte Ernährung eine Mobilisation nicht verhindern kann, aber eine Wiederauffüllung der Reserven während der Laktation ermöglicht.

Die Körpermaßparameter entwickeln sich in der Laktation unterschiedlich. Die sofortige Erweiterung des Bauchumfanges trotz negativer Energiebilanz zeigt dessen Abhängigkeit von anderen Faktoren. Auch die Lebendmasse spiegelt die Energiebilanz geringer wider als der BCS. Besonders Brust- und Bauchumfang sowie Körperbreite sind stark mit Lebendmasse und BCS verbunden.

In der Trockenstehzeit sind Veränderungen von Lebendmasse und Körpermaßen vermehrt mit der Auffüllung der Energiereserven verbunden, weniger mit dem Rahmen. Auch die Veränderung des Einflusses der Körpermaße auf die Lebendmasse im Laktationsverlauf deutet auf einen Einfluss des physiologischen Stadiums hin. Warum sich welcher Regressionskoeffizient wie ändert, bleibt in dieser Untersuchung offen. Entsprechende Vergleichsmöglichkeiten mit Literaturdaten existieren noch nicht.

Die Lebendmasse kann sehr genau mit Körpermaßen geschätzt werden. Brust- und Bauchumfang schätzen die Lebendmasse im Einzelmodell am genauesten. Für weitere Versuche der Lebendmasse-Schätzung ist eine Berücksichtigung des physiologischen Stadiums unumgänglich, um der abwechslungsreichen physiologischen Situation der Milchkuh gerecht zu werden.

6. Danksagung

Für die gewissenhafte Unterstützung dieses Versuches sei allen Mitarbeitern des Instituts für Nutztierforschung herzlich gedankt. Die Erhebung der Daten der Futteraufnahme und Milchleistung erfolgte durch Wolfgang Stachl und sein Team, die Versuchssteuerung und Datenaufbereitung nahm Andrea Adelwöhrer vor. Die Erhebung von Körpermaßen, Körperkondition und Rückenfettdicke führten Hans Häusler, Ing. Anton Schauer, Daniel Eingang, Hubert Huber und Roland Kitzer durch.

7. Literaturverzeichnis

- ANDREW, S.M., D.R. WALDO und R.A. ERDMAN, 1994: Direct analysis of body composition of dairy cows at three physiological stages. *J. Dairy Sci.* 77, 3022-3033.
- BANOS, G. und M.P. COFFEY, 2012: Technical note: Prediction of liveweight from linear conformation traits in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95, 2170-2175.
- BAUMAN, D.E. und W.B. CURRIE, 1980: Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63, 1514-1529.
- BELL, A.W., R. SLEPETIS und R.A. EHRHARDT, 1995: Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 78, 1954-1961.
- BERRY, D.P., F. BUCKLEY, P. DILLON, R.D. EVANS, M. RATH und R.F. VEERKAMP, 2002: Genetic Parameters for level and change of body condition score and body weight in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2030-2039.
- BERRY, D.P., R.F. VEERKAMP und P. DILLON, 2006: Phenotypic profiles for body weight, body condition score, energy intake, and energy balance across different parities and concentrate feeding levels. *Livest. Prod. Sci.* 104, 1-12.
- BLÖTTNER, S., B.J. HEINS, M. WENSCH-DORENDORF, L.B. HANSEN und H.H. SWALVE, 2011: Brown Swiss \times Holstein crossbreds compared with pure Holsteins for calving traits, body weight, back fat thickness, fertility and body measurements. *J. Dairy Sci.* 94, 1058-1068.
- BUCKLEY, F., P. DILLON, S. CROSSE, F. FLYNN und M. RATH, 2000: The performance of Holstein Friesian dairy cows of high and medium genetic merit for milk production on grass-based feeding systems. *Livest. Prod. Sci.* 64, 107-119.
- DILLON, P., F. BUCKLEY, P.O. CONNOR, D. HEGARTY und M. RATH, 2003: A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livest. Prod. Sci.* 83, 21-33.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 212 S.
- FERGUSON, J.F., D.T. GALLIGAN und N. THOMSEN, 1994: Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77, 2695-2703.
- EDMONSON, A.J., I.J. LEAN, L.D. WEAVER, T. FARVER und G. WEBSTER, 1989: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
- ENEVOLDSEN, C. und T. KRISTENSEN, 1997: Estimation of body weight from body size measurements and body condition scores in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1988-1995.
- FRIGGENS, N.C., P. BERG, P. THEILGAARD, I.R. KORSGAARD, K.L. INGVARSEN, P. LØVENDAHL und J. JENSEN, 2007: Breed and parity effects on energy balance of genetically driven body energy change. *J. Dairy Sci.* 90, 5291-5305.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 135 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2008: Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie für Wiederkäuer von Gras- und Maisprodukten. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-198.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2009: Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie von Mischfuttermitteln für Rinder. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 143-146.
- 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. 22. Tierzuchttagung, 9.-10. Mai 1995, Bericht BAL Gumpenstein, A-8952 Irdning, 1-49.
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Kongressband, Rostock, 484-504.
- GRUBER, L., A. SUSENBETH, F.J. SCHWARZ, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG und A. OBERMAIER, 2007: Bewertung des NEL-Systems und Schätzung des Energiebedarfs von Milchkühen auf der Basis von umfangreichen Fütterungsversuchen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. 119. VDLUFA-Kongress, 18.-21. Sept. 2007, Kongressband, Göttingen, 479-502.

- GRUBER, L., 2013: Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau und genetisches Potenzial als Schlüsselfaktoren für die Höhe der Milchleistung. Tagungsband ZAR-Seminar, 21.03.2013, Salzburg, 21-40.
- GRUBER, L., M. URDL, W. OBRITZHAUSER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER und B. STEINER, 2014: Influence of energy and nutrient supply pre and *post partum* on performance of multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in early lactation. *Animal* 8, 58-71.
- HAIGER, A. und W. KNAUS, 2010: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch- und Fleischleistung. 1. Mitteilung: Milchleistungsvergleich ohne Kraftfutter. *Züchtungskde.* 82, 131-143.
- HART, I.C., 1983: Endocrine control of nutrient partition in lactating ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 42, 181-194.
- HART, I.C., J.A. BINES und S.V. MORANT, 1979: Endocrine control of energy metabolism in the cow: Correlations of hormones and metabolites in high and low yielding cows for stages of lactation. *J. Dairy Sci.* 62, 270-277.
- HART, I.C., J.A. BINES, S.V. MORANT und J.L. RIDLEY, 1978: Endocrine control of energy metabolism in the cow: Comparison of the levels of hormones (prolactin, growth hormone, insulin and thyroxine) and metabolites in the plasma of high- and low-yielding cattle at various stages of lactation. *J. Endocrinology* 77, 333-345.
- HEINRICHS, A.J., G.W. ROGERS und J.B. COOPERS, 1992: Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. *J. Dairy Sci.* 75, 3576-3581.
- KIRCHGESSNER, M., F.X. ROTH, F.J. SCHWARZ und G.I. STANGL, 2011: Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13. überarb. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 643 S.
- KLEIBÖHMER, C., W. HEUWIESER, J. BERGMANN und A. OCHSMANN, 1998: Untersuchung zur Erlernbarkeit und Genauigkeit der Körperkonditionsbeurteilung (BCS) beim Rind. *Prakt. Tierarzt* 79, 50-61.
- KROGMEIER, D., 2009: Zusammenhänge zwischen Nutzungsdauer und Körpergröße unter besonderer Berücksichtigung des Stallsystems bei Braunvieh und Fleckvieh. *Züchtungskde.* 81, 328-340.
- LEDINEK, M., 2014: Futteraufnahme, Milchleistung, Energiebilanz, Lebendmasse und Körpermaße von Milchkühen im Laufe der Laktation sowie Zusammenhänge zwischen diesen Parametern. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 101 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. Tierern.* 31, 75-120.
- LUCY, M.C., G.A. VERKERK, B.E. WHYTE, K.A. McDONALD, L. BURTON, R.T. CURSONS, J.R. ROCHE und C.W. HOLMES, 2009: Somatotropic axis and nutrient partitioning in genetically diverse dairy cows managed under different feed allowances in a pasture system. *J. Dairy Sci.* 92, 526-539.
- MARTENS, H., 2012: Die Milchkühe – Wenn die Leistung zur Last wird! 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. April 2012, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irnding, 35-42.
- OTTO, K.L., J.D. FERGUSON, D.G. FOX und C.J. SNIFFEN, 1991: Relationship between body condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74, 852-859.
- PATTON, J., D.A. KENNY, S. McNAMARA, J.F. MEE, F.P. O'MARA, M.G. DISKIN und J.J. MURPHY, 2007: Relationships among milk production, energy balance, plasma analytes, and reproduction in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 90, 659-658.
- RADCLIFF, R.P., B.L. McCORMACK, B.A. BROOKER und M.C. LUCY, 2003: Growth hormone (GH) binding and expression of GH receptor 1A mRNA in hepatic tissue of periparturient cows. *J. Dairy Sci.* 86, 3933-3940.
- SAS Institute Inc., 2010: SAS/STAT 9.22 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC (USA), 8460 S.
- STANGASSINGER, M., 2003: Beurteilung und Aussagekraft der Untersuchung von Blutparametern zur Erkennung von Fütterungsfehlern. 30. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 24.-25. April 2003, Bericht BAL Gumpenstein, A-8952 Irnding, 1-9.
- STEINWIDDER, A., 2009: Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. Band 2 – Tierhaltung, Agrarpolitik und Betriebswirtschaft, Märkte und Lebensmittel. 10. Wissenschaftstagung Ökolog. Landbau, 11.-13. Febr. 2009, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 30-33.
- THOMET, P., H. RÄTZER und B. DURGIAL, 2002: Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. *Agrarforschung* 9, 404-409.
- UTZ, J., 1998: Tierbeurteilung Rinder: Lineare Beschreibung: Messen – Beschreiben – Bewerten. *Landwirtschaftl. Bildberatungsstelle e. V.*, München.
- VALLIMONT, J.E., C.D. DECHOW, J.M. DAUBERT, M.W. DEKLEVA, J.W. BLUM, C.M. BARLIEB, W. LIU, G.A. VARGA, A.J. HEINRICHS und C.R. BAUMRUCKER, 2011: Short communication: Heritability of gross feed efficiency and associations with yield, intake, residual intake, body weight, and body condition score in 11 commercial Pennsylvania tie stalls. *J. Dairy Sci.* 94, 2108-2113.
- VAN SOEST, P.J., J.P. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch BAND III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WALL, E., M.P. COFFEY und S. BROTHERSTONE, 2005: Body trait profiles in Holstein-Friesians modeled using random regression. *J. Dairy Sci.* 88, 3663-3671.
- YAN, T., C.S. MAYNE, T.W.J. KEADY und R.E. AGNEW, 2006: Effects of dairy cow genotype with two planes of nutrition on energy partitioning between milk and body tissue. *J. Dairy Sci.* 89, 1031-1041.
- YAN, T., C.S. MAYNE, D.C. PATTERSON und R.E. AGNEW, 2009: Prediction of body weight and empty body composition using body size measurements in lactating dairy cows. *Livest. Sci.* 124, 233-241.

Lebensleistung und Lebenseffektivität – eine Analyse zur Optimierung wichtiger Parameter für nachhaltige Milcherzeugung

Lifetime performance and lifetime effectivity – an analysis for optimization of essential parameters of sustainable milk production

Uwe Eilers^{1*}

Zusammenfassung

Zur Analyse der Merkmale Lebensleistung und Lebens-effektivität wurden Daten der Milchleistungsprüfung (MLP) des LKV Baden-Württemberg ausgewertet. Dabei wurde sowohl mit Informationen zu abgegangenen Kühen als auch zu Milchviehherden gearbeitet. Ziel der Untersuchung war es, die Einflussgrößen auf die Lebensleistung und Lebenseffektivität, Zusammenhänge zu weiteren leistungswichtigen Merkmalen sowie zur Wirtschaftlichkeit zur Milcherzeugung darzustellen.

Kühe mit hohen Lebenseffektivitäten zeichnen sich im Vergleich zur betrachteten Stichprobe vor allem durch eine überdurchschnittliche Nutzungsdauer von mindestens fünf (Fleckvieh) bzw. vier (Holstein) Laktationen und überdurchschnittliche Milchleistungen bereits in der ersten Laktation aus. Die bezüglich Lebenseffektivität besten Betriebe weisen vor allem eine mit über 32.000 kg Milch weit überdurchschnittliche Lebensleistung und mit über 9.000 kg Milch weit überdurchschnittliche mittlere Jahresleistung auf.

Abgehende MLP-Kühe erreichen in Baden-Württemberg aktuell durchschnittlich eine Milchmenge von rund 10,7 kg je Lebenstag. Die ökonomischen Kalkulationen dieser Untersuchung haben ergeben, dass für eine wirtschaftliche Milcherzeugung jedoch je nach Rahmenbedingungen Lebenseffektivitäten von mindestens 13 bis 16 kg erreicht werden müssen.

Die zentrale Maßnahme, um die Lebenseffektivität von Milchkühen zu erhöhen, ist eine Verlängerung der Nutzungsdauer. Da die Nutzungsdauer eine Heritabilität von nur 12 bis 15 % besitzt, liegt der Schwerpunkt der Maßnahmen weniger in der Zucht, sondern in den Bereichen Kuhkomfort, Fütterung und Herdenmanagement. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Vermeidung von Abgängen während der ersten Laktation zu legen.

Schlagwörter: Milchkühe, Milchleistung, Nutzungsdauer, Wirtschaftlichkeit, Ökonomik

Summary

In this study lifetime performance and lifetime effectivity of dairy cows in Baden-Württemberg were investigated. Therefore milk recording data, data of culled cows and herd characteristics were evaluated. The aim of this investigation was to reveal relationships between lifetime performance and other performance-related traits as well as economic factors of milk production.

Cows with high lifetime effectivity (milk yield per day from birth until reporting date) showed above-average milk yield already within the first lactation and reached at least five (Simmental) or four (Holstein) lactations. Farms with good lifetime effectivity show much above-average yearly milk yield per cow (9,000 kg per cow and year) as well as lifetime yield (32,000 kg).

Culled cows in Baden-Württemberg (involved in milk recording) currently reach an average yield of 10.7 kg per day of life. Calculations within this project showed, that cost-effective production would require a lifetime effectivity of at least 13 to 16 kg milk.

To improve lifetime effectivity, the number of lactations needs to be increased. Due to the fact, that heritability of this trait is low, with only 12 to 15 %, it should be focused on cow comfort, feeding and herd management rather than on breeding. Furthermore it should be focused on the avoidance of culling heifers.

Keywords: dairy cows, milk yield, length of productive life, economics.

Einleitung

Die Milchleistung von Milchkühen stellt die wesentlichste Komponente für eine wirtschaftlich erfolgreiche Milcherzeugung dar. Neben dem Leistungsniveau ist die Lebensleistung einer Kuh aussagekräftig, denn sie bezieht die

Nutzungsdauer in die Betrachtung ein und berücksichtigt damit die Bestandsergänzungskosten der Milchviehhaltung. Eine relativ neue Kennzahl zur Beurteilung der Rentabilität von Milchkühen ist die Lebenseffektivität, ausgedrückt in Kilogramm (kg) ermolkenen Milch je Lebenstag. Im Gegensatz zur Nutzungseffektivität, die die Milchleistung

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

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. agr. Uwe Eilers, email: uwe.eilers@mlr.bwl.de

in kg je Nutzungstag ab der ersten Abkalbung ausweist, wird in der Lebenseffektivität die gesamte Aufzuchtphase berücksichtigt. Einflussfaktoren auf die Lebenseffektivität sind dementsprechend die durchschnittliche Jahresleistung, die Nutzungsdauer sowie das Erstkalbealter.

Durch die milchleistungsorientierte Zucht der vergangenen Jahrzehnte ist das genetische Potenzial für hohe Milchmengen je Lebenstag in der Breite unserer Herden vorhanden. Als Problem für dessen Realisierung stellt sich vor allem die Gestaltung der Haltungsumwelt mit ihren verschiedenen Bereichen Fütterung, Stallbau, Herdenmanagement etc. dar. Ziel der vorliegenden Arbeiten war, die Eigenschaften von Kühen und Herden in Abhängigkeit der Lebenseffektivität zu beschreiben, um durch produktionstechnische Maßnahmen zu günstigeren Werten zu kommen. Die betriebswirtschaftlichen Kalkulationen sollten Richtwerte für die Lebenseffektivität ermitteln, um zielgerichtet auf kostendeckende Lebenseffektivitäten hinarbeiten zu können. Die Erhebungen auf erfolgreichen Praxisbetrieben hatten den Zweck, geeignete Haltungsbedingungen und Managementmaßnahmen zu definieren.

Begriffsbestimmungen

Wichtige Begriffe zur Thematik wurden in der vorliegenden Arbeit gemäß folgender Definitionen verwendet:

- Nutzungsdauer: Anzahl der erbrachten 305-Tage-Laktationen im Leben einer Milchkuh
- Lebensleistung: Gesamtmenge ermolkenener Milch in kg von der ersten Abkalbung bis zum Abgang einer Milchkuh
- Nutzungseffektivität: Ermolkene Milch in kg je Nutzungstag (vom Tag der ersten Abkalbung bis zum Stichtag der Erhebung)
- Lebenseffektivität (Milchmenge je Lebenstag): Ermolkene Milch in kg je Lebenstag (vom Tag der Geburt bis zum Stichtag der Erhebung)

Material und Methoden

Für die Auswertungen von verschiedenen Merkmalen in Abhängigkeit der Lebensleistung und Lebenseffektivität von abgegangenen Kühen bzw. aktiven Herden wurden Daten der Milchleistungsprüfung des Landesverbandes Baden-Württemberg für Leistungsprüfungen in der Tierzucht (LKV) genutzt. Es wurden Einzelkühe betrachtet, die ihr produktives Leben beendet und somit ihre Lebensleistungen bzw. Lebenseffektivitäten abgeschlossen haben. Um die Abhängigkeiten zu veranschaulichen, wurden jeweils Klassen bezüglich Lebensleistung und Lebenseffektivität gebildet. Die Auswertungen erfolgten getrennt für die Rassen Deutsches Fleckvieh, Holstein und Deutsches Braunvieh.

Für die Auswertungen zur Lebensleistung von Milchkuhen wurden die Daten von 142.415 zwischen dem 01.10.2004 und 09.11.2006 abgegangenen, ganzjährig geprüften Kühen mit mindestens einer abgeschlossenen Laktation analysiert. Die Lebenseffektivität wurde anhand von 48.015 (Prüfjahr 2007) bzw. 49.364 (Prüfjahr 2008) abgegangenen, ganzjährig geprüften Kühen mit mindestens einer abgeschlossenen Laktation untersucht.

In die Auswertungen zur durchschnittlichen Lebenseffektivität von Milchviehherden flossen die Zahlen von 5.673 (Prüfjahr 2007) bzw. 5.462 (Prüfjahr 2008) Milchviehbetrieben aus Baden-Württemberg mit Milchleistungsprüfung

(MLP) ein. Die Zuordnung zu den drei Rassen erfolgte durch einen Anteil von mindestens 75 % der Herde an der jeweiligen Rasse. Es sind nur Kühe mit einem vollständigen Jahresabschluss und mindestens einer vollständigen 305-Tage-Leistung vor Prüfungsjahre in die Auswertung gekommen. Bei der Auswertung der 20 besten Betriebe wurden bei den Rassen Fleckvieh und Braunvieh zusammen fünf Kleinbetriebe mit einem Bestand von weniger als 10 Kühen nicht einbezogen.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wurden die Kennwerte der 49.364 im Prüfjahr 2008 (siehe oben) abgegangenen Kühe zur betriebswirtschaftlichen Kalkulation des Betriebszweiges Milcherzeugung herangezogen. Die Kennwerte bestehen aus den jeweils in den gebildeten Klassen der Lebenseffektivität erreichten durchschnittlichen 305-Tage-Leistung (Leistungsniveau) sowie der entsprechenden Nutzungsdauer. Den Modellkalkulationen liegen u.a. folgende Rahmenbedingungen zu Grunde:

- Lohnansatz für ständige Arbeitskräfte Euro 12,25 je Akh
- Stallplatzkosten Milchvieh Euro 4.000,- brutto, ohne Zuschuss Investitionsförderung, AfA 4 %, Unterhalt 1 %
- Kosten für Milchreferenzmenge Cent 4,2 je kg und Jahr (gesamtes Milchkontingent, Nutzungsdauer 6 Jahre)

Bei höheren Milchleistungen wird ein entsprechend höherer Aufwand insbesondere für Kraftfutter, aber auch den betreffenden anderen variablen Kosten, Arbeitskosten und Milchquote berücksichtigt. Der genannte Milchpreis ist der Netto-Standardpreis je kg bei 3,7 % Fett und 3,4 % Eiweiß. Rassebedingte Zuschläge sind in die Berechnung eingegangen. Verwendet wurden die Kalkulationsdaten Milchviehhaltung und Färsenaufzucht 2009 der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Schwäbisch Gmünd.

In einer vom Landwirtschaftlichen Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW) betreuten Bachelorarbeit wurden baden-württembergische Milchviehbetriebe vor dem Hintergrund der Lebenseffektivität ihrer Kühe hinsichtlich des Einflusses ihrer Haltungs- und Managementbedingungen untersucht. Es handelte sich in der Arbeit von PLIESCHKE (2010) um Betriebe der 20 Besten gemäß Lebenseffektivität je Rasse. Die Erhebungen wurden auf vier Fleckvieh-, drei Holsteinsowie drei Braunvieh-Betrieben in Baden-Württemberg durchgeführt. Die zehn betreffenden Betriebsleiter wurden im Rahmen einer Besichtigung ihrer Milchviehhaltung im Sommer 2010 zu ihren Haltungsbedingungen und Managementmaßnahmen befragt. Außerdem wurden Zahlen aus dem MLP-Jahresbericht 2009 erhoben.

Ergebnisse

Auswertungen zur Lebensleistung von Milchkuhen

Im Rahmen der Auswertungen zur Lebensleistung von Milchkuhen wurde unter anderem festgestellt, dass je höher die erreichte Lebensleistung ist, desto höher fällt die Laktationshöchstleistung aus. Außerdem wird diese Höchstleistung bei steigender Lebensleistung immer später im Leben der Milchkuhe erbracht. Kühe mit über 80.000 kg Lebensleistung erreichten in der sechsten bis siebten Laktation ihre Höchstleistung von 10.100 kg (Braunvieh) bis 11.400 kg (Holstein). Im Durchschnitt aller ausgewerteten Kühe wurde

die Höchstleistung mangels Lebensdauer in der zweiten bis dritten Laktation zwischen 6.465 kg (Fleckvieh) und 7.880 kg (Holstein) erzielt.

Die Lebenseffektivitäten lagen für die ausgewerteten Tiere im Durchschnitt zwischen 9,1 kg (Fleckvieh) und 10,8 kg (Holstein). Mit der Lebensleistung steigt der Wert kontinuierlich bis auf 18,2 kg (Braunvieh) bzw. 20,6 kg (Holstein) bei Lebensleistungen über 80.000 kg (Abbildung 1).

Auswertungen zur Lebenseffektivität von Milchkühen

Zur näheren Analyse der Kennzeichen von Kühen mit hohen Lebenseffektivitäten wurden die im Prüffahr 2008 abgegangenen Kühe in Klassen der abschließend erreichten Lebenseffektivitäten eingeteilt. Die Datensätze des Prüffjahres 2007 wurden in der Darstellung nicht berücksichtigt, weil sich daraus keine zusätzlichen Erkenntnisse ergeben. Über 49.000 Kühe flossen so in die Auswertung ein. Die Ergebnisse wurden für die Rassen Holstein, Fleckvieh und Braunvieh separat ausgewiesen. Es stellte sich heraus, dass Holstein-Kühe vor allem auf Grund ihres höheren Leistungsniveaus deutlich besser als die beiden anderen Rassen abschneiden. 35 % der Holstein-Kühe erreichten Werte von über 14 kg Milch je Lebenstag. Beim Fleckvieh waren es nur 14 % und beim Braunvieh 20 %. Spitzenwerte von über 20 kg Milch je Lebenstag schafften 2,3 % der Holstein-Kühe, jedoch nur 0,2 % bzw. 0,5 % der Fleckvieh- bzw. Braunvieh-Kühe. Für die Rassen Fleckvieh (41 %) und Braunvieh (34 %) fanden sich die meisten Tiere in der niedrigsten Kategorie bis maximal 10 kg Milch je Lebenstag, während mit 23 % Anteil die meisten Holstein-Kühe zwischen 12 und 14 kg Milch je Lebenstag erreichten.

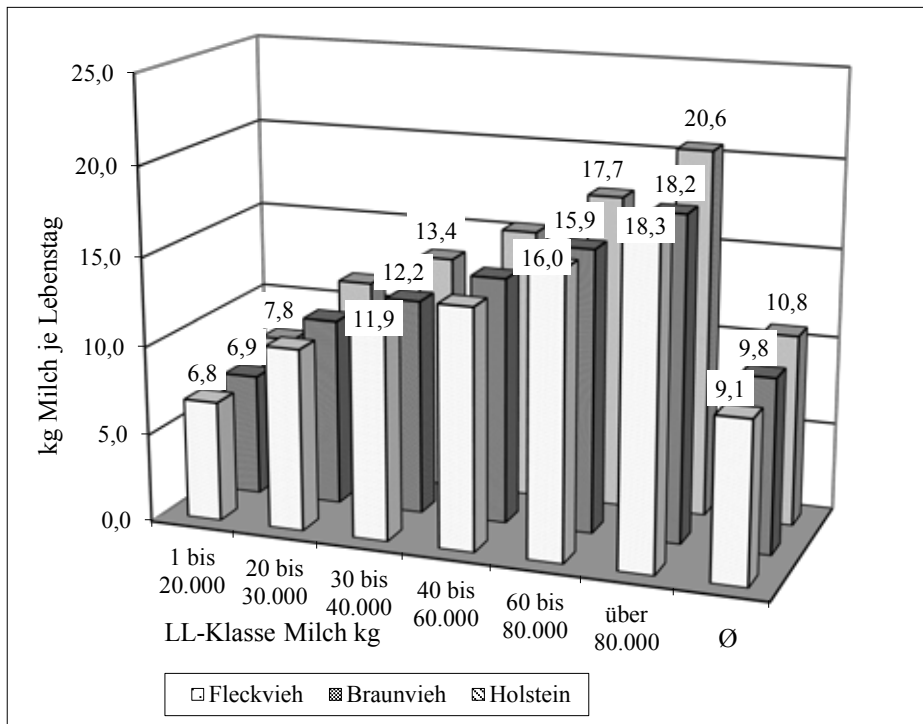


Abbildung 1: Milchmenge je Lebenstag in Abhängigkeit von der Lebensleistung

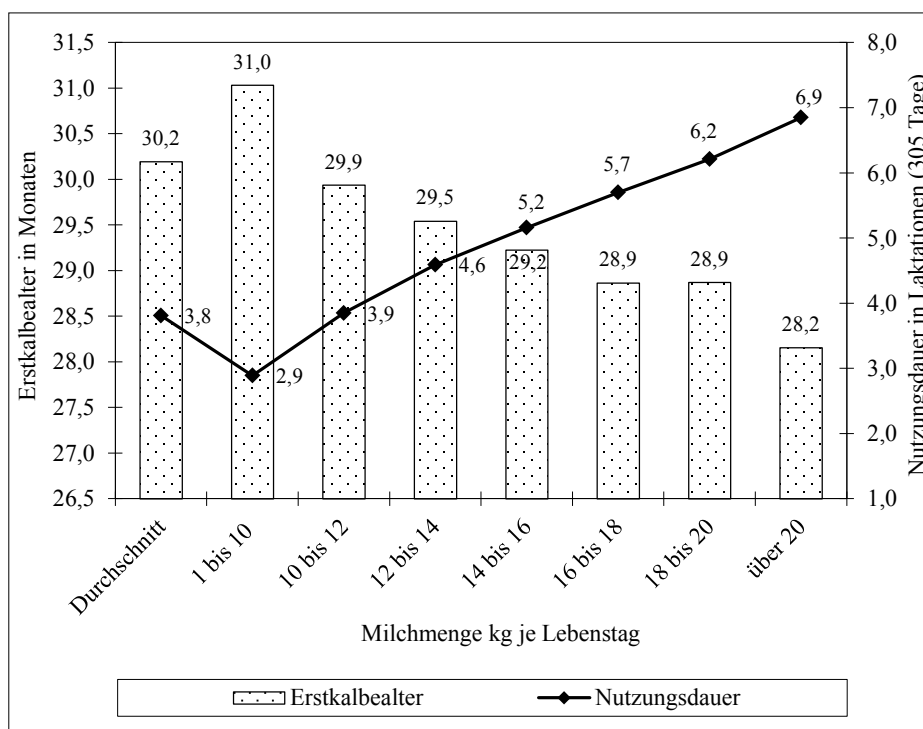


Abbildung 2: Erstkalbealter und Nutzungsdauer von Kühen der Rasse Fleckvieh in Abhängigkeit der Milchmenge je Lebenstag

Zur näheren Analyse der Kennzeichen von Kühen mit hohen Lebenseffektivitäten wurden die im Prüffahr 2008 abgegangenen Kühe in Klassen der abschließend erreichten Lebenseffektivitäten eingeteilt. Die Datensätze des Prüffjahres 2007 wurden in der Darstellung nicht berücksichtigt, weil sich daraus keine zusätzlichen Erkenntnisse ergeben. Über 49.000 Kühe flossen so in die Auswertung ein. Die Ergebnisse wurden für die Rassen Holstein, Fleckvieh und Braunvieh separat ausgewiesen. Es stellte sich heraus, dass Holstein-Kühe vor allem auf Grund ihres höheren Leistungsniveaus deutlich besser als die beiden anderen Rassen abschneiden. 35 % der Holstein-Kühe erreichten Werte von über 14 kg Milch je Lebenstag. Beim Fleckvieh waren es nur 14 % und beim Braunvieh 20 %. Spitzenwerte von über 20 kg Milch je Lebenstag schafften 2,3 % der Holstein-Kühe, jedoch nur 0,2 % bzw. 0,5 % der Fleckvieh- bzw. Braunvieh-Kühe. Für die Rassen Fleckvieh (41 %) und Braunvieh (34 %) fanden sich die meisten Tiere in der niedrigsten Kategorie bis maximal 10 kg Milch je Lebenstag, während mit 23 % Anteil die meisten Holstein-Kühe zwischen 12 und 14 kg Milch je Lebenstag erreichten.

Erstkalbealter und Nutzungsdauer

Neben der Milchleistung haben das Erstkalbealter und die Nutzungsdauer direkten Einfluss auf die Lebenseffektivität. Ersteres sinkt und letztere steigt im Durchschnitt kontinuierlich mit zunehmender Lebenseffektivität (Abbildung 2). Kühe mit interessanten Größenordnungen von über 14 kg Milch je Lebenstag kommen auf max. 29 (Fleckvieh) bzw. 28 (Holstein) Monate Erstkalbealter. Hinsichtlich Nutzungsdauer ergeben sich für Kühe mit höheren Lebenseffektivitäten im Mittel mehr als fünf (Fleckvieh) bzw. vier (Holstein) Laktationen.

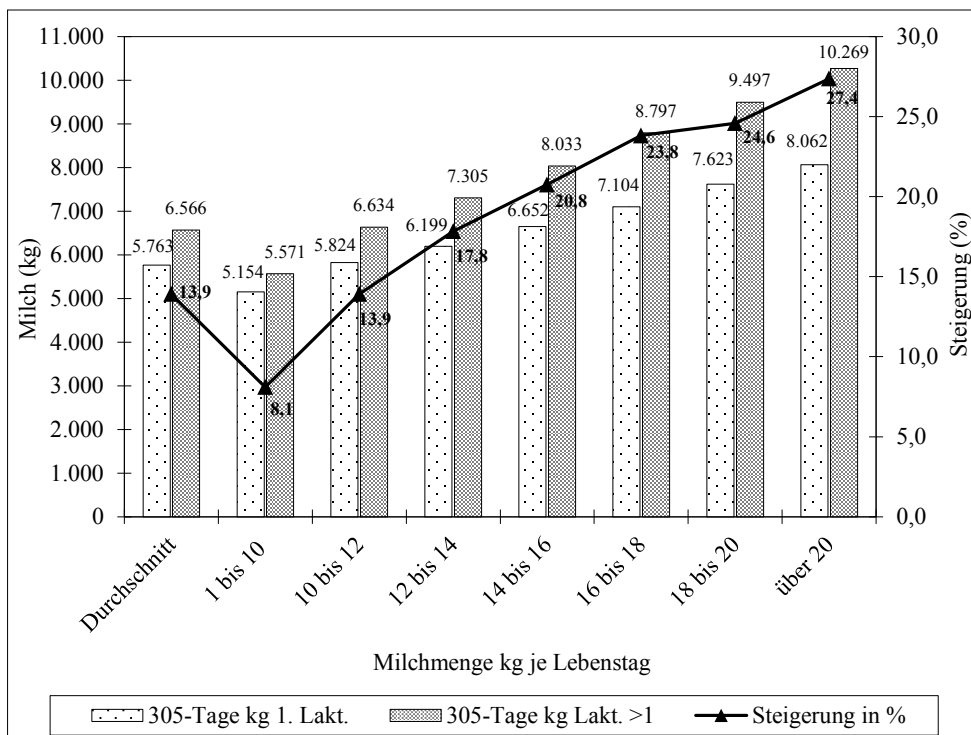


Abbildung 3: 305-Tage-Leistungen in der ersten und den folgenden Laktationen der Rasse Fleckvieh in Abhängigkeit der Milchmenge je Lebenstag

Steigerung in den Laktationsleistungen

Kühe, die hohe Lebenseffektivitäten erreicht haben, zeichnen sich neben überdurchschnittlichen Milchleistungen zusätzlich durch ein hohes Steigerungspotenzial von der ersten zu den Folgelaktationen aus. *Abbildung 3* zeigt das für die Rasse Fleckvieh. Die Fleckviehkühe mit mindestens 14 kg Lebenstageleistung gaben in der ersten Laktation durchschnittlich mindestens knapp 900 kg mehr Milch als der Durchschnitt der untersuchten Kühe. Diese 305-Tage-Leistung wurde im Mittel der Folgelaktationen um mindestens 20,8 % gesteigert. Der Mittelwert aller Kühe beträgt diesbezüglich 13,9 %. Bei den Holstein-Kühen lag die erste 305-Tage-Leistung im Durchschnitt der Kühe mit hohen Lebenstageleistungen bei 7.500 kg gegenüber dem Mittelwert von 6.990 kg. Die Steigerung in den Folgelaktationen lag bei 17,6 % aufwärts bei einem Mittelwert aller Kühe von 14,1 %. Die Rasse Fleckvieh realisiert mit steigender Lebenseffektivität eine stärkere Steigerung im Vergleich zu den Holsteins. Dieser Unterschied lässt sich dadurch erklären, dass die Fleckvieh-Kühe durch ihr insgesamt geringeres Leistungsniveau älter werden müssen, um auf gleiche Lebenstageleistungen zu kommen wie die Holstein-Kühe. So erreichen mehr Kühe ein Alter, in dem die maximale Jahresleistung zur Realisierung kommt. In der Summe fließen beim Fleckvieh also mehr Leistungen höherer Laktationen in diesen Vergleich ein. Dieser Zusammenhang verdeutlicht die große wirtschaftliche Bedeutung einer langen Nutzungsdauer von Milchkühen.

Einsatzleistung

Die erste tatsächlich realisierte Information zur Milchleistung einer Kuh ist die Einsatzleistung in der ersten Laktation. Sie entscheidet häufig darüber, ob eine Jungkuh im Bestand bleibt oder selektiert wird. Wie bei den 305-Ta-

ge-Leistungen, erreichen Kühe mit Lebenseffektivitäten von über 14 kg überdurchschnittliche Einsatzleistungen (erstes MLP-Prüfergebnis). Für Fleckvieh-Jungkühe liegt der Wert bei 24,4 kg Milch. Holstein-Kühe mit mindestens 14 kg Lebens-effektivität erreichen hier 27,0 kg. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass sie in Produktion bleiben. Allerdings ist diese Überlegenheit gegenüber dem Durchschnitt mit 2,5 bis maximal 5,5 kg beim Fleckvieh und 1,5 bis 5,3 kg bei Holstein-Kühen nicht besonders stark ausgeprägt. Bei der Steigerung von der Einsatzleistung der ersten Laktation auf die Einsatzleistungen der Folgelaktationen beginnen die Steigerungsraten für Kühe mit

mindestens 14 kg Lebenseffektivität bei 35 % (Fleckvieh) bzw. 36 % (Holstein) und enden mit 46 % bzw. 43 % für Kühe in der höchsten Klasse für Lebenseffektivität (über 20 kg). Auch hier spielt der oben genannte Zusammenhang eine Rolle, dass je höher die Lebenseffektivität ist, desto länger ist die Nutzungsdauer und desto mehr Laktationen fließen je Kuh in die Auswertung ein.

Auswertungen zur Lebenseffektivität von Milchviehherden

Im Durchschnitt der MLP-Betriebe wurden im Prüffahr 2008 je nach Rasse zwischen 9,5 (Fleckvieh) und 11,5 kg (Holstein) Milch je Lebenstag im Herdendurchschnitt erreicht. Die besten 20 Betriebe (Top 20) wiesen 13,6 bzw. 15,8 kg auf (*Tabelle 1*). D.h. die besten Holstein-Betriebe schafften im Durchschnitt annähernd den Wert, der selbst unter ungünstigeren Bedingungen als vollkostendeckend bezeichnet wird. Die durchschnittliche Lebensleistung dieser Betriebe liegt bei 33.000 kg Milch und ist 9.500 kg höher als der Durchschnitt. Bei den anderen Rassen sieht es ähnlich aus. Es wird deutlich, dass das Herdenalter bei den guten und besten Holstein-Betrieben nicht höher ist als der Durchschnitt, während das Erstkalbealter bei den Top 20-Betrieben um zwei Monate unter dem Durchschnitt liegt. Bei Fleckvieh und Braunvieh ist das Herdenalter bei den 20 Besten um 3 bis 4 Monate höher, während das Erstkalbealter um 1,0 bzw. 0,5 Monate niedriger ausfällt. Bei der aus Herdenalter und Erstkalbealter abgeleiteten Nutzungsdauer liegen die Top-Betriebe rund drei Monate über dem jeweiligen Rassendurchschnitt. Die +25 % Betriebe heben sich beim Herdenalter nicht und beim Erstkalbealter sowie der Nutzungsdauer nur geringfügig von den Durchschnittswerten ab.

Milchleistung

Tabelle 1 zeigt außerdem deutlich, dass die guten (+25 %) und somit auch die besten (Top 20) Betriebe sowohl größere Milchviehbestände als auch höhere Milchleistungen haben als der Durchschnitt. Die Spezialisierung in der Milcherzeugung schlägt sich demnach in der realisierten Milchmenge je Lebenstag nieder. Die nach Lebenseffektivität gruppierten 25 % besten Betriebe erzielen eine um rund 1.000 kg höhere 305-Tage-Leistung je Kuh und Jahr als der Durchschnitt der MLP-Betriebe. Die Top 20 Betriebe erreichen eine um 2.300 bis knapp 2.500 kg höhere Milchleistung. Diese Leistungs-

unterschiede zeigen, welche Reserven in der genetischen Ausstattung der Milchviehherden stecken.

Fruchtbarkeit und Eutergesundheit

Im Rassenvergleich staffeln sich die Fruchtbarkeitsparameter Rast- und Günstzeit entgegengesetzt zum Leistungs-niveau. Demnach haben Fleckviehherden die besten Fruchtbarkeitswerte. Vor allem gelingt es den Fleckvieh-Betrieben mit hohen Lebenstageleistungen (Top 20) im Gegensatz zu den Betrieben mit Holstein- oder Braunviehkühen, ihre Herdenfruchtbarkeit deutlich besser als die Durchschnittsbetriebe zu gestalten. Dieser Zusammenhang gilt nicht für die Eutergesundheit. Hier zeichnen sich die besten und guten Betriebe aller drei Rassen durch unterdurchschnittliche Zellgehalte der Milch aus.

Tabelle 1: Kenndaten von Milchviehbetrieben gestaffelt nach durchschnittlicher Milchmenge je Lebenstag (EILERS 2010)

Parameter	Rasse	Durchschnitt	TOP 20	(+) 25 %	(-) 25 %
Milchmenge je Lebenstag (kg)	Fleckvieh	9,5	14,1	11,3	6,8
	Holstein	11,5	15,8	13,3	8,1
	Braunvieh	10,1	13,6	11,9	7,6
Bestandsgröße (Anzahl Tiere)	Fleckvieh	24	41	36	17
	Holstein	29	55	47	22
	Braunvieh	31	47	43	22
Lebensleistung (kg Milch)	Fleckvieh	20.675	32.348	24.827	15.047
	Holstein	23.517	33.075	27.367	17.303
	Braunvieh	23.927	33.615	28.144	17.924
Herdenleistung (kg Milch, pro Jahr)	Fleckvieh	6.626	9.079	7.649	4.865
	Holstein	8.036	10.503	9.131	5.888
	Braunvieh	6.982	9.220	8.055	5.351
Nutzungsdauer (Jahre)	Fleckvieh	3,15	3,50	3,24	3,12
	Holstein	2,94	3,21	3,03	3,04
	Braunvieh	3,37	3,62	3,55	3,33
Erstkalbealter (Monate)	Fleckvieh	29,4	28,4	28,3	31,0
	Holstein	28,3	26,3	27,2	30,8
	Braunvieh	30,4	29,9	29,4	32,0

Kalkulationen zum Einfluss der Lebenseffektivität auf die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung

Abbildung 4 zeigt bei einem Milchpreis von 28,5 Cent netto die Entwicklung von Milcherlös und Bestandsergänzungskosten für die Rasse Fleckvieh als wesentliche Einflussfaktoren auf das Betriebszweigergebnis in Abhängigkeit der Lebenseffektivität. Die Bestandsergänzungskosten für die Klasse 14 bis 16 kg Milch je Lebenstag sind um 86,- Euro geringer als im Durchschnitt. Der Milcherlös ist um rund 490,- Euro höher, so dass unter Abzug der höheren Kraftfutterkosten von rund 160,- Euro je Kuh und Jahr und weiterer Kostenpositionen etwa 250,- Euro je Kuh und Jahr mehr verdient werden.

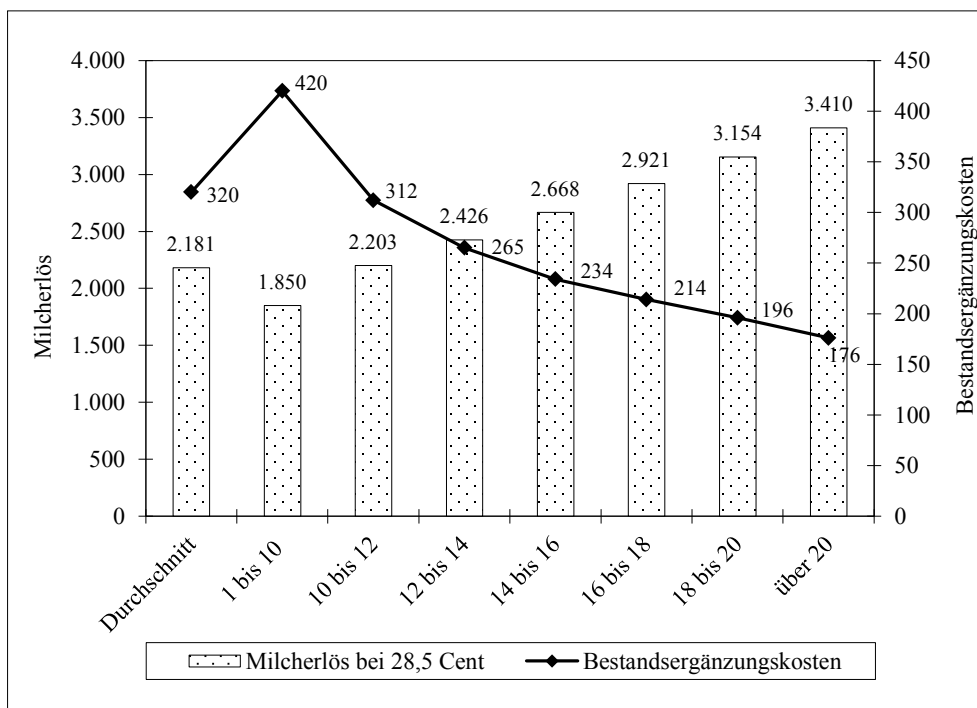


Abbildung 4: Entwicklung des Milcherlöses (Milchpreis 28,5 Cent je kg netto) und der Bestandsergänzungskosten (Euro je Kuh und Jahr) in Abhängigkeit der Milchmenge je Lebenstag bei der Rasse Fleckvieh

Abbildung 5 stellt den kostendeckenden Milcherlös in Abhängigkeit der unter 4.3. gebildeten Betriebsklassen dar. Durchschnittsbetriebe benötigen je nach Rasse demnach zwischen 36 und 38 Cent brutto je kg Milch, um kostendeckend zu wirtschaften. Die bezüglich Lebenseffektivität besten Betriebe (Top 20) kommen mit 31 bzw. 32 Cent aus. Dem besten Viertel (+25) der Betriebe reichen zwei bzw. drei Cent weniger als dem Durchschnitt. Die unteren 25 % müssen brutto 44 bis 46 Cent Milchgeld je kg erhalten, damit sie auf ein ausgeglichenes kalkulatorisches Betriebszweigergebnis kommen. Im ausgewiesenen Bruttopreis sind 10,7 % Mehrwert-

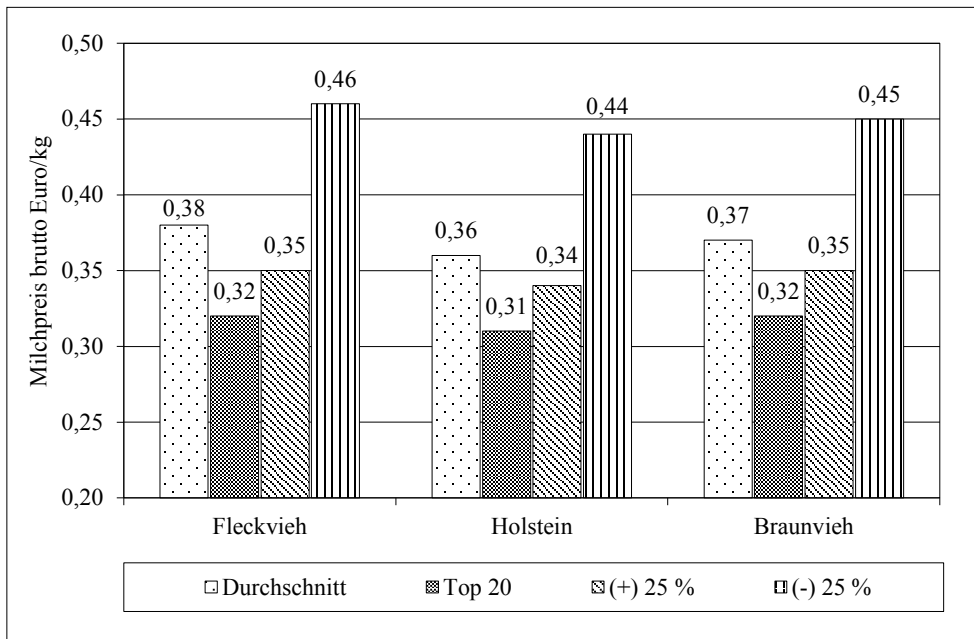


Abbildung 5: Kostendeckender Milcherlös für Herden in Abhängigkeit der Betriebsklasse gemäß Milchmenge je Lebenstag bei Milchquotenkosten von 4,2 Cent je kg und Jahr unter Berücksichtigung von Nebenerlösen

steuer enthalten. Diese Zahlen machen deutlich, dass Durchschnittsbetriebe einen im Rückblick auf die vergangenen Jahre vergleichsweise hohen Milchpreis zur Kostendeckung benötigten. Milchmengen je Lebenstag zwischen 9,5 und 11,5 können demnach nicht als nachhaltig wirtschaftlich bezeichnet werden.

Erhebungen auf Praxisbetrieben zur Lebenseffektivität

TOP-Betriebe

Tabelle 2 zeigt auf Basis des Besuchs und der Befragung von zehn ausgewählten Milchviehbetrieben aus den TOP 20 jeder

Tabelle 2: Ausgewählte, relevante Haltungs- und Managementfaktoren mit ihrem Realisierungsanteil in 10 ausgewählten Milchviehbetrieben

Bereich	Einzelfaktor	Realisierung %
Stallbau Milchvieh	Alter des Stalles < 10 Jahre	50
	Isoliertes Dach oder/und Ventilatoren zur Zusatzlüftung	70
	Offenstall, komplett zu öffnende Wände oder/und Laufhof	60
	Tiefboxen	100
	Liegeboxenbreite mind. 1,20 m	90
	Angehobener Fressplatz	10
	Planbefestigte Laufflächen	60
	Spaltenboden	40
	Laufflächen teilweise mit Gummiauflagen	20
	Nutzung separate Abkalbebox bzw. separater Abkalbestall	70
Herdenmanagement	Regelmäßige Klauenpflege	100
	selber/externer Klauenpfleger	50/50
	Klauenpflege akuter Fälle selber	90
	Klauenpflege zum Trockenstellen	20
	Eigenbestandsbesamung	100
	Jungkuhselektion bei < 25 kg Milch	40
	Separate Haltung von kranken/lahmenden Kühen	70
	Kuhtrank oder warmes Wasser nach dem Kalben	70
	Gebärparese-Prophylaxe mit Ca-Bolus	50
	Tierarzt kommt regelmäßig alle 2 bis 4 Wochen	40
Umfangreiche Behandlungen selbstständig auf Anweisung des Tierarztes	70	
Fütterung	Teilmischung und Kraftfutterstation	70
Ausbildung	Mindestens Landwirtschaftsmeister	80
Beratung	Mitglied im Beratungsdienst	50
Wichtige Arbeitsroutinen	Fütterung, häufiges Futternachschieben	60
Subjektive Erfolgsfaktoren	Fütterung / Futterqualität	60
	Bullenauswahl / Züchtung	80
	Kuhkomfort	50
	Abkalbebereich / Versorgung der Kuh rund ums Abkalben	50
	Interesse an Kühen / viel Zeit im Stall verbringen / viel beobachten	70
	Keine Fremd-Arbeitskräfte	20
Freude an der Arbeit, kein finanzieller Druck	20	

Rasse die auswertbaren Faktoren, die für den Erfolg in der Milcherzeugung verantwortlich sein können.

Diskussion

Betriebswirtschaftliche Aspekte

Die Kennzahl Lebenseffektivität bzw. Milch kg je Lebenstag ist ein Parameter, der die Milchlebensleistung von Milchkühen oder Herden unter Berücksichtigung des Erstkalbalters, des Milchleistungsniveaus und der Nutzungsdauer abbildet. Die Zielwerte schwanken in Abhängigkeit vom Milchpreis und den Produktionskosten. Bei Milchpreisen von 28,5 Cent netto ist eine Lebenseffektivität von ca. 16 kg notwendig, um zu einem ausgeglichenen kalkulatorischen Betriebszweigergebnis zu kommen. Dies gelingt lediglich mit rund einem Drittel der Tiere in den Milchviehherden Deutschlands. Bezogen auf durchschnittliche Lebenseffektivitäten aktiver Herden würden nur die absoluten Top-Betriebe die volle Kostendeckung erreichen. Damit heutige Durchschnittsbetriebe kostendeckend wirtschaften können, sind Milchpreise von mindestens 36 bis 38 Cent brutto nötig. HARMS (2008) hat kalkuliert, dass mindestens 15 kg Milch je Lebenstag nötig sind, um die Milchproduktion bei einem Milchpreis von 27 Cent in den positiven Ergebnisbereich zu führen. Jedoch würden die betriebspezifischen Kosten- und Erlösstrukturen einen wesentlich größeren Einfluss auf die Rentabilität des Betriebszweiges ausüben, als durch die Erhöhung der Lebensleistung und Nutzungsdauer möglich wären. Das Intensitätsniveau bestimmt die betriebswirtschaftlich erforderliche Höhe der Lebensleistung.

Da Kühe die gleiche Lebenseffektivität über den Weg unterschiedlicher Nutzungsdauer, Milchleistung und unterschiedlichen Erstkalbalters erreichen können sowie insbesondere bei Zweinutzungsrassen die Nebenerlöse für Kalb und Schlachtkuh eine wirtschaftlich nennenswerte Rolle spielen, beschreiben DORFNER und SPRENGLER (2008) einen Deckungsbeitrag je Lebenstag. In diese Maßzahl gehen alle Erlösarten und alle variablen Kosten ein, die im Leben einer Kuh anfallen. In ihren Berechnungen kommen sie für bayerische Fleckviehkühe auf Deckungsbeiträge je Lebenstag von -0,73 bis 6,96 Euro je Lebenstag. Der mittlere Wert lag bei 1,71 Euro je Tag. Die Mittelwerte des Deckungsbeitrages je Lebenstag steigen mit der Lebenseffektivität kontinuierlich an. Die Bandbreite zwischen Minimal- und Maximalwert des Deckungsbeitrages je Lebensleistung sinkt mit steigender Lebenseffektivität und bildet so die unterschiedlichen „Pfade“ zu einer bestimmten Lebenseffektivität ab. Mit zunehmender Lebenseffektivität werden die Unterschiede insbesondere in den Kosten für Aufzucht, Remontierung und Futter durch den steigenden Milcherlös überlagert.

In der Studie von ABFALTER et al. (2012), in der Extremtiere der Rasse Holstein mit mindestens neun abgeschlossenen Laktationen mit ihren Herdengefährtinnen aus 447 Betrieben verglichen werden, wird der Gewinn pro Kuh und Lebenstag berechnet. Für alle 65.269 ausgewerteten Kühe lag dieser im Mittel bei 1,86 Euro, während die Extremtiere einen Gewinn pro Kuh und Lebenstag von 3,33 Euro erzielten. Bei der Darstellung des Zusammenhangs zwischen Laktationsnummer und Gewinn je Lebenstag ergibt sich ein Anstieg des Gewinnes je Lebenstag von Laktation zu Laktation bis zur 12. Laktation. Ausgehend von einer

durchschnittlichen Nutzungsdauer von rund drei Laktationen in den Milchviehbetrieben Deutschlands wird die herausragende ökonomische Bedeutung einer Verlängerung der Nutzungsdauer klar. Diese beruht im Wesentlichen auf einer Verteilung der Aufzuchtkosten auf mehr Laktationen und einer höheren Milchleistung sowie der Realisierung von hohen Laktationsleistungen, deren Maximum in den Laktationen Nummer fünf bis acht erbracht wird. FEKETE et al. (2012) unterstreichen auch die große Bedeutung der Nutzungsdauer in ihrer Ableitung von ökonomischen Gewichten verschiedener Merkmale in der Milcherzeugung.

Aspekte der Züchtung und des Managements

Die Nutzungsdauer von Milchkühen wird zum größten Teil durch Umwelteinflüsse beeinflusst. KROGMEIER (2009) hat für die Rassen Fleckvieh und Braunvieh lediglich eine Heritabilität von 8 % erhoben. In der gemeinsamen deutsch-österreichischen Zuchtwertschätzung wird mit 12 % (FÜRST et al. 2009) gerechnet. Dennoch lässt sich mit dem verfügbaren Teilzuchtwert Nutzungsdauer züchterisch direkt Einfluss auf das genetische Potential von Nachkommen nehmen. Allerdings müssen dabei negativ korrelierte Merkmale wie die Milchleistung berücksichtigt werden, um den Zuchtfortschritt für die Nutzungsdauer nicht zu schmälern. So hat KROGMAEIER (2009) auch für die Merkmale Widerristhöhe, Kreuzhöhe und Rumpftiefe jeweils negative genetische Korrelationen zur Nutzungsdauer bei Fleckvieh und Braunvieh in Höhe von -0,14 bis -0,30 festgestellt. Die linearen Regressionen dieser Merkmale zur Nutzungsdauer sind ebenfalls signifikant negativ. Er betrachtet deshalb eine weitere starke züchterische Berücksichtigung der Körpergröße aufgrund der antagonistischen Beziehung zur Nutzungsdauer kritisch, zumal eine weitere intensive Selektion auf Rahmen keine nennenswerte Verbesserung der Milchleistung erwarten lässt. WANGLER und HARMS (2006) schreiben dem Merkmal Persistenz eine wichtige Rolle hinsichtlich hoher Lebenseffektivität zu.

Im Bereich des Herdenmanagements spielt zur Verbesserung der Nutzungsdauer von Milchkühen die Vermeidung von Zwangsabgängen während oder nach der ersten Laktation auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen eine entscheidende Rolle. MÜNCH und RICHTER (2012) haben für die Abgänge von MLP-Kühen in Baden-Württemberg im Prüffahr 2010 festgestellt, dass ca. 25 % der Kühe nach nur einer Abkalbung die Bestände verlassen. Die Hauptursachen dafür waren Unfruchtbarkeit sowie Krankheit oder Unfall (Holstein und Braunvieh) und geringe Leistung (Fleckvieh und Braunvieh).

WANGLER et al. (2008) haben bei der Analyse von 43.245 abgegangenen Kühen der Rasse Deutsche Holstein aus 21 Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern als Hauptursache für eine zu geringe mittlere Nutzungsdauer die hohen Abgangsraten von Jungkühen insbesondere zu Beginn der Laktation ausgemacht. Als entscheidend betrachten sie eine optimale Vorbereitung auf die Kalbung, ein effizientes Gesundheitsmonitoring sowie eine hohe Futteraufnahme zu Laktationsbeginn. Die Leistungshöhe sowohl zu Beginn der Laktation als auch die 305-Tagesleistung hatten eine positive Beziehung zur Nutzungsdauer. BRADE et al. (2008) kommen zu dem Ergebnis, dass über ein Viertel der Jungkühe in Sachsen die Betriebe bereits während des ersten Nutzungs-

jahres wieder verlassen. Für die Gesamtabgangsrate sei weniger das Herdeniveau sondern die generelle Gestaltung der Prophylaxe bzw. Therapie auf Betriebsebene wichtig. Dem gesamten Betriebsmanagement der tierindividuellen Betreuung sei künftig eine höhere Aufmerksamkeit einzuräumen. Auch WANGLER et al. (2009) schlussfolgern in Zusammenhang mit der 305-Tage-Leistung von Jungkühen, die bei Kühen mit einer hohen Effizienz bereits in der ersten Laktation sehr hoch war, dass in überwiegendem Maße es nicht die Leistungsveranlagung an sich sondern ungünstige Umweltbedingungen sind, die insbesondere bei genetisch höher veranlagten Tieren zu Beeinträchtigungen der Gesundheit und damit der Nutzungsdauer führen.

Neben einer Optimierung der Haltungsumwelt, des Herden- und Gesundheitsmanagements ist deshalb auf die züchterische Arbeit mit langlebigen und robusten Kühen auf Betriebsebene besonderes Augenmerk zu legen.

Einflussgrößen auf die Lebenseffektivität

Eine gute und grundsätzlich wirtschaftliche Lebenseffektivität von 14 kg lässt sich aufgrund der drei Einflussfaktoren Erstkalbealter, Nutzungsdauer und mittlerer Jahresleistung auf verschiedenen Pfaden erreichen (Tabelle 3). Ausgehend von einer mittleren Jahresleistung von ca. 8.000 kg Milch, führen zum Beispiel folgende Werte zum Ziel:

- Erstkalbealter 26 Monate und ca. 3,75 Laktationen Nutzungsdauer oder
- Erstkalbealter 28 Monate und 4,0 Laktationen Nutzungsdauer oder
- Erstkalbealter 31 Monate und 4,5 Jahre Nutzungsdauer.

Es kann selbstverständlich auch das Erstkalbealter oder/und die Nutzungsdauer als fix betrachtet und die erforderliche Milchleistung als zu erreichendes Ziel formuliert werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen werden durch WANGLER und HARMS (2006) bestätigt. Auch sie fanden heraus, dass die Kühe mit hohen 305-Tageleistungen und hohen Einstiegsleistungen die höchste Lebenseffektivität aufweisen. Hinzu kommt als weitere wichtige Komponente eine bessere Persistenz als bei Kühen mit geringer Lebenseffektivität. Diese Kühe scheinen also die schwierige Phase zu Laktationsbeginn mit einem guten Adaptationsvermögen zu kompensieren. Dieses Adaptationsvermögen trägt vermutlich in der ersten Laktation auch zur Senkung des Abgangsrisikos bei.

Tabelle 3: Erforderliche mittlere Jahresleistung zum Erreichen von 14 kg Milchmenge je Lebenstag in Abhängigkeit von Nutzungsdauer und Erstkalbealter (EILERS 2010)

Nutzungsdauer (Laktationen)	Erstkalbealter (Monaten)							
	25	26	27	28	29	30	31	32
2,0	10.360	10.570	10.780	10.990	11.200	11.410	11.620	11.830
2,5	9.310	9.478	9.646	9.814	9.982	10.150	10.318	10.486
3,0	8.610	8.750	8.890	9.030	9.170	9.310	9.450	9.590
3,5	8.110	8.230	8.350	8.470	8.590	8.710	8.830	8.950
4,0	7.735	7.840	7.945	8.050	8.155	8.260	8.365	8.470
4,5	7.443	7.537	7.630	7.723	7.817	7.910	8.003	8.097
5,0	7.210	7.294	7.378	7.462	7.546	7.630	7.714	7.798
5,5	7.019	7.095	7.172	7.248	7.325	7.401	7.477	7.554
6,0	6.860	6.930	7.000	7.070	7.140	7.210	7.280	7.350
6,5	6.725	6.790	6.855	6.919	6.984	7.048	7.113	7.178
7,0	6.610	6.670	6.730	6.790	6.850	6.910	6.970	7.030

Schlussfolgerungen

Um die wirtschaftliche Situation der Milcherzeuger nachhaltig zu verbessern und sich gegen Niedrigpreisphasen bei den Erzeugerpreisen für Milch zu rüsten, muss ausgehend von aktuell durchschnittlich drei Laktationen insbesondere die Nutzungsdauer der Kühe verlängert werden. Sie zieht automatisch eine höhere Milchleistung durch die Steigerung von Laktation zu Laktation nach sich.

Ein wesentlicher Beitrag zur Verlängerung der durchschnittlichen Nutzungsdauer ist die Vermeidung von Abgängen während der ersten Laktation. Dazu eignen sich unter anderem folgende Maßnahmen:

- Keine vorschnelle Selektion von Jungkühen aufgrund von vermeintlich zu niedrigen Einsatzleistungen. Insbesondere bei Tieren aus Linien, die sich durch überdurchschnittliche Lebenseffektivitäten ausgezeichnet haben, muss ein Verbleib im Bestand sorgfältig geprüft werden.
- Verbesserung des Tierkomforts und der Tierbeobachtung in der Phase von mindestens drei Wochen vor bis drei Wochen nach der ersten Abkalbung. Dazu gehört ein großzügiges Platzangebot, möglichst Unterbelegung der Stallabteile und ggf. separate Gruppen für hochtragende Färsen und frischabgekalbte Jungkühe.

Einzelbetriebliche Zuchtstrategien müssen sich auf Kühe und Linien mit hohen Lebenseffektivitäten konzentrieren. Bei der Bullenauswahl müssen Merkmalsantagonismen zur Nutzungsdauer minimiert werden. Dies dürfte umso leichter fallen, als davon ausgegangen werden kann, dass in der Breite der spezialisierten Milchviehbetriebe das genetische Leistungspotenzial für mittlere Jahresleistungen von mindestens 9.000 kg Milch vorhanden ist.

Die Realisierung dieses Leistungspotenzials wird durch Umweltfaktoren behindert. Entsprechend liegt in einer Optimierung von Kuhkomfort, Herden- und Gesundheitsmanagement sowie Fütterung großes Potenzial zur Verbesserung der Lebenseffektivität von Milchkühen. Unerlässlich ist eine große Sachkenntnis, Beobachtungsgabe und Nähe des Betriebsleiters zum Tier.

Da eine gleiche Lebenseffektivität von Milchkühen durch unterschiedliche Nutzungsdauer und Milchleistung sowie unterschiedliches Erstkalbealter zustande kommen kann und zusätzlich unterschiedliche Kosten- und Erlösbedingungen sowie Produktionsintensitäten Einfluss nehmen, ist eine

differenzierte ökonomische Bewertung der Lebenseffektivität erforderlich. Zukünftig könnte ein modellierter Deckungsbeitrag je Lebenstag in Anlehnung an DORFNER und SPRENGEL (2008) ein aussagekräftigeres Merkmal als die reine Lebenseffektivität sein, da er die unterschiedlichen Parameter und Rahmenbedingungen in ihrer betriebswirtschaftlichen Wirkung insgesamt abbildet.

Literatur

- ABFALTER, K., W. BRADE und O. DISTL, 2012: Vergleich von Lebensleistung und Leistungseffizienz zwischen extrem langlebigen Deutschen Holstein Kühen und deren zeitgleichen Herdengefährtinnen. *Züchtungskunde* 84, 140-157.
- BRADE, W., H. HAMANN, E. BRADE und O. DISTL, 2008: Untersuchungen zum Verlustgeschehen von Erstkalbinnen in Sachsen. *Züchtungskunde* 80, 127-136.
- DORFNER, G. und D. SPRENGEL, 2008: Deckungsbeitrag für die Lebensleistung. Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern.
- EILERS, U., 2010: Analyse der Merkmale Lebensleistung und Lebenseffektivität von Milchkühen mit Hilfe von Daten der Milchleistungsprüfung, Wirtschaftlichkeitsberechnungen sowie Erhebungen auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben. Versuchsbericht Nr. 1-2010, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft Wild und Fischerei Baden-Württemberg, 37 S.
- FEKETE, Z., R. BAUMUNG, B. FUERST-WALTL, K. KELLER und F. SZABÓ, 2012: Einfluss des Milchertrags auf Betriebsrentabilität und ökonomische Gewichte von ausgewählten Merkmalen. *Züchtungskunde* 84, 463-473.
- FÜRST, C., R. EMMERLING, J. DODENHOFF, D. KROGMEIER und E. NIEBEL, 2009: Zuchtwertschätzung beim Rind – Beschreibung der Grundlagen, Methoden und Modelle. Polykopie, Zucht Data, Wien. <http://www.zar.at/article/archive/1159>.
- GODEL, B., 2012: Einfluss der Haltungsbedingungen auf die Lebensleistung von Milchkühen, Bachelorthesis Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen.
- HARMS, J., 2008: Betriebswirtschaftliche Betrachtungen der Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen in Mecklenburg-Vorpommern. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.
- KROGMEIER, D., 2009: Zusammenhänge zwischen Nutzungsdauer und Körpergröße unter besonderer Berücksichtigung des Stallsystems bei Braunvieh und Fleckvieh. *Züchtungskunde* 81, 328-340.
- LEL (Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume), Schwäbisch Gmünd, 2009: Kalkulationsdaten Milchviehhaltung und Färsenaufzucht 2009.
- LKV (Landesverband Baden-Württemberg für Leistungsprüfungen in der Tierzucht), 2008: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung Baden-Württemberg 2007.
- LKV (Landesverband Baden-Württemberg für Leistungsprüfungen in der Tierzucht), 2009: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung Baden-Württemberg 2008.
- MÜNCH, T. und T. RICHTER, 2012: Abgänge und Abgangsursachen bei Milchkühen in Baden-Württemberg unter dem Blickwinkel des Tierschutzes und der Ökonomie. *Tierärztliche Umschau* 67, 68-74.
- PLIESCHKE, L., 2010: Lebenseffektivität von Milchkühen. Bachelorthesis Universität Hohenheim.
- WANGLER, A. und J. HARMS, 2006: Verlängerung der Nutzungsdauer der Milchkühe durch eine gute Tiergesundheit bei gleichzeitig hoher Lebensleistung zur Erhöhung der Effizienz des Tiereinsatzes. Forschungsbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion.
- WANGLER, A., E. BLUM, I. BÖTTCHER und P. SANFTLEBEN, 2009: Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen aus der Sicht einer effizienten Milchproduktion. *Züchtungskunde* 81, 341-360.
- WANGLER, A. und J. HARMS, 2008: Analyse der Abgangsursachen in ausgewählten Milchviehbetrieben Mecklenburg-Vorpommerns unter Einbeziehung einzeltierbezogener Behandlungen und Leistungen. Forschungsbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion.

Auswirkungen unterschiedlicher Absetztermine auf Fleckviehmutterkühe und deren Nachzucht

The influence of different lengths of suckling periods on Simmental suckler cows and their calves

Johann Häusler¹, Sandra Hörmann³, Stefanie Enzenhofer³, Birgit Fürst-Waltl³, Daniel Eingang¹,
Anton Schauer¹, Margit Velik¹, Roland Kitzer¹, Leopold Podstatzky², Markus Gallnböck² und
Andreas Steinwider²

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden am Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein die Auswirkungen von unterschiedlichen Absetzterminen (Gruppe 1 180 bzw. Gruppe 2 270 Tage) auf Mutterkühe der Rasse Fleckvieh und deren Nachkommen (1. Laktation Fleckvieh × Limousin, ab der 2. Laktation Fleckvieh × Charolais) untersucht. Um extensive Fütterungsbedingungen abzubilden, erfolgte die Fütterung der Kühe ausschließlich mit spät geerntetem Grundfutter (Heu und Grassilage). Alle Jungtiere wurden aufgezogen und mit einem Mastendgewicht von 500 kg (Kalbinnen) bzw. 580 kg (Ochsen) geschlachtet. Während der Sägeperiode erhielten die Jungtiere zusätzlich zur Milch junges Heu und maximal 1,5 kg Frischmasse Kraftfutter. In der Mastphase nach dem Absetzen wurde Heu (0,5 kg FM), Kraftfutter und Maissilage *ad libitum* gefüttert. Der durchschnittliche Kraftfutteranteil in der Ausmast betrug 45 %. Sowohl die Kraftfuttermenge als auch das Verhältnis Energie- zu Proteinkraftfutter richtete sich nach einem angestrebten XP/ME-Verhältnis in der Gesamtration. Die Futteraufnahme wurde täglich individuell erhoben. Der Versuch erstreckte sich über 3 vollständige Säge- und 2 Trockenstehperioden.

Die Milchleistung der Kühe wurde einmal pro Woche erhoben und betrug bei 180 Tagen Säugedauer 2.250 kg (2.053 kg ECM) und bei 270 Tagen Säugedauer 3.270 kg (2.858 kg ECM). In der Sägezeit nahmen die Kühe täglich durchschnittlich 13,7 kg (Gruppe 1) bzw. 14,4 kg (Gruppe 2) und in der Trockenstehphase 13,3 bzw. 12,9 kg Trockenmasse auf. Hinsichtlich Energieversorgung, die sich in der Körperkondition abbildet, bestand eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl. Die Tiere der Gruppe 2 waren bei der 2. Abkalbung deutlich unterkonditioniert (BCS < 2,75) und die Körperkondition ging in der Sägeperiode auf unter 2,25 zurück. In Folge zeigten die Mutterkühe dieser Gruppe einen signifikant erhöhten Besamungsindex

Summary

The influence of different lengths of suckling periods (group 1 180 days and group 2 270 days) on Simmental suckler cows and their calves (1st lactation Simmental × Limousin, from the 2nd lactation on Simmental × Charolais) was subject of an research project at the Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein. The ration of the cows consisted of low quality hay and grass silage. All the calves were reared and the heifers and steers were slaughtered at a life weight of 500 kg and 580 kg respectively. During the suckling period the calves were fed with the milk from their dams and additionally with hay and a maximum of 1.5 kg concentrates. The ration of the fattening period consisted of hay (0.5 kg FM), *ad libitum* maize silage and concentrates. The average amount of concentrates was about 45 %. Both, the amount of concentrates and the relation of protein and energy in the concentrates depended on the relation between XP and ME of the total ration. The feed intake was measured daily and individually. The experiment included three suckling and two dry periods.

Once a week the cows in lactation were milked by milking machine. Milk yields of 2,250 kg (2,053 kg ECM) and 3,270 kg (2,858 kg ECM) were recorded for cows in the 180 and 270 day suckling period, respectively. During the suckling period the daily dry matter intake was 13.7 kg in group 1 (180 days) and 14.4 kg in group 2 (270 days) and in the dry period 13.3 kg and 12.9 kg, respectively. Both, energy supply and cows' body-condition showed a significant interaction between group and number of lactation. The suckler cows with the longer suckling period had a significantly lower body-condition (BCS < 2.75) in their second lactation and dropped under a minimum of 2.25 during suckling period. Therefore, these cows showed a significantly higher number of artificial insemination (> 5/cow) and a significantly longer calving interval (534 days).

Simmental × Limousin crossings showed daily gains of 1,184 g and 1,241 g and Simmental × Charolais crossings

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, LFZ-Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning

² LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning

³ Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

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

(> 5 Besamungen) und eine signifikant verlängerte Zwischenkalbezeit (534 Tage).

Die Tageszunahmen der Fleckvieh \times Limousin-Jungtiere der ersten Laktation lagen in den beiden Säugedauergruppen bei 1.184 g bzw. 1.241 g und bei den Fleckvieh \times Charolais-Kreuzungen in den höheren Laktationen bei 1.337 g bzw. 1.314 g. Bei den Charolais-Kreuzungstieren nahmen die Ochsen mit 1.405 g signifikant um 159 g mehr zu als die Kalbinnen. Die Limousin-Kreuzungen unterschieden sich kaum (Ochsen 1.239 g und Kalbinnen 1.186 g). Der Energieaufwand pro kg Zuwachs war in der Mastperiode mit 74,7 MJ ME (FV \times LI) bzw. 72,5 MJ ME (FV \times CH) in Gruppe 2 numerisch höher als in Gruppe 1 mit 72,6 MJ ME (FV \times LI) bzw. 66,5 MJ ME (FV \times CH). Die FV \times CH-Ochsen benötigten 66,1 MJ ME und die LI-Kreuzungen 70,4 MJ ME pro kg Zuwachs. Bei den Kalbinnen lag der Energieaufwand der FV \times CH-Tiere bei 72,3 MJ ME pro kg Zuwachs unter jener der LI-Kreuzungen bei 77,0 MJ ME. In der Ausschächtung gab es keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen und Geschlechtern. Alle Werte (warm) lagen zwischen 57,0 und 57,9 %. Auch in der Schlachtkörperbeurteilung fanden sich keine Unterschiede. Die Schlachtkörper wurden durchschnittlich mit einer Fleischigkeit von 2,0 (= U) bis 2,7 (= +R) und einer Fettgewebeklasse zwischen 3,1 und 3,7 beurteilt.

Der kalkulierte Flächenbedarf pro Masttiereinheit war bedingt durch die lange Zwischenkalbezeit in der 2. Laktation der Gruppe 2 mit 1,25 ha am höchsten. Im Durchschnitt lag er knapp unter 1 ha. Zwischen Ochsen und Kalbinnen zeigte sich kein Unterschied im Flächenbedarf pro Masttiereinheit, wohl aber pro kg Schlachtkörper. Die Ochsen benötigten pro kg Schlachtkörper um 5 m² (1. Laktation) bzw. 3,9 m² (> 1. Laktation) weniger Fläche als die Kalbinnen.

Schlagwörter: Mutterkuh, Milchleistung, Nährstoffversorgung, Mast- und Schlachtleistung

of 1,337 and 1,314 g, respectively. Among the Charolais crossings the steers (1,405 g) differed significantly from the heifers (1,246 g). In Simmental \times Limousin crossings the difference between steers and heifers was lower (53 g). Energy input per kg growth in the fattening period was numerically higher in group 2 (SI \times LI 74.7 MJ ME, SI \times CH 72.5 MJ ME) than in group 1 (72.6 and 66.5 MJ ME). Simmental \times Charolais steers (66.1 MJ ME) and heifers (72.3 MJ ME) had a lower energy input per kg growth than Simmental \times Limousin (70.4 MJ ME and 77.0 MJ ME). Neither group nor sex had an effect on carcass performance. Killing out proportion was between 57.0 and 57.9 % and conformation score was between 2.0 (= U) and 2.7 (= +R). Fatness score showed a level between 3.1 and 3.7.

The longer calving interval in the 2nd lactation of group 2 had an effect on calculated land requirement per fattening unit (1.25 ha). On average, one unit needed about 1 ha land. Different sex showed no effect on land requirement per fattening unit but an effect on land per kg carcass weight. Steers needed about 5.0 m² (1st lactation) and heifers 3.9 m² (> 1st lactation) land.

Keywords: suckler cow, milk yield, energy supply, fattening and carcass performance

1. Einleitung und Fragestellung

In Österreich hat die Mutterkuhhaltung in den letzten Jahrzehnten, vor allem im Berggebiet und dort überwiegend auf den Nebenerwerbsbetrieben (BAUER und GRABNER 2012), als extensive Form der Rinderhaltung an Bedeutung gewonnen. Sie trägt in diesen Gebieten nicht unwesentlich zur Offenhaltung der Kulturlandschaft bei (STEINWENDER und GOLD 1989), weil durch die Auffassung der Milchproduktion freiwerdende Grünlandflächen und Stallgebäude weiter genutzt werden können. Die Fleischproduktion in der Mutterkuhhaltung entspricht in großem Ausmaß den steigenden Erwartungen der Konsumenten an eine nachhaltige Lebensmittelerzeugung. Art- und tiergerechte Haltings- und Fütterungsbedingungen sind für ihn ebenso wichtig wie die Herkunft der Tiere (STEINWIDDER 2012).

In der Mutterkuhhaltung stellen die aufgezogenen Kälber die Haupteinnahmequelle dar und sind daher entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Systems (BAUER und GRABNER 2012). Ziel muss es also sein, jedes Jahr ein vitales, gut entwickeltes Kalb, das gute Zunahmen und aus-

gezeichnete Masteigenschaften aufweist, von der Mutterkuh absetzen zu können (STEINWIDDER 2012, BAUER und GRABNER 2012). Fruchtbarkeit, Leichtkalbigkeit, eine gute Tiergesundheit sowie ein guter Mutterinstinkt sind die wichtigsten Anforderungen an eine Mutterkuh. Daneben spielt die Milchleistung der Kuh eine zentrale Rolle. Je mehr Milch dem Kalb zur Verfügung steht, desto schneller kann es wachsen (BAUER und GRABNER 2012). All diese Faktoren werden nicht nur von der Genetik sondern ganz wesentlich auch von der Fütterung beeinflusst. Aus diesem Grund muss neben der Genetik auch das Fütterungs- und Haltingsmanagement angepasst und optimiert werden (STEINWIDDER 2012).

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden am Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein die Auswirkungen von unterschiedlichen Absetzterminen (180 bzw. 270 Tage) auf Mutterkühe der Rasse Fleckvieh untersucht. Unter extensiven Fütterungsbedingungen sollten an diesen Kühen die Effekte des Absetztermins auf Milchleistung, Futteraufnahme und Nährstoffversorgung, Lebendmasseentwicklung sowie Tiergesundheit und Fruchtbarkeit erhoben werden. Darüber hinaus wurden auch die

Auswirkungen der unterschiedlichen Absetztermine auf die Mastleistung der säugenden Kälber und die Mast- und Schlachtleistung bzw. Fleischqualität der abgesetzten und intensiv ausgemästeten Kalbinnen und Ochsen als Projektziele definiert.

2. Tiere, Material und Methoden

Der vorliegende Versuch wurde am Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein durchgeführt und erstreckte sich über 3 vollständige Säuge- und 2 Trockenstehperioden. Bei 2 Kühen konnte auch noch eine vollständige 4. Laktation erfasst werden. Der Versuchsaufbau sowie erste, mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft EXCEL berechnete, Ergebnisse wurden bereits publiziert (HÄUSLER et al. 2011).

2.1 Versuchsplan

Zu Versuchsbeginn wurden 8 trächtige Kalbinnen der Rasse Fleckvieh mit einem Erstkalbealter von 772 bis 947 Tagen (25,4 bis 31,1 Monate) eingestellt. Sie stammten aus der Milchviehherde des Instituts für Nutztierforschung am LFZ Raumberg-Gumpenstein (Herdendurchschnitt Fleckvieh im Vorversuchsjahr: 7.380 kg Milch mit 4,23 % Fett und 3,36 % Eiweiß) und wurden mit der Vatterrasse Limousin (Legionär) belegt. In den weiteren Laktationen erfolgte die Besamung mit Charolais-Stieren (Ahn, Orion, Zeus). Vor der ersten Abkalbung wurden die Tiere in zwei Gruppen zu je 4 Tieren, wobei hier neben dem Erstkalbealter und dem Abkalbetermin auch die Lebendmasse und die Zuchtwerte berücksichtigt wurden, eingeteilt. Das Absetzen der Jungtiere erfolgte in Gruppe 1 nach durchschnittlich 180 und in Gruppe 2 im Schnitt nach 270 Säugetagen.

Die Versuchsgruppen wurden ganzjährig in getrennten Buchten im Laufstall auf Tretmist gehalten. Die Entmischung des Fressganges erfolgte mit Hilfe eines Hoftracs. Sowohl die Mutterkühe als auch die nicht abgetrennten Kälber hatten freien Zugang zu einem befestigten Auslauf.

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Milchleistung und Milchinhaltstoffe

Im vorliegenden Versuch wurde in der Säugeperiode durchschnittlich einmal wöchentlich die Milchleistung der Mutterkühe durch zweimal tägliche Melkung erfasst (maschineller Milchentzug) und anschließend die Milchinhaltstoffe analysiert. Zu diesem Zweck wurden die zu melkenden Kühe 24 Stunden von den Kälbern getrennt und in Anbindehaltung gehalten. Diese Trennung erfolgte um 18.00 Uhr des Vortages. Die Morgenmelkung wurde um 06.00 Uhr und die Abendmelkung um 18.00 Uhr durchgeführt. Gleich danach wurden die Tiere in ihre Gruppe rückgestellt. Die Kälber erhielten in dieser Zeit die ermolzene Milch über Eimertränkung. In jenen Fällen, in denen auch nach dem Anrüsten und Ansetzen des Melkzeuges offensichtlich kein ungestörter Milchfluss auftrat, erfolgte eine Oxytocin-Gabe. Dies war in den meisten Fällen notwendig (ca. 75 % aller Melkungen). Bei jeder Melkung wurde eine Probe gezogen und die Milchinhaltstoffe (Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff, Zellzahl) bestimmt. Dies erfolgte im Labor des Landeskontrollverbandes in St. Michael.

Die ermittelte Tagesmilchleistung der Mutterkühe wurde den jeweiligen Jungtieren zugerechnet, wobei „cross-suckling“, das insbesondere an den Melktagen auftrat, keine Berücksichtigung fand.

2.2.2 Rationsgestaltung und Futteraufnahme

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. Eine zusätzliche Kraftfütterergänzung wurde nicht durchgeführt. Die Ration der Mutterkühe setzte sich aus etwa 60 % Grassilage und ca. 40 % Heu (bezogen auf die Gesamttrockenmasseaufnahme) zusammen, wobei die Rationszusammensetzung jährlich an die Erntemenge der einzelnen Komponenten angepasst wurde. Pro Fütterungszeit erfolgte eine Gabe einer phosphorbetonten Mineralstoffmischung (Rimin-Phos) im Ausmaß von 30 g (60 g pro Tag) sowie von 20 g Viehsalz (40 g pro Tag). Grassilage und Heu wurden getrennt verabreicht und jede Mahlzeit frisch eingewogen. Die Mineralstoffe wurden auf die Grassilage gestreut. Nach jedem Futtergang erfolgte die Rückwaage der nicht verzehrten Futtermittel. Bei der Futtervorlage (*ad libitum*) wurde darauf geachtet, dass zumindest 5 % Futterreste (Trockenmasse des Gesamtfutters) im Trog zurückblieben.

Die Jungrinder erhielten in der Säugeperiode (Zeitraum: Geburt bis zum Absetzen) Muttermilch und als Ergänzung Heu *ad libitum* (3. Aufwuchs – jung geerntet) sowie ein energiereiches Kraftfutter (EKF). Das EKF setzte sich aus jeweils 30 % Gerste, Weizen und Mais sowie 10 % Trockenschnitzel zusammen und wurde mit max. 1,5 kg Frischmasse pro Tag begrenzt. Die Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen erfolgte mittels handelsüblicher Mineralstoffmischung (Rimin-Calzi, 60 g pro Tag).

Nach dem Absetzen begann eine ca. einwöchige Übergangsfütterung, in der eine Gewöhnung der Jungrinder an die Maissilage (Rationsanteil wurde schrittweise erhöht) und an ein proteinreiches Kraftfutter erfolgte. In dieser Zeit war das Heu auf 1 kg FM begrenzt. Nach der Angewöhnungswoche wurde den Masttieren Maissilage zur freien Aufnahme sowie 0,5 kg FM Heu vorgelegt. Kraftfutter wurde in Abhängigkeit vom Lebendgewicht (KF kg TM/Tag = $-0,0000083 \times LG^2 + 0,01357 \times LG - 0,16$) zugeteilt. Die Anteile von energiereichem (EKF) bzw. rohproteinreichem Kraftfutter (PKF) waren variabel und richteten sich nach einem angestrebten XP/ME-Verhältnis in der Gesamtration. Das angestrebte XP/ME-Verhältnis der Gesamtration änderte sich lebendgewichtsabhängig (LG) im Mastverlauf (XP/ME-Verhältnis = $0,0000356 \times LG^2 - 0,0395468 \times LG + 21,8$). Die Zusammensetzung des EKF entsprach jener der Säugeperiode und im PKF waren 66,6 % Sojaextraktionsschrot und 33,3 % Rapsextraktionsschrot enthalten. Die Ergänzung mit Mineralstoffen erfolgte bedarfsgerecht über Futterkalk, Viehsalz und über eine Vitamin- und Spurenelementmischung (GfE 2001).

Erhebung der Futteraufnahme

Die Futteraufnahme sowohl der Kühe als auch der Jungrinder wurde täglich tierindividuell mittels Calan-System erhoben. Bei diesem System sind die Fressplätze mit Klappen

(Türchen) versperrt und pro Fressplatz hatte nur jeweils ein Tier Zutritt. Die Erkennung erfolgte mittels Sensor, der am Halsband des Tieres befestigt wurde.

Die Jungrinder lernten erst mit zunehmendem Alter dieses System zu bedienen, daher lagen die vollständig messbaren Futteraufnahmedaten erst ab etwa der 20. Lebendwoche vor. Ab diesem Zeitpunkt erfolgte bei der Morgen- (06.00 – 10.00 Uhr) und Abendfütterung (15.00 – 19.00 Uhr) jeweils die Einwaage von Heu (3. Aufwuchs), EKF (max. 0,75 kg FM) und Mineralstoffen (auf EKF in eigener Schale) sowie die Rückwaage des Heus. In der Mastphase wurde zuerst Heu gefüttert, danach Maissilage mit kleinen Portionen Kraftfutter (EKF + PKF). Diese Art der Futtergabe gewährleistete eine Aufnahme des gesamten Kraftfutters. Maissilage wurde danach zur freien Aufnahme vorgelegt.

2.2.3 Lebendmasse und Körperkonditionsbeurteilung

Die Erfassung der Lebendmasse der Tiere erfolgte einmal wöchentlich durch Wiegung. Zusätzlich wurden das Geburts- sowie das Mastendgewicht der Jungtiere erhoben.

Bei den Kühen wurde 14-tägig von 1 bis 3 Personen die Körperkondition der Kühe mittels BCS-Skala (Punkte von 1 bis 5 in 0,25 Schritten), wie bei EDMONSON et al. (1989) beschrieben, beurteilt.

2.2.4 Nährstoffanalyse der Futtermittel

Die Nährstoffgehalte der Gras- bzw. Maissilagen sowie des Heus und des Kraftfutters (EKF und PKF) wurden jeweils aus einer 4-wöchigen Sammelprobe bestimmt.

Der Trockenmassegehalt – sowohl der Ein- als auch der Rückwaage – der Silagen sowie der Rückwaage des Heus wurde täglich einmal, und der Trockenmassegehalt der Einwaage des Heus und des Kraftfutters 7-tägig bestimmt.

Die Weender Nährstoffe und VAN SOEST-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Die Verdaulichkeit der Maissilage wurde *in vivo* mit Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1995) bestimmt.

Die Berechnung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie (ME) bzw. an Netto-Energie-Laktation (NEL) des Grundfutters erfolgte nach den Formeln der GfE (2008) auf der Grundlage des Gehaltes an Rohnährstoffen sowie der Enzymlöslichkeit (ELOS) nach der Cellulase-Methode (VDLUFA 1976 bzw. DE BOEVER et al. 1986).

2.2.5 Blutparameter

Von den Kühen wurden am Tag der Abkalbung und danach in etwa 3-wöchigen Abständen Blutproben genommen und auf folgende Parameter untersucht:

Harnstoff, Creatinin, Total-Bilirubin, Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT), Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT), Beta-Hydroxybuttersäure (BHB), freie Fettsäuren (FFS), Calcium (Ca), Phosphor (P) und Magnesium (Mg).

Die Analyse der Blutproben erfolgte an der Außenstelle in Wels-Thalheim.

2.2.6 Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter

Im Versuchszeitraum wurden alle Behandlungen der Kühe und Kälber sowie die Anzahl und der Zeitpunkt der Be-

samungen und der Zeitpunkt und Verlauf der Abkalbung dokumentiert. Dabei wurde zwischen folgenden Kategorien unterschieden: 1 = Abkalbung ohne Hilfe, 2 = Zughilfe mit einer Person, 3 = Zughilfe mit mehreren Personen. Alle Jungrinder wurden unter Schmerzausschaltung enthornt und die männlichen Tiere, mit einem Lebendgewicht von ~120 kg (7. – 11. Lebenswoche), ebenfalls unter Schmerzausschaltung, kastriert.

2.2.7 Mast- und Schlachtleistung

Nach der intensiven Ausmast erfolgte direkt am Betrieb die Schlachtung der Kalbinnen bzw. Ochsen mit einem Mastendgewicht von 500 bzw. 580 kg. Die Daten für die Schlachtleistung, Fleischqualität und Verkostung wurden für alle Tiere individuell erhoben.

Das Schlachtkörpergewicht wurde ohne Berücksichtigung des Kopfes (Hinterhaupt bis 1. Halswirbel ohne Halsfleisch), der Füße bis zum Karpal- bzw. Tarsalgelenk, der Haut sowie der Organe der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle, ermittelt. Dagegen zählten das Nierenfett, die Nieren und der Schwanz zum Schlachtkörper. Die Ausschlagungsprozentsätze errechneten sich aus dem Lebendgewicht vor der Schlachtung (nüchtern) und dem Gewicht des warmen Schlachtkörpers bzw. des kalten Schlachtkörpers nach 48 Stunden bzw. 10 Tagen. Die Fleischigkeit und der Fettansatz der Schlachtkörper wurde mittels EUROP-Klassifizierung beurteilt. Bei der Beurteilung der Fleischigkeit nach dem EUROP-System werden die Tiere von E bis P beurteilt, wobei E die beste Fleischigkeit darstellt. Für die statistische Auswertung wurde für E = 1 und P = 5 eingesetzt. Der Fettansatz wird mit Punkten von 1 (= mager) bis 5 (= fett) beurteilt.

2.3 Statistische Datenauswertung

2.3.1 Mutterkühe

Die statistische Datenauswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.2 (2008). Als Signifikanzgrenze wurde für alle Merkmale ein P-Wert von 0,05 gewählt.

Mittels deskriptiver Statistik (Prozedur MEANS) wurden arithmetische Mittelwerte, Minimum- und Maximum-Werte sowie die Standardabweichung berechnet. Mittelwertvergleiche wurden mittels T-Test durchgeführt.

Die Milchleistungs- und ECM-Kurven sowie die Kurven für die Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalte der Milch wurden mit Hilfe der WOOD-Exponentialfunktion in SAS mittels der Prozedur NLIN (nicht lineare Regressionsanalyse) errechnet und mit dem Tabellenkalkulationsprogramm EXCEL graphisch dargestellt. Des Weiteren erfolgte ebenfalls mit der Prozedur NLIN eine statistische Auswertung, inwieweit sich die Gruppen in ihren Kurvenverläufen unterschieden.

2.3.2 Jungtiere

Die Auswertung der Daten erfolgte mit MS Excel 2010 und dem Statistikprogramm SAS 9.2 (2008). Für den paarweisen Vergleich wurde der adjustierte Tukey-Range-Test verwendet, Unterschiede bei einem P-Wert < 0,05 als signifikant angenommen.

Um keine Effektvermischung zwischen Laktation und Kreuzung zu erhalten erfolgte die Auswertung der 1. Laktation (FV × LI, 8 Tiere) getrennt von den weiteren Laktationen (FV × CH, 18 Tiere) mithilfe der MIXED-Prozedur. Im Modell wurden die fixen Effekte Gruppe, Geschlecht und Laktation und in der Säugephase die kontinuierlichen Effekte von Milchmenge bzw. Energie aus Milch sowie der zufällige Effekt der Kuh berücksichtigt.

Die Testung aller Merkmale (Säuge- und Mastdauer, Geburts- und Mastendgewicht bzw. Gewicht beim Absetzen, Tageszunahmen, Milch-, Futter- und Nährstoffaufnahmen, Futter-, Energie- und Proteinaufwand, Schlachtkörpergewicht, Ausschachtung, Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse) erfolgte mit der Wechselwirkung, die P-Werte und die LS means wurden von jenem Modell (mit/ohne Wechselwirkung) verwendet, bei dem die Residuen niedriger (höhere Schätzgenauigkeit) waren.

3. Ergebnisse

3.1 Nährstoffanalysen

In *Tabelle 1* sind die Analysenergebnisse der im Versuch eingesetzten Futtermittel zusammengefasst.

Tabelle 1: Analysenergebnisse der im Versuch eingesetzten Futtermittel

		Gras- silage	Heu 2. S.	Heu 3. S.	Mais- silage	EKF	PKF
T	g/kg FM	510	890	883	316	882	896
XP	g/kg TM	120	131	174	87	116	474
XL	g/kg TM	28	20	22	34	23	23
XF	g/kg TM	317	288	212	235	50	87
XX	g/kg TM	458	489	501	595	783	344
XA	g/kg TM	77	73	92	50	28	71
NDF	g/kg TM	568	548	433	469	181	168
ADF	g/kg TM	359	320	239	264	57	119
ADL	g/kg TM	40	37	28	27	10	32
nXP	g/kg TM	115	122	139	127	167	274
RNB	g/kg TM	0,8	1,6	5,4	-6,4	-8,2	32,0
ME	MJ ME/kg T	8,86	8,95	9,80	10,21	13,24	12,87
NEL	MJ NEL/kg T	5,13	5,20	5,82	6,08	8,43	7,96
Ca	g/kg TM	7,2	6,7	8,1	2,3	1,6	5,3
P	g/kg TM	3,0	3,1	3,4	2,6	3,6	9,3
Mg	g/kg TM	2,9	3,5	4,3	1,4	1,3	3,9
K	g/kg TM	18,2	14,3	13,7	13,4	8,6	20,8
Na	g/kg TM	0,4	0,3	0,6	0,1	0,7	0,2
Mn	mg/kg TM	114	158	201	25	24	51
Zn	mg/kg TM	30	34	36	20	24	59
Cu	mg/kg TM	10	10	13	6	4	14

Tabelle 2: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

		Gruppe		Laktation		P-Werte	
		1	2	1	2+	GR	LAK
Milch	kg/Tag	12,4	11,9	11,6	12,7	0,625	0,083
	kg/Laktation	2.250	3.270	2.655	2.865	0,001	0,092
ECM	kg/Tag	11,3	10,4	10,2	11,5	0,355	0,068
	kg/Laktation	2.053	2.858	2.337	2.574	0,005	0,081
Fett	%	3,45	3,16	3,27	3,34	0,111	0,656
	kg/Laktation	78	103	86	95	0,018	0,228
Eiweiß	%	3,10	3,03	2,97	3,15	0,674	0,202
	kg/Laktation	70	100	79	90	0,004	0,017
Laktose	%	4,85	4,84	4,90	4,80	0,849	0,002
	kg/Laktation	109	158	130	137	<0,001	0,205

3.2 Mutterkühe

3.2.1 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Die Tiere der Gruppe 1 erreichten in einer Laktationszeit von 180 Tagen eine durchschnittliche Milchmenge von rund 2.250 kg mit einem Fettgehalt von 3,45 % und einem Eiweißgehalt von 3,10 % (*Tabelle 2*). In Gruppe 2 lag die Milchleistung bei einer Säugezeit von 270 Tagen bei 3.270 kg und einem Fettgehalt von 3,16 % bzw. einem Eiweißgehalt von 3,03 %. Da Gruppe 2 um durchschnittlich 90 Tage länger säugte als Gruppe 1, ergaben sich in den Merkmalen Milch-kg pro Laktation, ECM-kg pro Laktation sowie Fett-, Eiweiß- und Laktose-kg pro Laktation signifikant höhere Werte. Der Eiweißgehalt war in der 1. Laktation signifikant niedriger und der Laktosegehalt signifikant höher als in den folgenden Laktationen.

Um mögliche Unterschiede zwischen den Gruppen und den Laktationen hinsichtlich der Kurvenverläufe feststellen zu können, wurde eine Trennung des Datenmaterials durchgeführt. Nach der 1. Laktation veränderten sich für die Mutterkühe die Voraussetzungen, weil die Tiere in den Versuchsgruppen unterschiedlich lange Säuge- und daher auch unterschiedlich lange Trockenstehzeiten hatten. Um deren Auswirkungen auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe deutlich zu machen, wurden die Daten der 2. und folgenden Laktationen getrennt nach der Säugedauer behandelt und statistisch ausgewertet. Der Vergleich erfolgte für die ersten 26 Laktationswochen und ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (*Tabelle 3*).

Die graphische Darstellung der ermittelten Kurvenverläufe erfolgt in den *Abbildungen 1 bis 4*.

In der Milchleistung (*Abbildung 1*) waren sich die beiden Gruppen in ihren Laktationsverläufen sehr ähnlich. Gruppe 1 (kurze Säugedauer) startete auf einem etwas höheren Niveau als Gruppe 2 in die Laktation, passte sich dann aber etwa ab der 9. Woche der Gruppe 2 an.

Beim ECM-Verlauf (*Abbildung 2*) konnten deutlichere Unterschiede als bei der Milchleistung festgestellt werden. Gruppe 1 wies bis zu Woche 15 eine höhere ECM-Leistung als Gruppe 2 auf, da die Tiere der Gruppe 1 zu Laktationsbeginn sowohl einen höheren Fett- und Eiweißgehalt als auch eine höhere Milchleistung zeigten (*Abbildungen 3 und 4*). Der Laktosegehalt zeigte keine großen Unterschiede (*Abbildung 5*).

Fast 86 % aller Proben wiesen eine Zellzahl von unter 100.000 Zellen/ml aus. Nur knapp über 4 % lag über 400.000 Zellen/ml. Zwischen den beiden Gruppen konnte

zwar ein numerischer aber kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. In der 3. bzw. 4. Laktation war der Zellgehalt allerdings statistisch signifikant höher als in den ersten beiden Laktationen.

3.2.2 Futter- und Nährstoffaufnahme

Die Gesamtfuttermittelaufnahme der 1. und 2. Laktation konnte für alle Tiere ausgewertet werden. Eine vollständige

Auswertung der Daten nach der 3. bzw. 4. Abkalbung war nicht mehr möglich, da nach der Säugezeit einige Tiere vorzeitig aus dem Versuch ausschieden.

Wie aus *Tabelle 4* entnommen werden kann, lag die tägliche Futtermenge mit 13,3 bzw. 13,5 kg Trockenmasse in beiden Gruppen sowohl in der 1. als auch in der 2. Laktation (jeweils 13,4 kg TM) auf demselben Niveau. Daraus ergaben sich durchschnittliche Futtermengen pro Jahr von 4.858 kg (Gruppe 1) und 4.919 kg (Gruppe 2) bzw. 4.898 kg (1. Laktation) und 4.879 kg (2. Laktation). Sowohl bei der Tages- als auch der Jahresfuttermenge konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen bzw. Laktationen festgestellt werden.

Tabelle 3: Vergleich der Versuchsgruppen ab der 2. Laktation (26 Wochen)

Merkmal	Gruppe 1	Gruppe 2	P-Wert
Milch kg	13,1	12,8	0,447
ECM kg	11,9	11,5	0,167
Fett %	3,44	3,28	0,116
Eiweiß %	3,05	3,02	0,203
Laktose %	4,82	4,80	0,326

Einen numerischen Unterschied zeigte die Gesamtfuttermenge für die gesamte Zwischenkalbezeit. Sie betrug in Gruppe 1 5.097 kg und in Gruppe 2 6.061 kg Trockenmasse. Zwischen 1. und 2. Abkalbung wurden durchschnittlich 4.996 kg Trockenmasse aufgenommen und zwischen der 2.

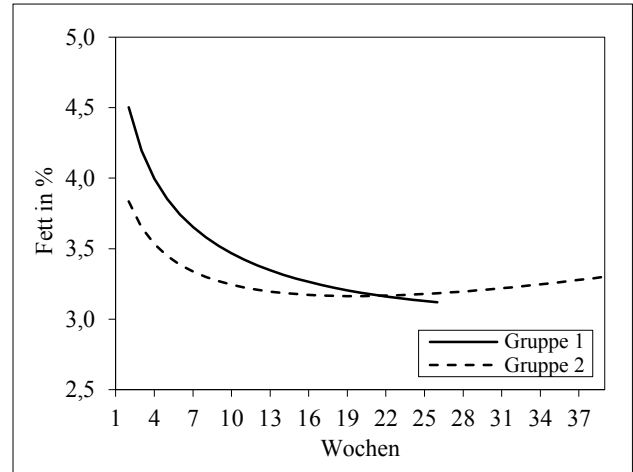


Abbildung 3: Verlauf des Milchfettgehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

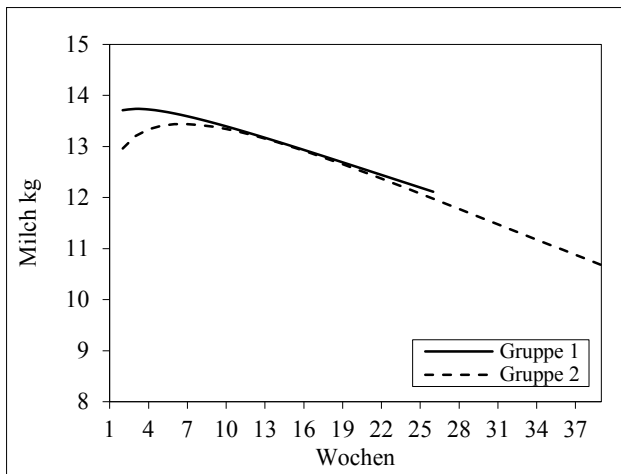


Abbildung 1: Laktationskurvenverlauf der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

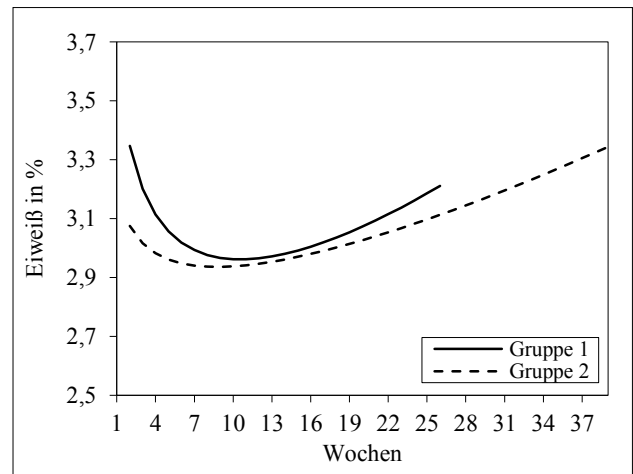


Abbildung 4: Verlauf des Milcheiweißgehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

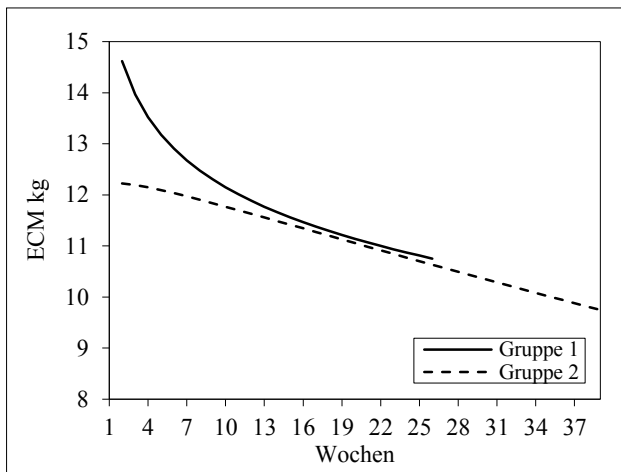


Abbildung 2: ECM-Verlauf der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

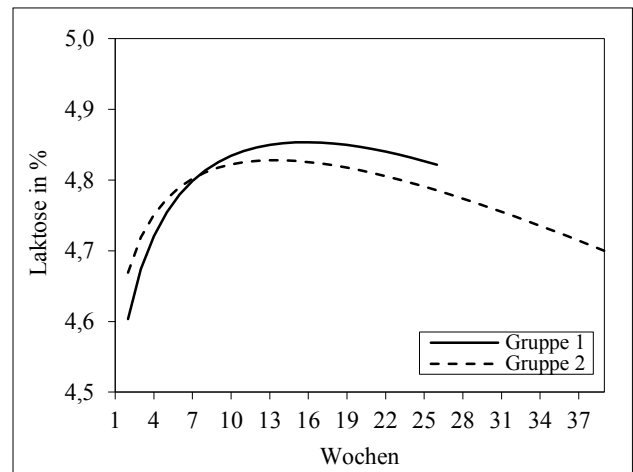


Abbildung 5: Verlauf des Milchlaktosegehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

und 3. Abkalbung 6.162 kg. Diese Werte unterschieden sich signifikant. Verantwortlich für dieses Ergebnis ist die mit 7.216 kg T signifikant höhere Futteraufnahme der Gruppe 2 zwischen der 2. und 3. Abkalbung (verlängerte Zwischenkalbezeit).

Bei der Erhebung der Futteraufnahme in der Säugezeit (Abkalbung bis Absetztermin) konnten auch die 3. und 4. Laktation (allerdings gemeinsam) in die Auswertung mit einbezogen werden. In Gruppe 1 lag die Trockensubstanzaufnahme bei 2.398 kg, während sie in Gruppe 2 3.783 kg betrug. Täglich wurden 13,7 bzw. 14,4 kg Trockenmasse aufgenommen. Die unterschiedliche Laktationszahl zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme. So nahmen die Tiere in der 3. bzw. 4. Laktation mit 3.260 kg Trockenmasse signifikant mehr Futter auf als in der 1. (2.975 kg T) und 2. Laktation (3.036 kg T). Dieser signifikante Laktationseinfluss wurde auch bei der Trockenmasseaufnahme pro Tag, die sich von 13,5 (1. Laktation) über 13,8 (2. Laktation) auf 14,9 kg (3. u. 4. Laktation) erhöhte, sichtbar.

In der Trockenstehzeit nahmen die Tiere beider Gruppen mit 13,3 kg (Gruppe 1) bzw. 12,9 kg (Gruppe 2) ähnlich viel Futter auf. Die Gesamtfutteraufnahme in der Trockenstehzeit unterschied sich jedoch voneinander. Nach der 1.

Laktation nahmen die Tiere in der Trockenstehzeit 2.020 kg Trockenmasse auf. In der 2. Laktation erhöhte sich der Wert auf 3.126 kg und unterschied sich somit signifikant. Auch hier konnte wiederum eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl festgestellt werden. Die Futteraufnahme nach der 2. Laktation der Gruppe 2 war mit 3.553 kg deutlich höher als nach der 1. Laktation mit 1.268 kg und lag damit auch über den Werten der Gruppe 1 (2.772 bzw. 2.699 kg TM).

Die *Abbildungen 6* und *7* zeigen die durchschnittliche Trockensubstanzaufnahme zwischen 1. und 2. bzw. 2. und 3. Abkalbung. Nach der ersten Abkalbung bewegte sich die Futteraufnahme bis zum Absetzen der Gruppe 1 in beiden Gruppen auf einem ähnlichen Niveau. Nach dem Absetzen der Kälber konnten bei ähnlicher Gesamtfutteraufnahme deutliche Unterschiede im Verlauf beobachtet werden. Zwischen der 2. und 3. Abkalbung zeigten die Futteraufnahmekurven der beiden Gruppen wiederum einen ähnlichen Verlauf. Ab dem Absetzen wurde von den Tieren der Gruppe 1 deutlich weniger Futter aufgenommen als von jenen der Gruppe 2.

Die durchschnittliche tägliche Nährstoffaufnahme für die Trockenstehzeit bzw. die gesamte Zwischenkalbezeit

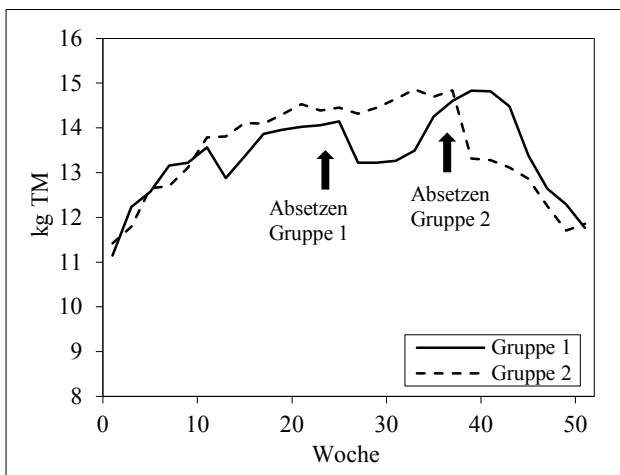


Abbildung 6: Durchschnittliche Futteraufnahme in kg TM zwischen erster und zweiter Abkalbung

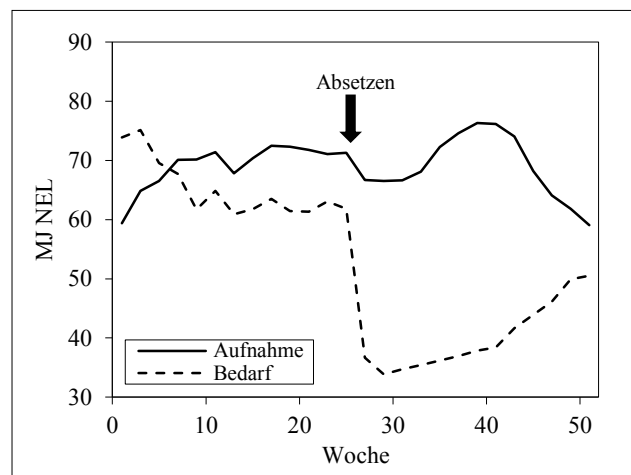


Abbildung 8: Energieaufnahme und -bedarf der Gruppe 1 in MJ NEL zwischen erster und zweiter Abkalbung

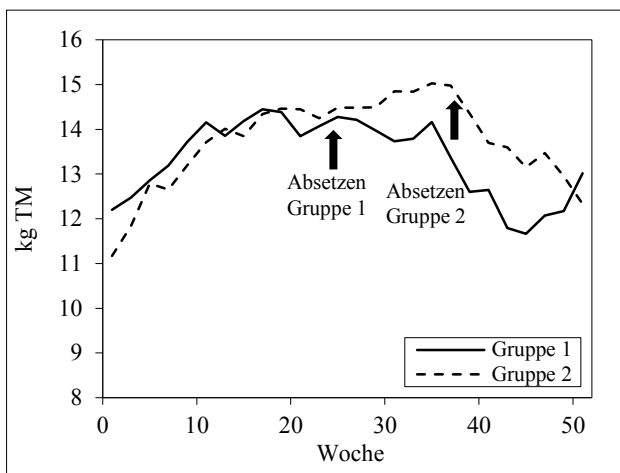


Abbildung 7: Durchschnittliche Futteraufnahme in kg TM zwischen zweiter und dritter Abkalbung

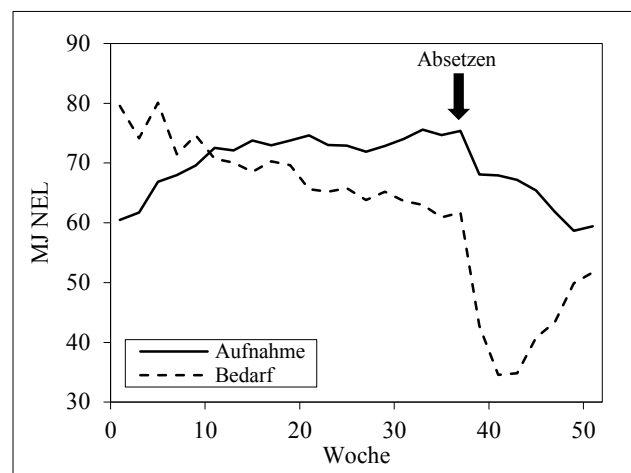


Abbildung 9: Energieaufnahme und -bedarf der Gruppe 2 in MJ NEL zwischen erster und zweiter Abkalbung

Tabelle 6: Erhaltungs-, Leistungs- und Gesamtbedarf bzw. Energiebilanz (MJ NEL/Tag)

	Gruppe				Laktation			Gruppe × Laktation				Gruppe 2			s _e	P-Werte			
	1		2		1	2	3+4	Gruppe 1		Gruppe × Laktation		Lak 1	Lak 2	Lak 3		GR	LAK	LAK	GR×LAK
	1	2	1	2	1	2	3+4	Lak 1	Lak 2	Lak 1	Lak 2	Lak 3	Lak 1	Lak 2		Lak 3	GR	LAK	LAK
Bedarf für																			
Erhaltung	37,9	36,3	35,0 ^a	37,5 ^b	38,8 ^c	38,8 ^c	35,8	38,4	39,5	34,2	36,6	38,2	34,2	36,6	38,2	0,387	<0,001	0,573	0,573
Leistung	36,6	35,0	34,6 ^a	35,3 ^a	37,5 ^b	37,5 ^b	32,8 ^a	36,1 ^b	40,8 ^c	36,3 ^b	34,4 ^{abc}	34,3 ^{ab}	36,3 ^b	34,4 ^{abc}	34,3 ^{ab}	0,622	0,008	<0,001	<0,001
Gesamtbedarf und Energiebilanz in der Säugezeit																			
Gesamtbedarf	72,4	69,2	68,5 ^a	69,5 ^a	74,4 ^b	74,4 ^b	66,8 ^a	72,0 ^{bc}	78,5 ^c	70,3 ^{ab}	67,0 ^a	70,3 ^{abc}	70,3 ^{ab}	67,0 ^a	70,3 ^{abc}	0,448	<0,001	<0,001	<0,001
Energiebilanz	-1,7	3,8	1,7	-0,1	1,5	1,5	2,7 ^c	-3,9 ^{ab}	-4,0 ^a	0,7 ^{abc}	3,6 ^c	7,0 ^c	0,7 ^{abc}	3,6 ^c	7,0 ^c	0,061	0,292	<0,001	<0,001
Gesamtbedarf und Energiebilanz in der Trockenstehzeit																			
Gesamtbedarf	42,0	42,8	42,5	42,2	-	-	41,6	42,4	-	43,5	42,0	-	43,5	42,0	-	0,572	0,727	0,217	0,217
Energiebilanz	25,5	24,0	23,5	26,0	-	-	26,3 ^{ab}	24,7 ^{ab}	-	20,6 ^a	27,3 ^b	-	20,6 ^a	27,3 ^b	-	0,345	0,067	0,003	0,003
Gesamtbedarf und Energiebilanz in der gesamten Zwischenkalbezeit																			
Gesamtbedarf	52,5	57,2	56,7	53,0	-	-	51,4 ^a	53,5 ^{ab}	-	62,1 ^c	52,4 ^{ab}	-	62,1 ^c	52,4 ^{ab}	-	0,031	0,001	<0,001	<0,001
Energiebilanz	15,6	12,1	12,0	15,7	-	-	17,1 ^b	14,0 ^b	-	6,9 ^a	17,4 ^b	-	6,9 ^a	17,4 ^b	-	0,033	0,003	<0,001	<0,001

(Tabelle 5) konnte nur für die 1. und 2. Abkalbung berechnet werden. Zwischen den beiden Gruppen ergaben sich hinsichtlich Nährstoffaufnahme keine signifikanten Unterschiede. Bei der Rohproteinaufnahme und bei der RNB zeigte sich allerdings ein signifikanter Laktationseinfluss. So nahmen die Tiere zwischen 1. und 2. Abkalbung täglich mehr Rohprotein auf als zwischen 2. und 3. Abkalbung, woraus eine deutlich niedrigere RNB resultierte.

Die durchschnittliche Nährstoffaufnahme in der Säugezeit konnte auch für die 3. und 4. Laktationen berechnet werden. Auch hier war kein Gruppenunterschied erkennbar, es zeigte sich allerdings ein deutlicher Einfluss der Laktationszahl. Die Rohproteinaufnahme unterschied sich in der 1. (1.801 g) und 2. Laktation (1.671 g) signifikant voneinander. Die tägliche Energieaufnahme (74,8 MJ NEL) sowie die Aufnahme an nutzbarem Rohprotein war in der 3. und 4. Laktation (1.690 g) signifikant höher als in der 2. Laktation (69,2 MJ NEL bzw. 1.591 g nXP) und damit die RNB signifikant niedriger.

In den ersten 26 Wochen (also jener Zeitspanne, in der beide Gruppen säugten) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, jedoch wiederum signifikante Jahres- bzw. Laktationseinflüsse.

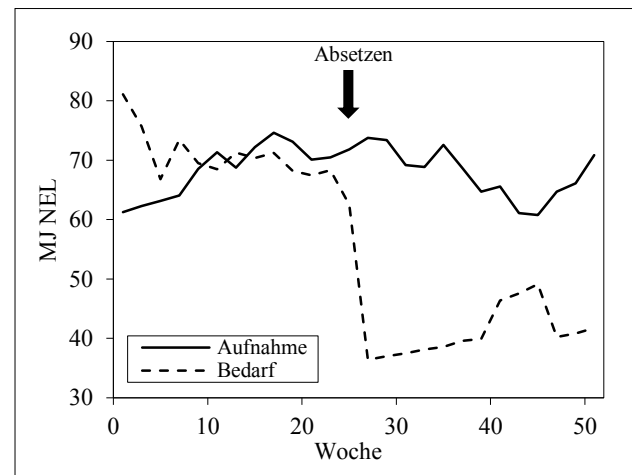


Abbildung 10: Energieaufnahme und -bedarf der Gruppe 1 in MJ NEL zwischen zweiter und dritter Abkalbung

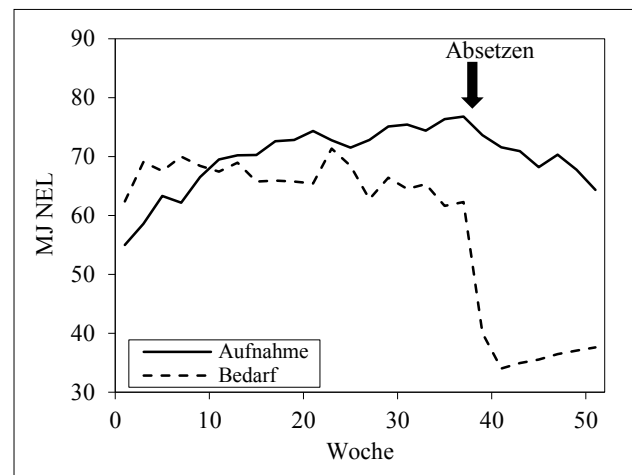


Abbildung 11: Energieaufnahme und -bedarf der Gruppe 2 in MJ NEL zwischen zweiter und dritter Abkalbung

Die Nährstoffaufnahme in der Trockenstehzeit wurde wiederum lediglich für die 1. und 2. Trockenstehzeit berechnet. Im Merkmal RNB ergab sich ein Gruppenunterschied. Demnach wies Gruppe 1 eine höhere RNB auf als Gruppe 2. Ein signifikanter Laktationseinfluss konnte bei der Rohproteinaufnahme und der RNB verzeichnet werden. Die Rohproteinaufnahme war in der 1. Trockenstehzeit deutlich höher als in der 2., was wiederum zu einem Stickstoff-Überschuss im Pansen in der 1. und einem N-Mangel in der 2. Trockenstehzeit führte.

3.2.3 Energiebedarfsdeckung

Beim Erhaltungsbedarf (Tabelle 6) konnte kein signifikanter Gruppeneinfluss festgestellt werden. Die Anzahl der Laktationen wirkte sich aber signifikant auf den Erhaltungsbedarf aus. Er stieg von 35,0 MJ NEL in der 1. Laktation auf 38,8 MJ NEL ab der 3. Laktation.

Auch der Leistungsbedarf in der Sägezeit zeigte keinen Gruppeneinfluss. Beobachtet wurde jedoch ein signifikanter Laktationseinfluss und eine signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl. In der 3. und 4. Laktation war der Leistungsbedarf signifikant höher als in den vorangegangenen Laktationen.

In der Sägezeit zeigte sich zwischen den beiden Gruppen bei ähnlichem Energiebedarf ein numerischer Unterschied in der Energiebilanz. Mit steigender Laktationszahl erhöhte sich der Gesamtbedarf signifikant. Sowohl beim Gesamtbedarf als auch bei der Energiebilanz konnte eine Wechselwirkung von Gruppe und Laktationszahl festgestellt werden.

Der Gesamtbedarf und die Energiebilanz in der Trockenstehzeit wurden wiederum nur für die 1. und 2. Trockenstehzeit berechnet. Beim Gesamtbedarf konnte ebenso wie bei der Energiebilanz weder ein Gruppen- noch ein Laktationseinfluss festgestellt werden. Bei der Energiebilanz zeigte sich allerdings eine signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl.

Statistisch signifikante Einflüsse von Gruppe bzw. Laktationszahl und auch statistisch signifikante Wechselwirkungen zeigten sich auch beim Gesamtbedarf bzw. der Energiebilanz für die gesamte Zwischenkalbezeit.

In den Abbildungen 8 bis 11 wird die tägliche Energieaufnahme dem täglichen Energiebedarf gegenübergestellt.

3.2.4 Lebendmasse und Körperkondition

Die Kühe der Gruppe 1 starteten durchschnittlich mit einer Lebendmasse von 653 kg und einem BCS-Wert von 3,22

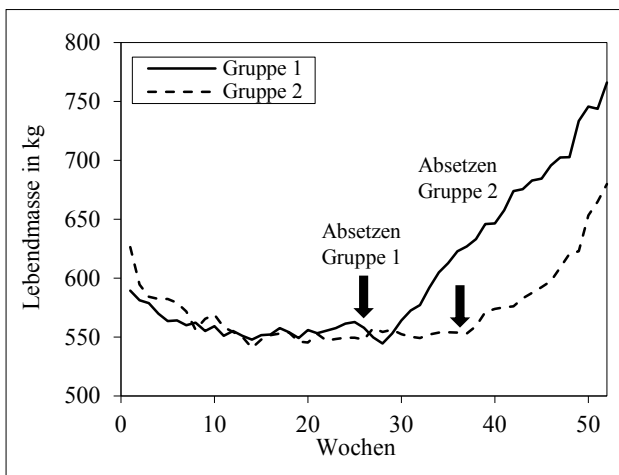


Abbildung 12: Lebendmasseentwicklung zwischen erster und zweiter Abkalbung

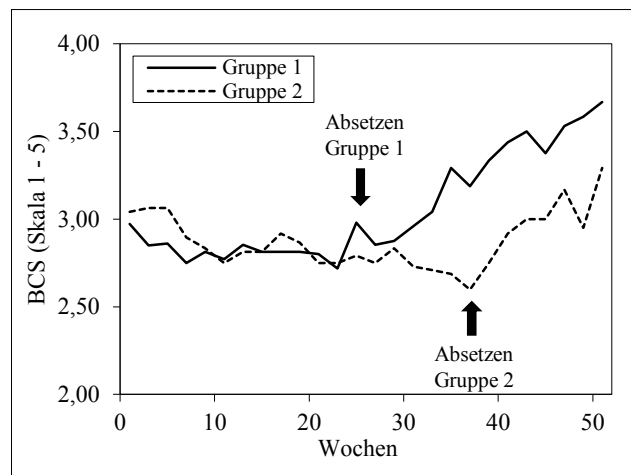


Abbildung 14: BCS-Entwicklung zwischen erster und zweiter Abkalbung

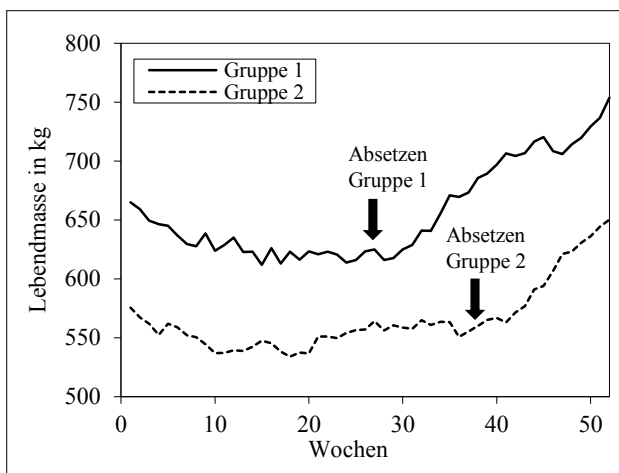


Abbildung 13: Lebendmasseentwicklung zwischen zweiter und dritter Abkalbung

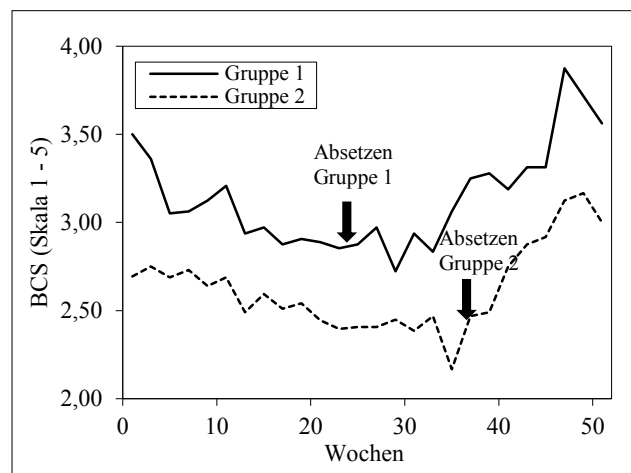


Abbildung 15: BCS-Entwicklung zwischen zweiter und dritter Abkalbung

Tabelle 7: Lebendmasse und BCS bzw. Besamungsindex, Zwischenkalbezeit und Abkalbeverlauf

	Gruppe			Laktation			Gruppe × Laktation						P-Werte						
							Gruppe 1		Gruppe 2		Lak 1		Lak 2		Lak 3		GR	LAK	GR×LAK
	1	2	1	2	3	Lak 1	Lak 2	Lak 1	Lak 2	Lak 3	Lak 1	Lak 2	Lak 3	GR	LAK	GR×LAK			
Lebendmasse																			
Abkalbung (kg)	653	656	618 ^a	638 ^a	707 ^b	598 ^a	677 ^{bcd}	685 ^{bcd}	600 ^{ab}	729 ^d	639 ^{abc}	600 ^{ab}	600 ^{ab}	0,949	<0,001	0,003			
Nadir (kg)	586	549	533 ^a	562 ^a	606 ^b	537 ^{abc}	601 ^d	619 ^d	522 ^a	593 ^{cd}	530 ^{ab}	522 ^a	522 ^a	0,295	<0,001	0,016			
Abkalbung – Nadir (kg)	-67	-105	-85	-77	-97	-61	-75	-65	-78	-129	-109	-78	-78	0,215	0,590	0,296			
Abkalbung – Nadir (%)	-10	-16	-13	-12	-13	-10	-11	-9	-12	-18	-17	-12	-12	0,149	0,802	0,423			
Dauer bis Nadir (Wo)	15	20	17	14	21	15 ^{ab}	16 ^{ab}	14 ^{ab}	12 ^a	29 ^b	20 ^{ab}	12 ^a	12 ^a	0,167	0,058	0,013			
Abnahme/Tag bis Nadir (g)	631	883	748	897	626	595	665	632	1128	619	901	1128	1128	0,250	0,558	0,630			
Absetzen (kg)	609	577	557 ^a	589 ^a	632 ^b	558	618	651	561	612	557	561	561	0,355	<0,001	0,054			
Abkalbung – Absetzen (kg)	-44	-78	-61	-49	-74	-40	-59	-34	-40	-113	-82	-40	-40	0,347	0,420	0,049			
Abkalbung – Absetzen (%)	-7	-11	-9	-7	-10	-6	-9	-4	-6	-16	-12	-6	-6	0,321	0,556	0,063			
BCS																			
Abkalbung	3,22	3,14	3,04	3,09	3,41	2,92	3,47	3,26	2,72	3,55	3,16	2,72	2,72	0,665	0,059	0,021			
Nadir	2,72	2,40	2,57 ^{ab}	2,45 ^a	2,66 ^b	2,63 ^b	2,76 ^b	2,76 ^b	2,13 ^a	2,57 ^b	2,52 ^b	2,13 ^a	2,13 ^a	0,085	0,016	0,002			
Abkalbung – Nadir	-0,49	-0,69	-0,46	-0,67	-0,64	-0,27	-0,71	-0,50	-0,63	-0,79	-0,65	-0,63	-0,63	0,258	0,334	0,348			
Abkalbung – Nadir (%)	-14	-22	-15	-21	-19	-10	-19	-15	-24	-22	-21	-24	-24	0,102	0,342	0,721			
Dauer bis Nadir (Wo)	18	25	21	21	22	14	20	20	23	25	29	23	23	0,128	0,975	0,259			
Absetzen	2,91	2,59	2,79	2,64	2,83	2,92	2,85	2,98	2,44	2,68	2,66	2,44	2,44	0,113	0,143	0,698			
Abkalbung – Absetzen	-0,29	-0,49	-0,26	-0,43	-0,48	0,03	-0,61	-0,29	-0,25	-0,67	-0,55	-0,25	-0,25	0,393	0,513	0,140			
Abkalbung – Absetzen (%)	-8	-16	-9	-12	-14	1	-15	-8	-9	-20	-18	-9	-9	0,274	0,629	0,166			
Fruchtbarkeit																			
Besamungsindex	1,93	2,92	1,75 ^a	3,63 ^b	1,90 ^{ab}	2,00 ^b	2,00 ^b	1,80 ^a	5,25 ^b	2,00 ^b	1,50 ^a	5,25 ^b	5,25 ^b	0,127	0,030	0,037			
Zwischenkalbezeit	384	449	373	460	-	382 ^a	386 ^a	-	534 ^b	-	363 ^a	534 ^b	534 ^b	0,111	0,013	0,016			
Abkalbeverlauf	1,93	2,08	1,25 ^a	2,88 ^c	1,90 ^b	1,25	2,75	1,80	3,00	2,00	1,25	3,00	3,00	0,409	<0,001	0,801			

in die Laktation (Tabelle 7). Ähnliche Werte konnten bei Gruppe 2 festgestellt werden: Die Tiere hatten zu Laktationsbeginn eine durchschnittliche Lebendmasse von 656 kg und einen BCS-Wert von 3,14. In der 3. Laktation waren die Kühe signifikant schwerer als in der 1. und 2. Laktation, beim BCS unterschieden sich die einzelnen Laktationen nur numerisch. Es zeigte sich, dass die Tiere der Gruppe 1 von der 1. auf die 2. Laktation am stärksten zunahm, während die Tiere der Gruppe 2 einen starken Lebendmasse- bzw. Körperkonditionszuwachs erst von der 2. auf die 3. Laktation aufwiesen.

Zum Zeitpunkt der Abkalbung zeigte sich sowohl bei den Lebendmassen als auch bei den BCS-Werten eine Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktation. Die Tiere der Gruppe 2 waren in der 3. Laktation signifikant schwerer als in ihrer 1. und 2. Laktation. Auch bei der Körperkondition (BCS) konnte mit einem P-Wert von 0,021 eine signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktation festgestellt werden. Allerdings war es im paarweisen Gruppenvergleich aufgrund der geringen Datenmenge und der geringen Klassenbesetzung nicht möglich, signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen und Laktationen herauszuarbeiten.

Mit zunehmender Laktationszahl erhöhte sich die Lebendmasse am Nadir. In der 3. Laktation waren die Tiere an diesem Punkt signifikant schwerer als in den vorangegangenen Laktationen. Es bestand eine Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktation. Die Gruppe 2 zeigte in der 2. Laktation mit einer Lebendmasse von 522 kg den niedrigsten Wert und unterschied sich somit signifikant. Der Tiefpunkt beim BCS-Wert lag in Gruppe 1 bei durchschnittlich 2,72 und in Gruppe 2 bei 2,40. In der 3. Laktation wurden die Tiere mit einem Score von 2,66 signifikant höher bewertet als in der 1. (2,57) und 2. Laktation (2,45). Beim BCS gab es eine signifikante Wechselwirkung von Gruppe und Laktationszahl. So war der BCS-Wert in der 2. Laktation von Gruppe 2 mit 2,13 signifikant am niedrigsten. Der Lebendmassetiefpunkt trat in Gruppe 2 mit 20 Wochen etwas später auf als in Gruppe 1 mit durchschnittlich 15 Wochen. Der früheste Lebendmassetiefpunkt konnte in der 2. Laktation festgestellt werden, der späteste in der 3. Laktation. Diese Unterschiede waren allerdings nicht signifikant. Betrachtet man aber die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktation, so fällt auf, dass in der Gruppe 2 der Tiefpunkt in der 2. Laktation mit 12 Wochen signifikant früher erreicht wurde als in der 3. Laktation. Beim BCS konnte für das Erreichen des Tiefpunktes weder ein signifikanter Gruppen-, noch Laktationseinfluss festgestellt werden.

Die Lebendmasse der Mutterkühe beim Absetzen der Kälber brachte mit 609 kg bzw. 577 kg ebenso einen numerischen Unterschied zwischen

den beiden Gruppen wie die BCS-Werte (2,91 bzw. 2,59). Einen signifikanten Einfluss auf die Lebendmasse beim Absetzen hatte die Anzahl der Laktationen. Beim Absetzen nach der 3. Laktation konnte eine signifikant höhere Lebendmasse als bei den vorangegangenen Absetzterminen festgestellt werden. Die Körperkondition unterschied sich allerdings kaum.

Die Lebendmasseabnahme zwischen Abkalbung und Absetzen des Kalbes zeigte mit 44 bzw. 78 kg einen numerischen Gruppenunterschied. Zwischen Gruppe und Laktation konnte mit einem P-Wert von 0,049 eine signifikante Wechselwirkung festgestellt werden. Aufgrund der geringen Datenmenge

Tabelle 8: Blutparameter in den ersten 10 Laktationswochen der beiden Gruppen

Parameter	Einheit	Gruppe		P-Wert	Referenzbereich
		1	2		
Harnstoff	mg/dl	27	26	0,806	20 - 30
Creatinin	mg/dl	1,44	1,50	0,474	1 - 2
Bilirubin	µmol/l	2,48	2,70	0,680	< 5,0
Phosphor	mmol/l	1,87	1,73	0,134	1,6 - 2,3
Calcium	mmol/l	2,43	2,48	0,293	2,3 - 2,8
Magnesium	mmol/l	1,10	1,13	0,092	0,8 - 1,3
GGT*	IU/l	17	22	0,226	≤ 50
GOT*	IU/l	65	69	0,662	≤ 80
BHB*	mmol/l	0,53	0,51	0,829	< 0,6
FFS*	mmol/l	0,34	0,40	0,348	0,1 - 0,5

* GGT: Gamma-Glutamyl-Transferase, GOT: Glutamat-Oxalacetat-Transaminase, BHB: Beta-Hydroxy-Buttersäure, FFS: freie Fettsäuren

Tabelle 9 : Blutparameter in den ersten 10 Laktationswochen der einzelnen Laktationen

Parameter	Einheit	Laktationen			P-Wert	Referenzbereich
		1	2	3 und 4		
Harnstoff	mg/dl	24 ^a	26 ^{ab}	29 ^b	0,016	20 - 30
Creatinin	mg/dl	1,49	1,44	1,48	0,487	1 - 2
Bilirubin	µmol/l	3,91 ^b	1,48 ^a	2,38 ^a	<0,001	< 5,0
Phosphor	mmol/l	2,00 ^b	1,55^a	1,85 ^b	<0,001	1,6 - 2,3
Calcium	mmol/l	2,61 ^b	2,42 ^a	2,33 ^a	<0,001	2,3 - 2,8
Magnesium	mmol/l	1,16 ^b	1,02 ^a	1,17 ^b	<0,001	0,8 - 1,3
GGT	IU/l	19 ^{ab}	22 ^b	18 ^a	0,031	≤ 50
GOT	IU/l	59 ^a	80 ^b	62 ^a	<0,001	≤ 80
BHB	mmol/l	0,40 ^a	0,45 ^a	0,71^b	<0,001	< 0,6
FFS	mmol/l	0,26 ^a	0,26 ^a	0,60^b	<0,001	0,1 - 0,5

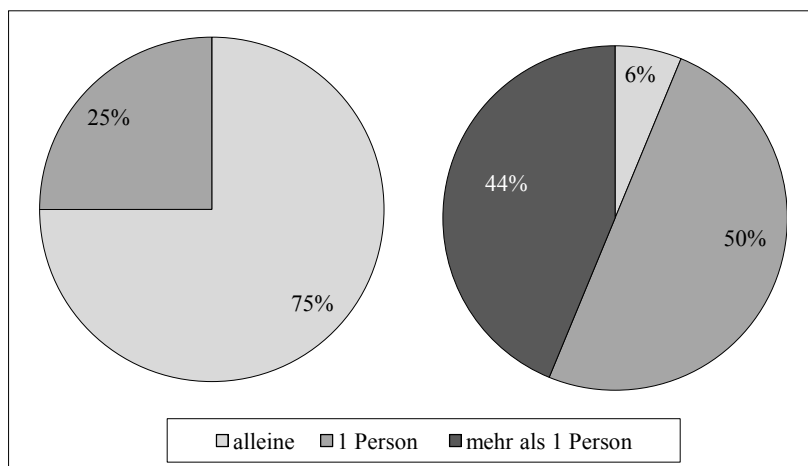


Abbildung 16: Abkalbeverlauf (links: 1. Geburt – Vatterrasse Limousin; rechts: 2. und folgende Geburten – Vatterrasse Charolais)

und Klassenbesetzung waren jedoch beim paarweisen Gruppenvergleich keine Unterschiede erkennbar.

Die *Abbildungen 12 bis 15* zeigen die Lebendmasse- bzw. BCS-Entwicklung der beiden Gruppen zwischen der 1. und 2. bzw. 2. und 3. Laktation.

3.2.5 Fruchtbarkeit, Abkalbeverlauf und Tiergesundheit

3.2.5.1 Zwischenkalbezeit

Im vorliegenden Versuch betrug die Zwischenkalbezeit durchschnittlich 417 Tage (*Tabelle 7*). Die Gruppe 1 lag bei durchschnittlich 384 Tagen und die Gruppe 2 bei 449 Tagen, wobei dieser Unterschied nicht signifikant war. Die Laktationszahl hatte einen signifikanten Einfluss. Zwischen der 1. und 2. Abkalbung betrug die Zwischenkalbezeit 373 Tage und zwischen 2. und 3. Abkalbung 460 Tage. Aufgrund der Wechselwirkung zwischen Laktationszahl und Gruppe war allerdings eine getrennte Betrachtung der Untergruppen erforderlich. Hier zeigte sich, dass Gruppe 2 nach der 2. Abkalbung eine signifikant längere Zwischenkalbezeit aufwies als nach der 1. Abkalbung, während sich die Zwischenkalbezeit in Gruppe 1 nur leicht verlängerte.

3.2.5.2 Besamungsindex

Über alle Tiere und Besamungen hinweg wurde ein Besamungsindex von 2,4 (arithmetischer Mittelwert) erreicht (*Tabelle 7*). Aufgrund der begrenzten Tieranzahl und der relativ großen Schwankungen konnten zwar numerische aber keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Es zeigte sich jedoch ein signifikanter Laktationseinfluss. Während in der 1. und 3. Laktation durchschnittlich 1,75 bzw. 1,9 Besamungen notwendig waren, erhöhte sich dieser Wert in der 2. Laktation auf 3,6. Der Grund dafür zeigte sich bei der Betrachtung der Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl. In Gruppe 2 waren in der 2. Laktation 5,25 Besamungen notwendig.

Es zeigte sich ein signifikanter Laktationseinfluss. Während in der 1. und 3. Laktation durchschnittlich 1,75 bzw. 1,9 Besamungen notwendig waren, erhöhte sich dieser Wert in der 2. Laktation auf 3,6. Der Grund dafür zeigte sich bei der Betrachtung der Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl. In Gruppe 2 waren in der 2. Laktation 5,25 Besamungen notwendig.

3.2.5.3 Abkalbeverlauf

Bei der 1. Abkalbung (Kreuzungspartner Limousin) brachten 6 Kühe ihre Kälber ohne Hilfe zur Welt und für die restlichen beiden war nur 1 Person als Zughilfe notwendig. Ab der 2. Abkalbung (Kreuzungspartner Charolais) war bei der Hälfte der Fälle zumindest 1 Person und bei 44 % sogar mehrere Personen als Geburtshelfer notwendig, während nur 6 % der Kälber ohne Hilfe das Licht der Welt erblickten (*Abbildung 16*). Es zeigte sich ein signifikanter Laktationseinfluss, wobei die schwersten Abkalbungen in der 2. Laktation beobachtet wurden (*Tabelle 7*). Die Versuchsgruppe hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Abkalbeverlauf.

3.2.5.4 Tiergesundheit und Blutparameter

Im gesamten Versuchszeitraum mussten nur wenige tierärztliche Behandlungen

an den Mutterkühen durchgeführt werden, eine statistische Auswertung war daher nicht möglich.

Eine Auswertung der Blutparameter der ersten 10 Laktationswochen brachte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen allerdings welche zwischen den einzelnen Laktationen. Bis auf einen zu niedrigen P-Wert in der 2. Laktation und etwas erhöhten Werten bei der Beta-Hydroxy-Buttersäure und den freien Fettsäuren in der 3. Laktation lagen allerdings alle Werte im Normbereich (Tabellen 8 und 9).

3.3 Jungtiere

3.3.1 Tierische Leistungen und Nährstoffversorgung in der Säugeperiode

In der 1. Laktation (FV × LI; Tabelle 10) standen in beiden Gruppen jeweils 4 Tiere für die Auswertung zur Verfügung. Die Geschlechtsverteilung war mit 6 Ochsen und 2 Kalbinnen nicht gleichmäßig.

Das Absetzen der Jungrinder erfolgte in Gruppe 1 nach durchschnittlich 173 Tagen Säugedauer mit einem Gewicht von 254 kg und in Gruppe 2 nach 265 Tagen mit 371 kg (P = 0,002). Die Ochsen waren beim Absetzen im Durchschnitt beider Gruppen mit 321 kg Lebendgewicht um 17 kg schwerer als die Kalbinnen.

Bei den Tageszunahmen zeigten sich zwischen den beiden Gruppen und Geschlechtern nur numerische Unterschiede.

Die Milch- (FM bzw. T) bzw. die Nährstoffaufnahme (MJ ME, g XP, g XL) über die Milch unterschied sich, bedingt durch die um 3 Monate längere Säugedauer der Gruppe 2, signifikant zwischen den beiden Gruppen.

Auch der Energiebedarf der beiden Gruppen unterschied sich aus diesem Grund signifikant, während die Ochsen aufgrund der höheren Zunahmen nur numerisch einen um 553 MJ NEL höheren errechneten Energiebedarf hatten als die Kalbinnen.

Die Energiebedarfsdeckung über die Milch betrug in Gruppe 1 58 % und in Gruppe 2 46 % (P = 0,019), das Geschlecht wirkte sich nicht aus.

In den Folgelaktationen (FV × CH; Tabelle 11) standen in der Säugeperiode in Gruppe 1 9 und in Gruppe 2 7 Tiere (eine Zwillingsgeburt wurde nicht mit ausgewertet) für die Auswertung zur Verfügung. Diese 16 Tiere setzten sich wiederum aus 7 Ochsen und 9 Kalbinnen zusammen. In der 2. und 3. + 4. Laktation wurden jeweils 8 Tiere ausgewertet. Da in der 4. Laktation nur 2 Tiere zur Verfügung standen, wurden die 3. und 4. Laktation zusammengefasst.

Während sich die Geburtsgewichte der Tiere in den beiden Gruppen nicht unterschieden, wiesen die männlichen Kälber (Ochsen) ein höheres Geburtsgewicht als die weiblichen (P = 0,035) auf.

Die Unterschiede beim Absetzgewicht waren sowohl in Gruppe (P = < 0,001) als auch beim Geschlecht (P = 0,017) signifikant. Die Ochsen wurden mit 370 kg und die Kalbinnen mit 338 kg Lebendgewicht abgesetzt. In Gruppe 1 wogen die Tiere nach 177 Säugetagen 292 kg und in Gruppe 2 nach 263 Tagen 417 kg.

Die Tageszunahmen waren bei den Ochsen mit 1.416 g um 111 g höher als bei den weiblichen Tieren mit 1.305 g (P = 0,040). Zwischen den beiden Gruppen und den einzelnen Laktationen wurden keine signifikanten Unterschiede beobachtet.

Die um 3 Monate längere Säugezeit brachte auch hier signifikante Gruppenunterschiede bei der Milch- und Nährstoffaufnahme (P = < 0,001). Geschlecht bzw. Laktation beeinflussten diese Parameter nicht.

Beim errechneten Energiebedarf zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen und Geschlechtern (P = < 0,001 bzw. P = 0,003). Der errechnete Energiebedarf der Ochsen war um 1.567 MJ ME höher als jener der Kalbinnen.

Bei der Deckung des Energiebedarfes über die Milch konnten nicht nur signifikante Unterschiede zwischen den

Tabelle 10: Säugeperiode 1. Laktation (FV × LI) mit den Effekten Gruppe und Geschlecht sowie der Interaktion Gruppe × Geschlecht

		Gruppe		Geschlecht		s _e	P-Werte		
		1	2	M	W		Gruppe	Geschlecht	Gr×Geschl
Tiere	Anzahl	4	4	6	2				
LG Geburt	kg	48	44	47	45	4	0,303	0,483	-
LG Absetzen	kg	254	371	321	304	32	0,002	0,501	-
Säugedauer	Tage	173	265	220	219	4	<0,001	0,719	0,043¹
Tageszunahmen	g	1.184	1.241	1.239	1.186	105	0,476	0,562	-
Milchaufnahme									
Milchmenge	kg FM	2.012	3.255	2.639	2.627	292	0,002	0,963	-
Milchmenge	kg TM	243	395	318	321	41	0,003	0,931	-
Energie über Milch	MJ ME	4.458	7.267	5.813	5.911	808	0,004	0,887	-
XP über Milch	g	6.115	9.789	7.748	8.156	1.014	0,004	0,643	-
XL über Milch	g	6.714	11.103	8.765	9.052	1.524	0,001	0,827	-
Energie-Bedarf	MJ ME	7.431	14.716	11.350	10.797	1.429	0,001	0,613	-
Energie-Bedarfsdeckung Milch	%	58	46	53	51	5	0,019	0,711	-

¹ Gruppe 1 × Geschlecht 1: 178 Tage

Gruppe 1 × Geschlecht 2: 168 Tage

Gruppe 2 × Geschlecht 1: 261 Tage

Gruppe 2 × Geschlecht 2: 269 Tage

Tabelle 11: Säugeperiode > 1. Laktation (FV × CH) mit den Effekten Gruppe, Geschlecht und Laktation sowie den Interaktionen Gruppe × Geschlecht und Gruppe × Laktation (ohne Zwillinge)

Tiere	Gruppe		Geschlecht		Laktation		s _c	P-Werte				
	1	2	M	W	2	3+4		Gruppe	Geschlecht	Laktation	Gr×Geschl	Gr×Lak
Anzahl	9	7	7	9	8	8						
LG Geburt	55	53	58	51	54	55	5	0,444	0,035	0,628	-	-
LG Absetzen	292	417	370	338	354	354	20	<0,001	0,017	0,964	-	-
Säugedauer	177	263	221	218	222	218	3	<0,001	0,125	0,063	0,233	0,274
Tageszunahmen	1.342	1.380	1.416	1.305	1.356	1.366	84	0,408	0,040	0,824	-	-
Milchaufnahme												
Milchmenge	2.229	3.235	2.720	2.744	2.717	2.747	247	<0,001	0,869	0,835	-	-
Milchmenge	269	385	326	348	323	332	31	<0,001	0,929	0,595	-	-
Energie über Milch	4.950	7.012	5.968	5.993	5.856	6.106	594	<0,001	0,942	0,463	-	-
XP über Milch	6.656	9.898	8.217	8.337	8.155	8.399	862	<0,001	0,821	0,637	0,167	0,543
XL über Milch	7.513	9.926	8.611	8.829	8.532	8.908	1.249	0,004	0,766	0,598	-	-
Energie-Bedarf	9.006	16.549	13.516	11.949	12.994	12.471	748	<0,001	0,003	0,233	-	-
Energie-Bedarfsdeck. Milch	53	42	42	54	43	52	4	0,001	0,001	0,003	0,001 ²	0,008 ³

² Gruppe 1 × Geschlecht 1: 42 %
 Gruppe 1 × Geschlecht 2: 62 %
 Gruppe 2 × Geschlecht 1: 42 %
 Gruppe 2 × Geschlecht 2: 43 %
³ Gruppe 1 × Laktation 2: 45 %
 Gruppe 1 × Laktation 3: 61 %
 Gruppe 2 × Laktation 2: 42 %
 Gruppe 2 × Laktation 3: 43 %

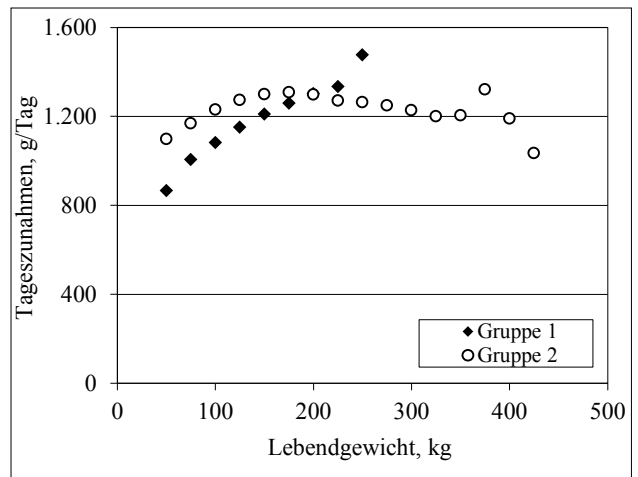


Abbildung 17: Tageszunahmen der Gruppen im Verlauf der Säugeperiode der 1. Laktation (FV × LI)

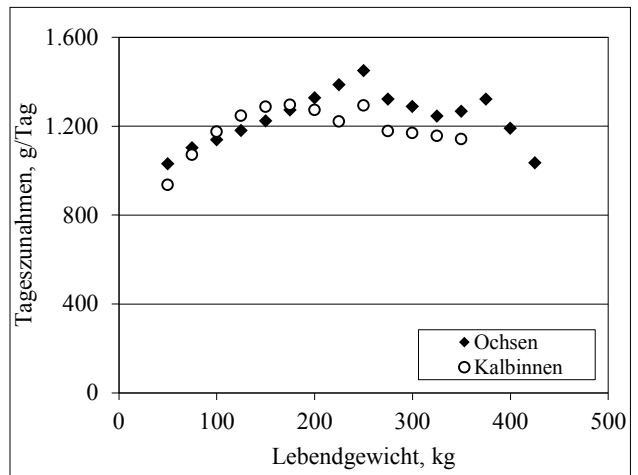


Abbildung 18: Tageszunahmen der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Säugeperiode der 1. Laktation (FV × LI)

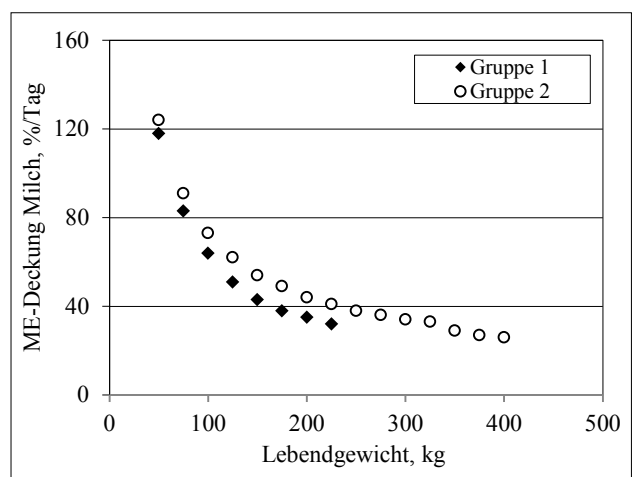


Abbildung 19: Energiebedarfsdeckung über die Milch der Gruppen im Verlauf der Säugeperiode der 1. Laktation (FV × LI)

Gruppen und Geschlechtern (jeweils P = 0,001) sondern auch signifikante Wechselwirkungen (Gruppe × Geschlecht und Gruppe × Laktation) beobachtet werden (P = 0,001 bzw. P = 0,008).

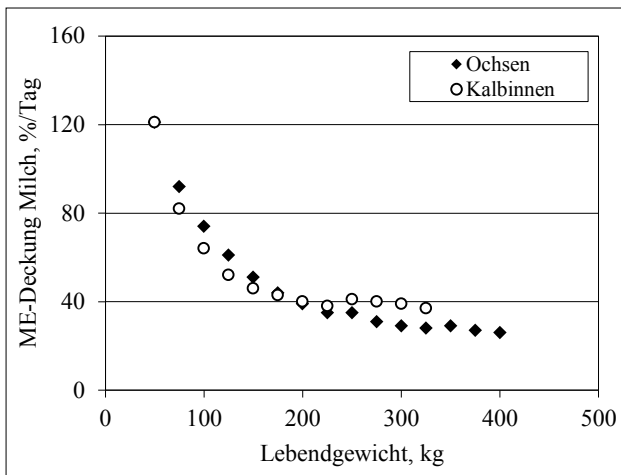


Abbildung 20: Energiebedarfsdeckung über die Milch der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Sägeperiode der 1. Laktation (FV x LI)

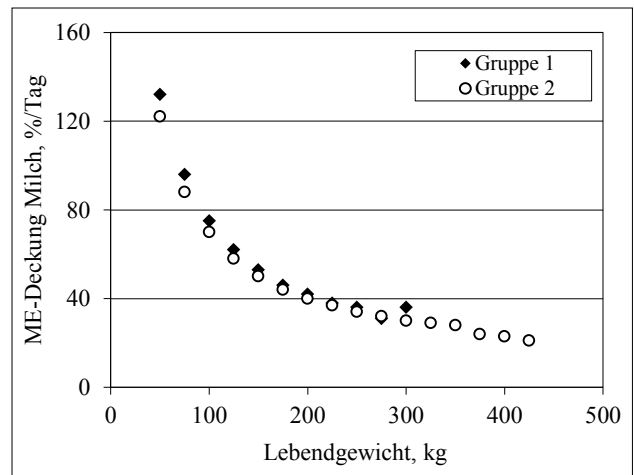


Abbildung 23: Energiebedarfsdeckung über die Milch der Gruppen im Verlauf der Sägeperiode der > 1. Laktation (FV x CH)

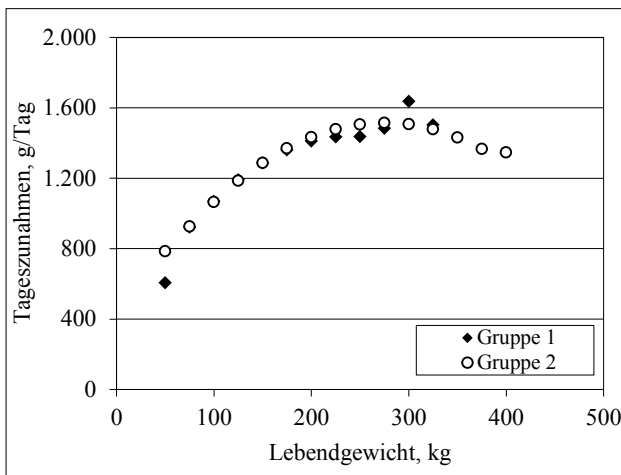


Abbildung 21: Tageszunahmen der Gruppen im Verlauf der Sägeperiode der > 1. Laktation (FV x CH)

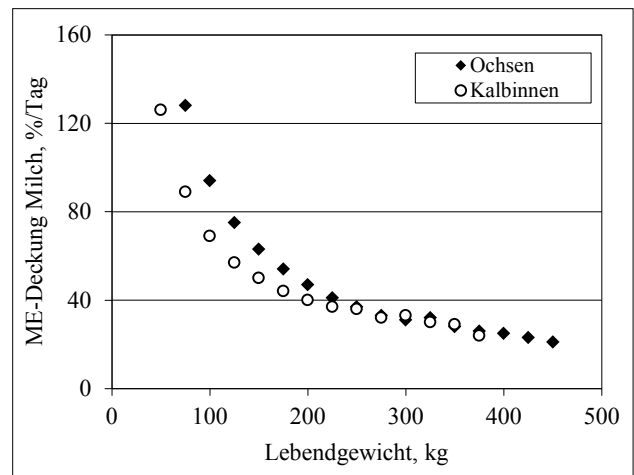


Abbildung 24: Energiebedarfsdeckung über die Milch der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Sägeperiode der > 1. Laktation (FV x CH)

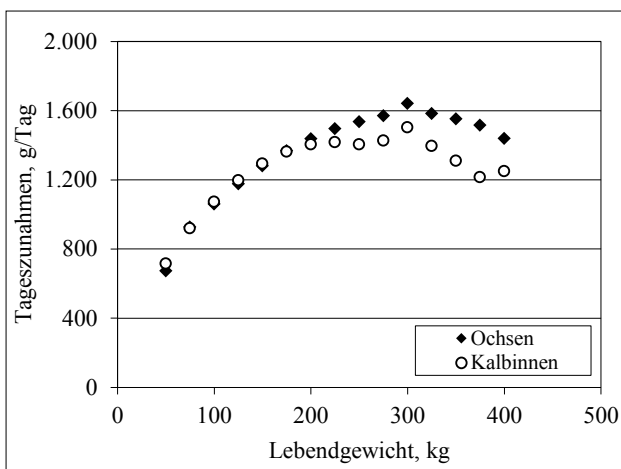


Abbildung 22: Tageszunahmen der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Sägeperiode der > 1. Laktation (FV x CH)

Auch beim Verlauf der Tageszunahmen und der Energiebedarfsdeckung über die Milch wurde die 1. Laktation (Abbildungen 17 bis 20) von den übrigen Laktationen getrennt behandelt (Abbildungen 21 bis 24).

Die Zwillinge (Kalbin und Ochse) wurden nur bei den Tageszunahmen in die Auswertung miteinbezogen.

3.3.2 Tierische Leistungen und Nährstoffversorgung in der Ausmastperiode

In der 1. Laktation wurden 8 Tiere und in den höheren Laktationen insgesamt 18 Tiere ausgewertet (Tabelle 12). Die Gruppeneinteilung bzw. Geschlechteraufteilung der Tiere in der 1. Laktation entsprach jener der Sägeperiode.

Die Jungrinder wurden in Gruppe 1 mit 254 kg und in Gruppe 2 mit 371 kg in die Ausmast überstellt, der Unterschied war mit einem P-Wert von 0,002 signifikant. Entsprechend dem Versuchsplan unterschieden sich die Mastendgewichte zwischen den Geschlechtern (Ochsen: 580 kg; Kalbinnen: 498 kg). Die Ausmastdauer betrug in Gruppe 1 236 Tage und in Gruppe 2 146 Tage (P = 0,030).

Bei den Tageszunahmen waren die Ochsen mit 1.292 g den Kalbinnen (1.099 g) numerisch überlegen. Auch zwischen den beiden Absetzgruppen (Gruppe 1 1.174 g und Gruppe 2 1.216 g) konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tabelle 12: Mastperiode 1. Laktation (FV × LI) mit den Effekten Gruppe und Geschlecht sowie der Interaktion Gruppe × Geschlecht

		Gruppe		Geschlecht		s _e	Gruppe	P-Werte	
		1	2	M	W			Geschl	Gr×Geschl
Tiere	Anzahl	4	4	6	2				
LG Beginn	kg	254	371	321	304	29	0,002	0,501	-
LG Ende	kg	537	542	580	498	2	0,037	< 0,001	-
Mastdauer	Tage	236	146	206	176	43	0,030	0,426	-
Tageszunahmen	g	1.174	1.216	1.292	1.099	166	0,734	0,213	-
Futteraufnahme									
Gesamtfutter	kg TM	1.762	1.125	1.581	1.305	275	0,022	0,274	-
<i>Grundfutter</i>									
Heu	kg TM	76	50	71	60	13	0,033	0,236	-
Maissilage	kg TM	826	537	736	627	131	0,027	0,357	-
<i>Kraffutter</i>									
EKF	kg TM	686	445	638	494	110	0,027	0,168	-
PKF	kg TM	159	75	119	114	22	0,009	0,813	0,333
Energieaufnahme									
Gesamtfutter	MJ ME	20.295	12.952	18.231	15.016	3.197	0,023	0,273	-
Grundfutter	MJ ME	9.208	6.019	8.231	6.994	1.485	0,029	0,355	-
Kraffutter	MJ ME	11.087	6.933	9.999	8.021	1.721	0,019	0,218	-
Rohproteinaufnahme									
Gesamtfutter	kg	254	153	220	188	36	0,011	0,320	-
Grundfutter	kg	92	59	82	70	13	0,018	0,314	-
Kraffutter	kg	162	94	138	118	23	0,008	0,324	-
Nährstoffkonzentrationen									
Energie	MJ ME / kg TM	11,52	11,52	11,52	11,52	0,05	0,853	0,972	-
XP	g / kg TM	145	136	139	142	2	0,003	0,085	0,298
XF	g / kg TM	143	149	146	147	3	0,038	0,754	-
XX	g / kg TM	626	631	631	626	4	0,203	0,281	0,199
ADF	g / kg TM	164	165	163	166	2	0,471	0,067	-
NDF	g / kg TM	315	317	315	317	3	0,481	0,478	0,294
Futteraufwand									
Futteraufwand	kg TM / kg Zuwachs	6,30	6,49	6,11	6,69	0,53	0,653	0,240	-
Energieaufwand	MJ ME / kg Zuwachs	72,6	74,7	70,4	77,0	6,2	0,661	0,248	-
Rohproteinaufwand	g / kg Zuwachs	926	869	845	949	68	0,364	0,134	0,363

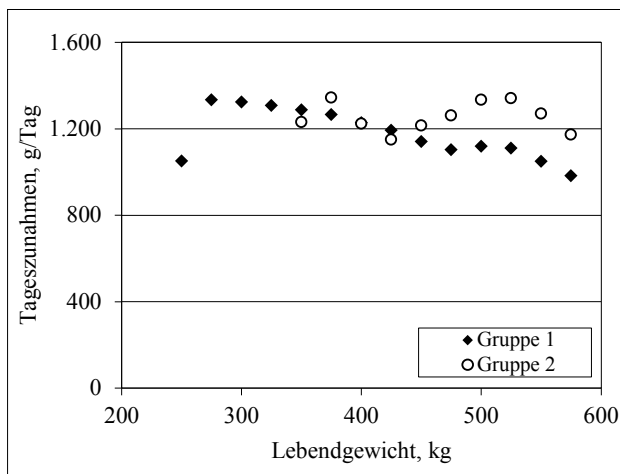


Abbildung 25: Tageszunahmen der Gruppen im Verlauf der Ausmastperiode der 1. Laktation (FV × LI)

Die Gesamtfutteraufnahme in der Ausmastperiode betrug in Gruppe 1 1.762 kg T und in Gruppe 2 1.125 kg T ($P = 0,022$). Die Ochsen (Ausmast bis 580 kg LG) benötigten in der um 30 Tage längeren Ausmastperiode numerisch um 276 kg T mehr Futter als die Kalbinnen (Ausmast bis 500 kg LG). Die durchschnittliche tägliche Futteraufnahme lag bei ca. 7,5 kg T und unterschied sich nur numerisch zwischen den beiden Gruppen und Geschlechtern.

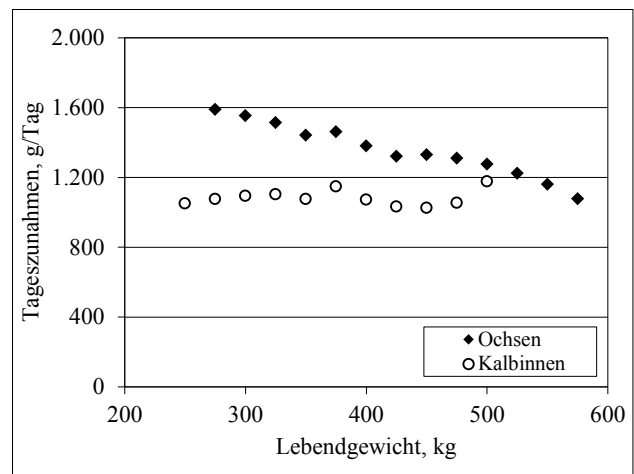


Abbildung 26: Tageszunahmen der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Ausmastperiode der 1. Laktation (FV × LI)

Durch die um 90 Tage längere Mastdauer war auch die Aufnahme der einzelnen Futtermittel in Gruppe 1 signifikant höher als in Gruppe 2 ($P = 0,033$, $P = 0,027$, $P = 0,027$ bzw. $P = 0,009$). Die Tiere der Gruppe 1 benötigten in der Ausmastperiode um durchschnittlich 26 kg T Heu, 289 kg T Maissilage, 241 kg T EKF und 84 kg PKF mehr als die Tiere der Gruppe 2. Die Aufnahme an Kalk und Salz lag je nach Gruppe und Geschlecht zwischen 10 und 18 kg TM.

Tabelle 13: Mastperiode > 1. Laktation (FV × CH) mit den Effekten Gruppe und Geschlecht und den Interaktionen Gruppe × Geschlecht und Gruppe × Laktation

		Gruppe		Geschlecht		Laktation		s _e	P-Werte				
		1	2	M	W	2	3 + 4		Gr	Geschl	Lak	Gr × Geschl	Gr × Lak
Tiere	Anzahl	9	9	8	10	8	10						
LG Beginn	kg	292	410	367	335	355	347	21	<0,001	0,011	0,512	-	-
LG Ende	kg	544	544	582	506	547	542	6	0,770	<0,001	0,116	-	-
Mastdauer	Tage	191	113	154	150	149	154	31	0,001	0,785	0,745	-	-
Tageszunahmen	g	1.339	1.220	1.396	1.163	1.275	1.283	174	0,181	0,022	0,930	-	-
Futteraufnahme													
Gesamtfutter	kg TM	1.477	858	1.249	1.086	1.126	1.209	208	<0,001	0,1552	0,4434	-	-
<i>Grundfutter</i>													
Heu	kg TM	67	43	55	53	50	60	7	<0,001	0,643	0,039	0,105	0,305
Maissilage	kg TM	711	412	599	524	537	586	96	<0,001	0,155	0,340	-	-
<i>Krautfutter</i>													
EKF	kg TM	560	338	490	407	440	457	90	0,002	0,097	0,714	-	-
PKF	kg TM	121	56	87	90	83	93	19	<0,001	0,801	0,314	-	-
Energieaufnahme													
Gesamtfutter	MJ ME	16.890	9.822	14.280	12.431	12.881	13.830	2.430	<0,001	0,167	0,455	-	-
Grundfutter	MJ ME	7.921	4.610	6.663	5.868	5.946	6.586	1.052	<0,001	0,169	0,252	-	-
Krautfutter	MJ ME	8.968	5.211	7.617	6.563	6.935	7.245	1.411	<0,001	0,174	0,673	-	-
Rohproteinaufnahme													
Gesamtfutter	kg	191	105	155	142	143	154	27	<0,001	0,377	0,431	-	-
Grundfutter	kg	72	41	60	54	55	59	9	<0,001	0,289	0,460	-	-
Krautfutter	kg	119	64	95	88	88	95	18	<0,001	0,422	0,425	-	-
Nährstoffkonzentrationen													
Energie	MJ ME / kg TM	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	0,1	0,674	0,987	0,934	-	-
XP	g / kg TM	131	123	124	129	126	127	5	0,006	0,114	0,885	0,660	0,087
XF	g / kg TM	151	154	151	153	157	148	6	0,233	0,547	0,012	-	-
XX	g / kg TM	637	642	644	635	640	640	13	0,469	0,235	0,940	-	-
ADF	g / kg TM	173	177	173	177	183	166	10	0,397	0,523	0,044	-	-
NDF	g / kg TM	330	338	332	337	341	327	8	0,080	0,274	0,004	-	-
Futteraufwand													
Futteraufwand	kg TM / kg Zuwachs	5,81	6,34	5,79	6,37	5,80	6,36	0,63	0,103	0,096	0,101	-	-
Energieaufwand	MJ ME / kg Zuwachs	66,5	72,5	66,1	72,3	66,2	72,7	7,5	0,123	0,110	0,119	-	-
Rohproteinaufwand	g / kg Zuwachs	756	777	716	817	727	806	84	0,640	0,055	0,111	0,594	0,354

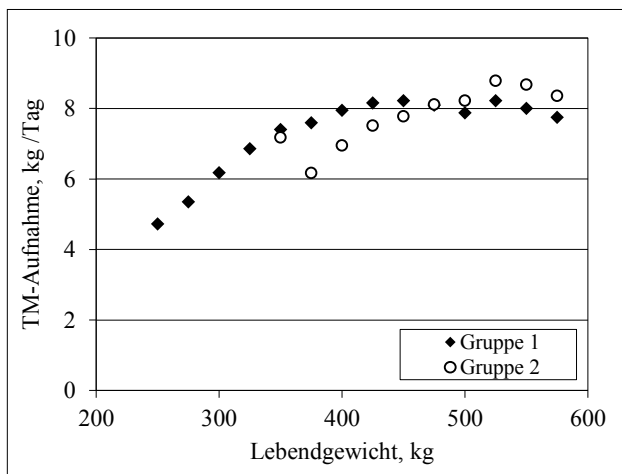


Abbildung 27: Trockenmasseaufnahme der Gruppen im Verlauf der Ausmastperiode der 1. Laktation (FV × LI)

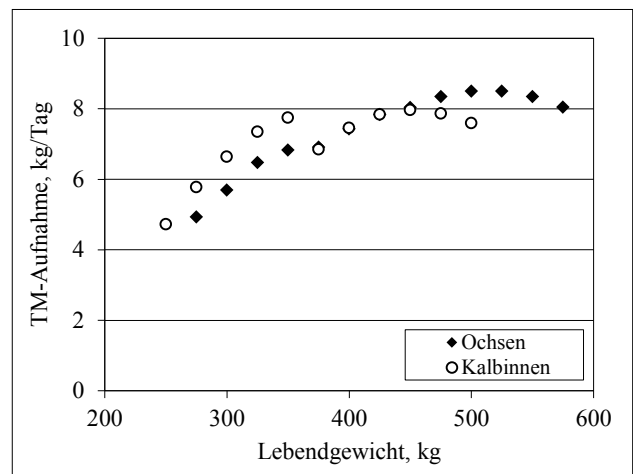


Abbildung 28: Trockenmasseaufnahme der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Ausmastperiode der 1. Laktation (FV × LI)

Die Gesamtaufnahme an Energie und Rohprotein unterschied sich mit P-Werten von 0,023 und 0,011 ebenfalls signifikant zwischen den Gruppen, jedoch nur numerisch zwischen den beiden Geschlechtern.

Die Ration beider Gruppen hatte ähnliche Nährstoffkonzentrationen, lediglich bei den Rohprotein- und

Rohfasergehalten wurden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt (P = 0,003 bzw. P = 0,038). Entsprechend dem Versuchsplan wies die Ration der kürzeren Säugedauergruppe (Gruppe 1) eine höhere XP- und eine niedrigere XF-Konzentration auf als jene der Gruppe 2.

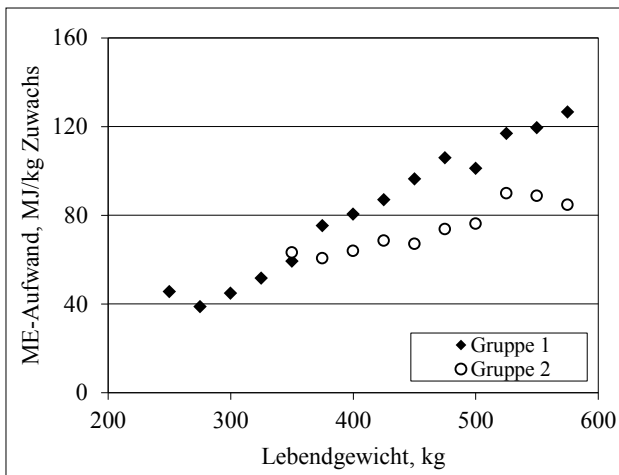


Abbildung 29: Energieaufwand der Gruppen im Verlauf der Ausmastperiode der 1. Laktation (FV x LI)

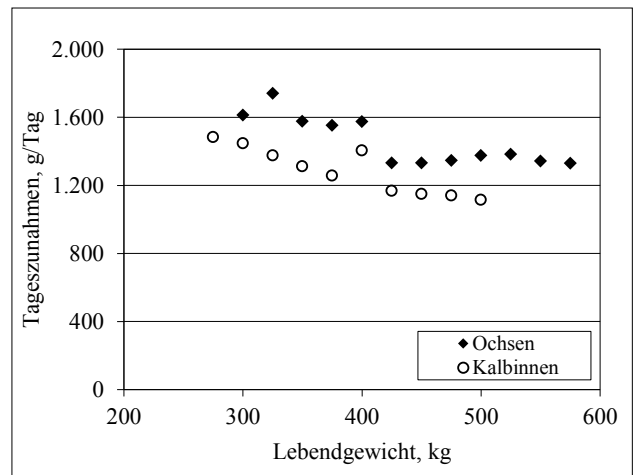


Abbildung 32: Tageszunahmen der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Ausmastperiode der > 1. Laktation (FV x CH)

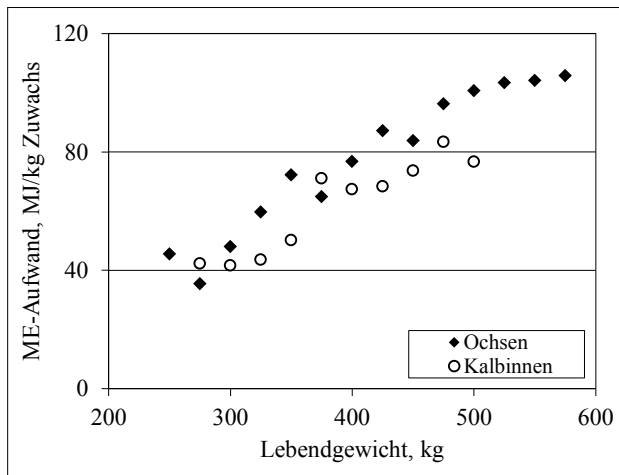


Abbildung 30: Energieaufwand der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Ausmastperiode der 1. Laktation (FV x LI)

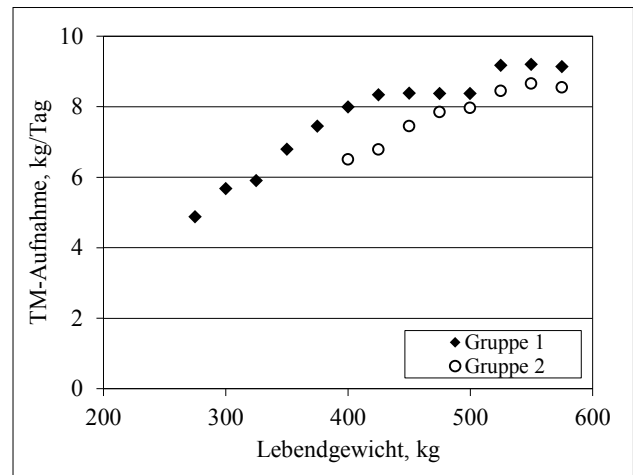


Abbildung 33: Trockenmasseaufnahme der Gruppen im Verlauf der Ausmastperiode der 1. Laktation (FV x CH)

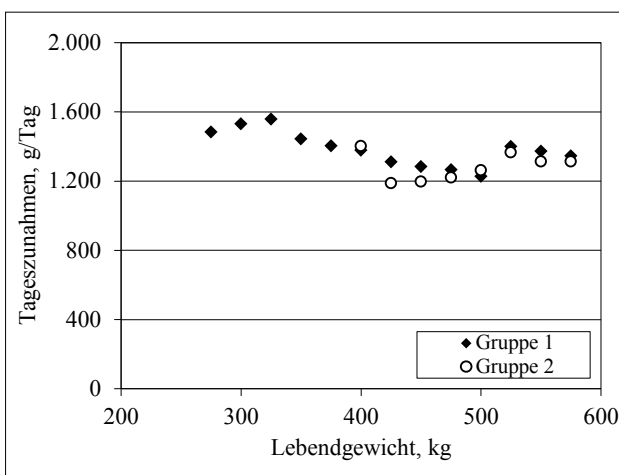


Abbildung 31: Tageszunahmen der Gruppen im Verlauf der Ausmastperiode der > 1. Laktation (FV x CH)

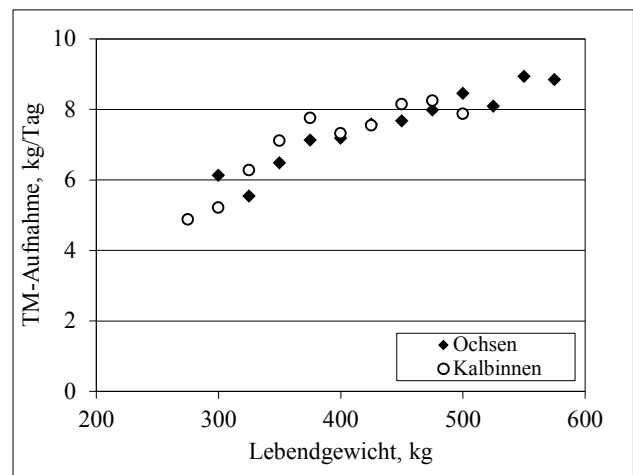


Abbildung 34: Trockenmasseaufnahme der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Ausmastperiode der > 1. Laktation (FV x CH)

Hinsichtlich des Futter-, Energie- sowie Rohproteinaufwands pro kg Zuwachs wurden zwischen den Gruppen und Geschlechtern nur numerische Unterschiede festgestellt.

Bei der Auswertung der höheren Laktationen (FV x CH) der Ausmastperiode (Tabelle 13) wurden auch die Zwillinge mit berücksichtigt. Somit standen in Gruppe 1 und 2 jeweils

9 Tiere bzw. 8 Ochsen und 10 Kalbinnen zur Verfügung. 8 Tiere stammten aus der 2. und 10 aus der 3. + 4. Laktation. Da in der 4. Laktation nur 2 Tiere zur Verfügung standen, wurden die 3. und 4. Laktation zusammengefasst.

Das Lebendgewicht zu Mastbeginn unterschied sich signifikant zwischen den Gruppen und Geschlechtern ($P = < 0,001$ bzw. $P = 0,011$). Bei den Tieren der Gruppe 1 begann die Ausmastphase bei einem Gewicht von 292 kg und bei jenen der Gruppe 2 mit 410 kg. Die Ochsen waren zu Mastbeginn mit 367 kg um 32 kg schwerer als die Kalbinnen mit 335 kg.

Das Mastendgewicht entsprach dem Versuchsplan und lag bei den Ochsen bei 582 kg und bei den Kalbinnen bei 506 kg ($P = < 0,001$). Die Mastdauer betrug in Gruppe 1 191 Tage und in Gruppe 2 113 Tage ($P = 0,001$).

Ebenfalls signifikant unterschieden sich die Tageszunahmen zwischen den Geschlechtern ($P = 0,022$), die Ochsen nahmen mit 1.396 g um 233 g mehr zu als die Kalbinnen mit 1.163 g. Zwischen den beiden Gruppen ergaben sich lediglich numerische Differenzen.

In Gruppe 1 war die Gesamtfuttermittelaufnahme, bedingt durch die um 78 Tage längere Mastdauer, mit 1.477 kg T höher als jene der Gruppe 2, die nur 858 kg T ($P = < 0,001$) benötigte.

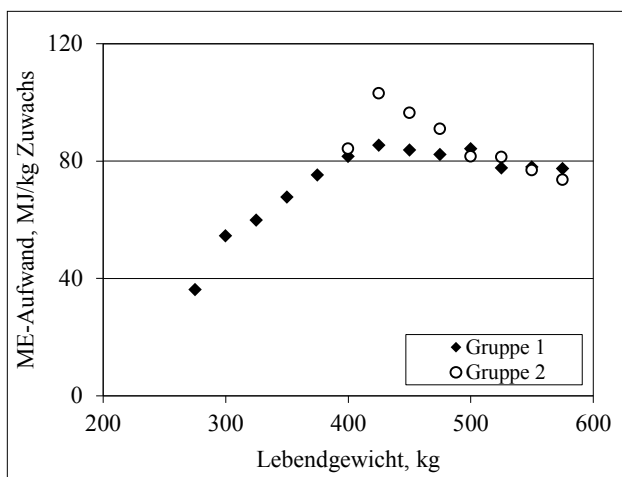


Abbildung 35: Energieaufwand pro kg Zuwachs der Gruppen im Verlauf der Ausmastperiode der > 1. Laktation (FV × CH)

Auch die Aufnahme der einzelnen Futtermitteln differierte hoch signifikant zwischen den beiden Säugedauergruppen ($P = < 0,001$, $P = < 0,001$, $P = 0,002$ bzw. $P = < 0,001$). Über die gesamte Ausmast nahmen die Tiere der Gruppe 1 um 24 kg T Heu, 299 kg T Maissilage, 222 kg T EKF und 65 kg T PKF mehr auf als jene der Gruppe 2. Die Kalk- und Salzaufnahmen lagen zwischen 9 und 18 kg T. Die durchschnittliche tägliche Futtermittelaufnahme betrug 7,65 kg T und unterschied sich nicht zwischen den beiden Gruppen. Die Ochsen nahmen hingegen pro Tag um etwa 0,9 kg T (0,4 kg Maissilage und 0,5 kg EKF) mehr auf als die Kalbinnen.

Bei der Energie- und Rohproteinaufnahme aus Grund- und Kraftfutter gab es ebenfalls Gruppenunterschiede (jeweils $P = < 0,001$). Die Ochsen nahmen nur numerisch eine höhere Energie- und Rohproteinmenge auf als die Kalbinnen.

Keine Unterschiede gab es bei der Energiekonzentration. Sie lag unabhängig von Gruppe, Geschlecht und Laktation bei 11,4 MJ ME. Die Rohproteinkonzentration war in Gruppe 1 mit 131 g/kg T versuchsbedingt höher als in Gruppe 2 mit 123 g/kg T ($P = 0,006$). Bei der XF- sowie den ADF- und NDF-Konzentrationen war der Effekt der Laktation und

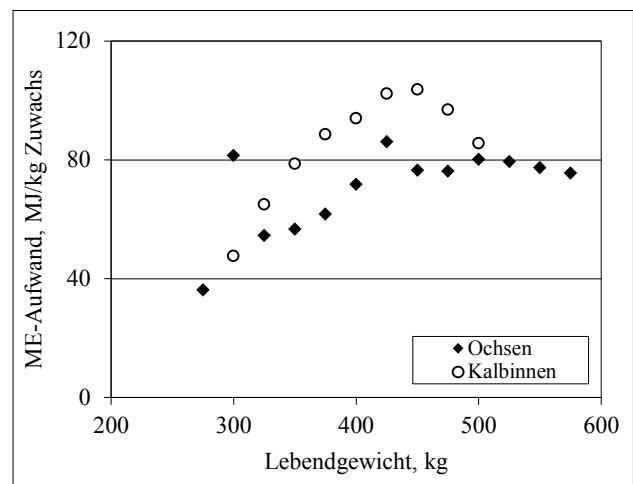


Abbildung 36: Energieaufwand pro kg Zuwachs der Ochsen und Kalbinnen im Verlauf der Ausmastperiode der > 1. Laktation (FV × CH)

Tabelle 14: Mast- und Schlachtleistungen der gesamten Versuchsperiode 1. Laktation (FV × LI) mit den Effekten Gruppe und Geschlecht sowie der Interaktion Gruppe × Geschlecht

	Anzahl	Gruppe		Geschlecht		s _e	P-Werte		
		1	2	M	W		Gruppe	Geschl	Gr×Geschl
Tiere		4	4	6	2				
Mastleistung									
LG Geburt	kg	48	44	47	45	4	0,303	0,483	-
LG Ende	kg	537	542	580	498	3	0,037	<0,001	-
Mastdauer	Tage	412	409	426	395	40	0,921	0,387	-
Tageszunahmen	g	1.184	1.227	1.262	1.150	122	0,641	0,311	-
Schlachtleistung									
LG Schlachtung	kg	537	542	580	498	2	0,037	<0,001	-
Schlachtkörpergewicht	kg	301	310	335	276	10	0,334	0,002	-
Ausschlachtung (warm)	% v. SK	57,7	57,5	57,9	57,3	2	0,722	0,916	-
Ausschlachtung (kalt 48 h)	% v. SK	56,9	56,8	57,2	56,5	2	0,970	0,709	-
Ausschlachtung (kalt 10 Tage)	% v. SK	56,5	56,4	56,8	56,1	2,1	0,920	0,685	-
Schlachtkörperbeurteilung									
Fleischigkeitsklasse	Punkte (1=E, 5=P)	2,7	2,0	2,3	2,5	0,3	0,069	0,349	0,152
Fettgewebeklasse	Punkte (1=mager, 5=fett)	3,5	3,6	3,6	3,5	0,9	0,914	0,914	0,276

Tabelle 15: Mast- und Schlachtleistungen der gesamten Versuchsperiode > 1. Laktation (FV × CH) mit den Effekten Gruppe, Geschlecht und Laktation sowie den Interaktionen Gruppe × Geschlecht und Gruppe × Laktation

	Gruppe		Geschlecht		Laktation	s _e	Gruppe	Geschlecht	P-Werte	Gr×Lak
	1	2	M	W						
Tiere	Anzahl	9	9	8	10					
Mastleistung										
LG Geburt	kg	55	51	57	50	6	0,161	0,041	0,901	-
LG Ende	kg	544	544	582	506	6	0,770	<0,001	0,116	-
Mastdauer	Tage	367	376	375	368	31	0,526	0,696	0,867	-
Tageszunahmen	g	1.337	1.314	1.405	1.246	96	0,627	0,007	0,803	-
Schlachtleistung										
LG Schlachtung	kg	544	544	582	506	6	0,770	<0,001	0,116	-
Schlachtkörpergewicht	kg	309	313	335	287	8	0,365	<0,001	0,039	0,044 ⁶
Ausschlachtung (warm)	% v. SK	57,0	57,8	57,8	56,9	1,3	0,207	0,203	0,038	0,147
Ausschlachtung (kalt 48 h)	% v. SK	56,1	56,7	57,0	55,8	1,4	0,393	0,149	0,056	-
Ausschlachtung (kalt 10 Tage)	% v. SK	55,7	56,5	56,6	55,7	1,2	0,235	0,254	0,063	0,141
Schlachtkörperbeurteilung										
Punkte (1=E, 5=P)		2,3	2,0	2,0	2,2	0,4	0,087	0,319	0,625	-
Fleischigkeitsklasse		3,7	3,1	3,5	3,3	0,6	0,079	0,578	0,488	0,488
Fetgewebeklasse										

⁶ Gruppe 1 * Laktation 2: 310 kg
Gruppe 1 * Laktation 3: 309 kg

damit der einzelnen Erntejahre signifikant (P = 0,012, P = 0,044 bzw. P = 0,004).

Bezüglich Futter-, Energie- und Rohproteinaufwand pro kg Zuwachs zeigten die Effekte Gruppe, Geschlecht, Laktation und deren Wechselwirkungen nur numerische Unterschiede.

Die Verläufe der Tageszunahmen, der Trockenmasseaufnahmen sowie des Energieaufwandes pro kg Zuwachs werden mit Hilfe von Abbildungen beschrieben. Die *Abbildungen 25 bis 30* zeigen die Ergebnisse der 1. Laktation und die *Abbildungen 31 bis 36* jene der höheren Laktationen.

3.3.3 Tierische Leistungen während der gesamten Mastzeit (Säuge- und Ausmastperiode)

3.3.3.1 Mastleistungen

In den *Tabellen 14 und 15* werden die Mastleistungen für die gesamte Versuchsperiode (Geburt bis Ausmastende) angeführt. Sowohl die Gruppen- bzw. Geschlechteraufteilung als auch die Einflüsse von Gruppe und Geschlecht auf Geburts- und Mastendgewicht wurden bereits in den vorangegangenen Kapiteln behandelt.

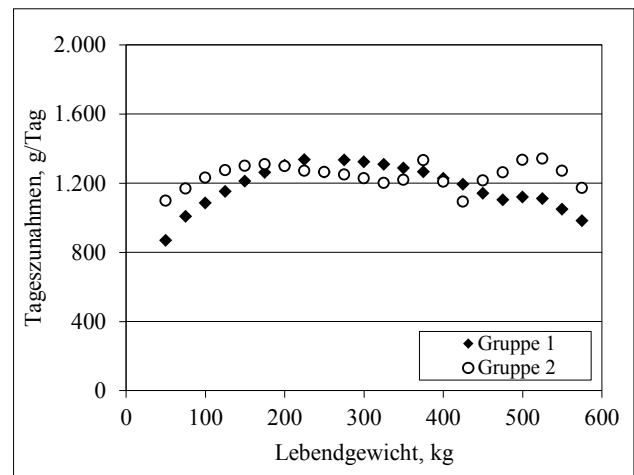


Abbildung 37: Tageszunahmen der Gruppen im Verlauf der gesamten Mastzeit der 1. Laktation (FV × LI)

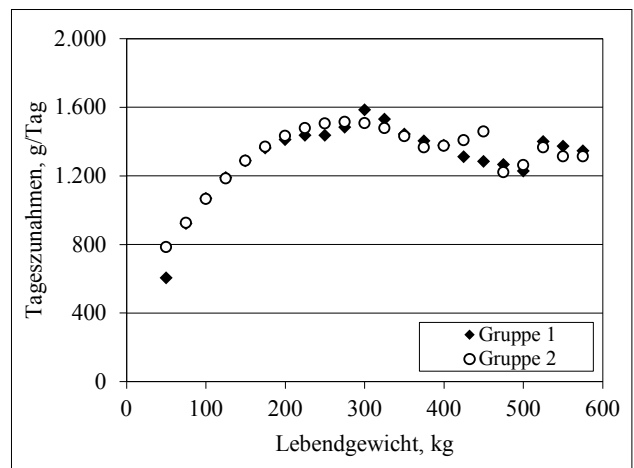


Abbildung 38: Tageszunahmen der Gruppen im Verlauf der gesamten Mastzeit der > 1. Laktation (FV × CH)

In der 1. Laktation war die Mastdauer in beiden Gruppen mit 412 Tagen in Gruppe 1 und 409 Tagen in Gruppe 2 nahezu gleich (Tabelle 14). Bedingt durch das höhere Mastendgewicht (580 kg) wurden die Ochsen mit 426 Tagen um 31 Tage älter als die Kalbinnen (500 kg). Die durchschnittlichen Tageszunahmen über die gesamte Mastperiode unterschieden sich zwischen den beiden Gruppen mit 1.184 (Gruppe 1) bzw. 1.227 g (Gruppe 2) nur numerisch. Bei den Ochsen konnten um 112 g höhere Zunahmen als bei den Kalbinnen beobachtet werden. Aufgrund der geringen Tieranzahl und der nicht gleichmäßigen Geschlechterverteilung war jedoch auch dieser Unterschied nicht signifikant.

Die Ergebnisse aus den höheren Laktationen finden sich in Tabelle 15. Obwohl sich auch hier die Mastendgewichte unterschieden, verlängerte sich die Mastdauer bei den Ochsen nur geringfügig gegenüber den Kalbinnen (7 Tage). Die beiden Gruppen differierten ab der 2. Laktation etwas stärker, mit 9 Tagen Differenz allerdings auch nur numerisch. Auf hohem Niveau (über 1.300 g) lagen die Tageszunahmen und sie unterscheiden sich nicht zwischen den Absetzgruppen und den einzelnen Laktationen. Die Zunahmen der Ochsen waren allerdings mit 1.405 g um 159 g signifikant höher als die der Kalbinnen mit 1.246 g ($P < 0,001$).

Die Abbildungen 37 und 38 zeigen den Verlauf der Tageszunahmen der beiden Gruppen getrennt nach Laktationen.

3.3.3.2 Schlachtleistungen

In der 1. Laktation (Tabelle 14) hatten weder die Gruppe noch das Geschlecht einen Einfluss auf die Ausschachtung. Die LI-Kreuzungen der Gruppe 1 erzielten warm eine Ausschachtung von 57,7 % und jene der Gruppe 2 eine von 57,5 %.

Die Schlachtkörperbeurteilung nach dem EUROP-System brachte sowohl bei der Fleischigkeit als auch bei der Fettklasse nur numerische Unterschiede zwischen den Gruppen und Geschlechtern. Dieser Unterschied fiel bei der Fleischigkeit der beiden Gruppen (R- bzw. U) deutlich zugunsten der Gruppe 2 aus ($P = 0,069$).

Die Ochsen erreichten mit 2,3 eine bessere Beurteilung als die Kalbinnen mit 2,5. Bei der Fettgewebeklasse lagen die Werte beider Gruppen und Geschlechter jeweils zwischen 3,5 und 3,6 Punkten.

In den höheren Laktationen (Tabelle 15) wurde die Ausschachtung (warm) durch die Laktation signifikant beeinflusst ($P = 0,038$). Die FV \times CH Tiere erreichten in der 2. Laktation mit 58,2 % eine höhere Ausschachtung als die Tiere in der 3. + 4. Laktation mit 56,6 %. Nach 48 Stunden bzw. 10 Tagen (jeweils kalt) lagen die Ausschachtungswerte in der 2. Laktation bei 57,1 bzw. 56,8 % und waren nur mehr numerisch höher als jene der 3. + 4. Laktation mit 55,7 bzw. 55,5 %. Die Effekte Gruppe und Geschlecht hatten keinen Einfluss auf die Ausschachtung.

Die Fleischigkeit wurde in allen Kategorien mit Werten zwischen 2,0 (= U) und 2,3 (= U - R) eingestuft und zeigte somit nur geringe numerische Unterschiede. Deutlichere aber auch nur numerische Unterschiede zeigten sich in der Fettklasse mit 3,7 Punkten in Gruppe 1 bzw. 3,1 Punkten in Gruppe 2. Ochsen und Kalbinnen unterschieden sich mit 3,5 bzw. 3,3 Punkten nur geringfügig.

3.4 Futterflächenbedarf

Tabelle 16 zeigt den Futterflächenbedarf je Masttier bzw. pro kg Fleischzuwachs. Die Kalkulation erfolgte auf Basis der Versuchsergebnisse, wobei sich der Futterbedarf je Masttiereinheit aus dem Bedarf des Mastkalbes und jenem der Mutterkuh zusammensetzt. Auch hier wurde wiederum zwischen der 1. Laktation und den weiteren Laktationen unterschieden.

Als Ertragsannahmen dienten die österreichischen Durchschnittserträge aus der aktuellen Ernteerhebung der STATISTIK AUSTRIA, wobei die geringeren Bröckelverluste der Grassilage mitberücksichtigt wurden. Beim Kraftfutter (EKF und PKF) setzen sich die Ertragsannahmen aus den Erträgen der einzelnen Mischungskomponenten, die entsprechend ihrem Anteil an der jeweiligen Mischung berücksichtigt wurden, zusammen. Die Erträge für Soja- und Rapsextraktionsschrot wurden durch Abzug des jeweiligen Ölgehaltes von den durchschnittlichen Kornerträgen ermittelt. Bei der Trockenschnitzel errechnete sich der ha-Ertrag aus der durchschnittlichen Pressschnitzelausbeute (in Trockenmasse) des durchschnittlichen Frischmasseertrages der Zuckerrübe.

Der Futterflächenbedarf pro Masttiereinheit lag in der Zwischenkalbezeit von der 1. auf die 2. Laktation zwischen 0,96 und 0,99 ha, die beiden Gruppen unterschieden sich lediglich in der Flächenzusammensetzung: Bedingt durch die kürzere Mastphase war in der Gruppe 2 der Grünlandflächenbedarf höher und der Ackerflächenbedarf niedriger als in Gruppe 1. Während die Gruppe 1 in den höheren Laktationen ein ähnliches Ergebnis wie in der 1. Zwischenkalbezeit lieferte (Flächenbedarf 0,93 ha/Masttiereinheit) stieg in der Gruppe 2, bedingt durch die deutlich verlängerte Zwischenkalbezeit zwischen 2. und 3. Laktation der Flächenbedarf deutlich an (1,25 ha/Masttiereinheit). Für die Mutterkuh wurde viel mehr Futter und damit Grünlandfläche benötigt, während sich der Ackerflächenbedarf kaum veränderte. Wie auch in der 1. Laktation zeigten sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede, tendenziell benötigten die Ochsen, bedingt durch die längere Mastzeit, etwas mehr Fläche als die Kalbinnen.

Eine stärkere Geschlechterdifferenzierung zeigte der Flächenbedarf je kg Schlachtkörperzuwachs bzw. je kg Schlachtkörper. Die Ochsen konnten mit 18,7 und 21,2 m² Fläche pro kg Schlachtkörperzuwachs bzw. 29,7 bzw. 33,3 m² je kg Schlachtkörper den etwas höheren Flächenbedarf pro Masttiereinheit mehr als kompensieren (Kalbinnen 21,2 und 23,4 m² bzw. 34,7 und 37,2 m²). Während sich die beiden Gruppen in der 1. Laktation kaum unterschieden, schlug sich in den höheren Laktationen wiederum die längere Zwischenkalbezeit der Gruppe 2 deutlich auf das Ergebnis nieder (Flächenmehrbedarf 6,3 m² je kg Zuwachs bzw. 9,8 m²/kg Schlachtkörper).

4. Diskussion

4.1 Mutterkühe

In der vorliegenden Untersuchung mit Fleckvieh-Mutterkühen lag die Milchleistung bei einer Säugedauer von 180 Tagen (Gruppe 1) bei 2.250 kg (2.053 kg ECM) und bei einer Säugedauer von 270 Tagen (Gruppe 2) bei

Tabelle 16: Flächenbedarf in ha je Masttier bzw. m² je kg Zuwachs und kg Schlachtkörper

		Erste Laktation				> 1. Laktation			
		Gruppe		Geschlecht		Gruppe		Geschlecht	
		1	2	M	W	1	2	M	W
Futterbedarf je Masttiereinheit									
Heu gute Qualität	kg TM/Masttier	268	594	419	403	326	699	571	437
Heu mäßige Qualität	kg TM/Masttier	1.882	2.666	2.274	2.274	1.770	3.739	2.755	2.755
Grassilage	kg TM/Masttier	3.204	2.443	2.823	2.823	3.135	3.477	3.306	3.306
Maissilage	kg TM/Masttier	826	537	736	627	711	412	599	524
EKF	kg TM/Masttier	781	643	786	640	688	577	709	570
PKF	kg TM/Masttier	159	75	119	114	121	56	87	90
Ertragsannahme¹									
Heu gute Qualität	kg TM/ha	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500
Heu mäßige Qualität	kg TM/ha	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Grassilage	kg TM/ha	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500
Maissilage	kg TM/ha	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
EKF ¹	kg TM/ha	6.200	6.200	6.200	6.200	6.250	6.200	6.200	6.200
PKF ²	kg TM/ha	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250
Futterflächenbedarf je Masttiereinheit									
Heu gute Qualität	ha/Tier	0,04	0,09	0,06	0,06	0,05	0,11	0,09	0,07
Heu mäßige Qualität	ha/Tier	0,27	0,38	0,32	0,32	0,25	0,53	0,39	0,39
Grassilage	ha/Tier	0,43	0,33	0,38	0,38	0,42	0,46	0,44	0,44
Maissilage	ha/Tier	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03
EKF	ha/Tier	0,13	0,10	0,13	0,10	0,11	0,09	0,11	0,09
PKF	ha/Tier	0,07	0,03	0,05	0,05	0,05	0,02	0,04	0,04
Grünlandfläche	ha/Tier	0,74	0,80	0,77	0,76	0,72	1,11	0,92	0,90
Maissilagefläche	ha/Tier	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03
Krafftterfläche	ha/Tier	0,20	0,14	0,18	0,15	0,16	0,12	0,15	0,13
Grünlandfläche	ha/Tier	0,74	0,80	0,77	0,76	0,72	1,11	0,92	0,90
Ackerfläche	ha/Tier	0,25	0,17	0,23	0,20	0,21	0,15	0,19	0,17
Gesamtfläche	ha/Tier	0,99	0,97	0,99	0,96	0,93	1,25	1,12	1,07
Futterflächenbedarf je kg Zuwachs									
LG-Geburt	kg	48	44	47	45	55	51	57	50
LG-Mastende	kg	537	542	580	498	544	544	582	506
Aufmast	kg	489	498	533	453	489	493	525	456
Grünlandfläche	m ² /kg Zuwachs	15,1	16,0	14,4	16,8	14,7	22,4	17,6	19,8
Ackerfläche	m ² /kg Zuwachs	5,1	3,5	4,3	4,3	4,3	3,0	3,7	3,7
Gesamtfläche	m ² /kg Zuwachs	20,2	19,5	18,7	21,2	19,1	25,4	21,2	23,4
Futterflächenbedarf je kg Schlachtkörper									
Schlachtkörper	kg	301	310	335	276	309	313	335	287
Grünlandfläche	m ² /kg SK	24,5	25,7	22,9	27,7	23,3	35,3	27,5	31,4
Ackerfläche	m ² /kg SK	8,4	5,6	6,8	7,1	6,8	4,6	5,8	5,8
Gesamtfläche	m ² /kg SK	32,9	31,3	29,7	34,7	30,2	40,0	33,3	37,2

¹ Alle Ertragsannahmen stammen aus STATISTIK AUSTRIA, Ernteerhebung, erstellt am 17.01.2014² Ertragsannahmen EKF pro ha: 30 % Körnermais 9.000 kg T, 30 % Gerste 5.200 kg T, 30 % Weizen 5.400 kg T, 10 % Trockenschnitte 3.100 kg T (70.000 kg FM; 22 % Pressschnittel mit 20 % T)³ Ertragsannahmen PKF pro ha: 66,66 % Sojaschrot 2.400 kg T (Ertrag 3.000 kg T - 20 % Öl), 33,33 % Rapsextraktionsschrot 1.925 kg T (Ertrag 3.500 kg T - 45 % Öl)

3.270 kg (2.858 kg ECM). Die durchschnittlichen täglichen Milchleistungen betragen in der 1. Laktation 12,4 bzw. 11,9 kg Milch oder 11,3 bzw. 10,4 kg ECM und stiegen ab der 2. Laktation auf 13,1 bzw. 12,8 kg Milch oder 11,9 bzw. 11,5 kg ECM leicht an. Diese Unterschiede erwiesen sich als statistisch nicht signifikant. JENKINS und FERRELL (1992) stellten bei Simmental-Kühen eine 210-Tage-Milchleistung von 1.604 kg fest, das entspricht einer durchschnittlichen täglichen Milchleistung von 7,6 kg. CLUTTER und NIELSEN (1987) verglichen in einem Versuch Tiere mit verschiedenen Milchleistungspotenzialen (niedrig, mittel, hoch) mittels System Wiegen-Saugen-Wiegen. Bei einem hohen Milchleistungspotenzial wurde bei einer 205-Tage-Laktation eine Milchmenge von 1.718 kg erreicht, das sind täglich rund 8,4 kg. In beiden Versuchen lag das Milchleistungsniveau somit deutlich unter jenem

des vorliegenden Versuches. CHENETTE und FRAHM (1981) erreichten mit Kreuzungskühen (Simmental, Jersey und Brown Swiss jeweils mit Angus bzw. Hereford gekreuzt) und durchschnittlichen täglichen Milchleistungen von 6,4 bis 8,2 kg ebenfalls nicht dieses Niveau. Sie konnten im 2. und 3. Säugemonat Tagesmilchleistungen von knapp 11 kg, die danach sehr rasch abfielen, beobachten. SCHOLZ et al. (2001) erreichten mit Fleckviehkühen und Kreuzungstieren (Milchrind × Fleischerind) eine durchschnittliche Tagesmilchmenge von ca. 13,4 kg und damit eine 280-Tage-Leistung von 3.750 kg (Fleckvieh) bzw. 3.745 kg Milch (Kreuzungstiere). Die Fleckviehtiere des vorliegenden Versuches lagen nur knapp darunter. In Anbetracht der oben präsentierten Versuchsergebnisse liegt also die Milchleistung österreichischer Fleckviehmutterkühe, selbst bei extensiver Fütterung, deutlich über der Milchleistung

von Fleischrassen und ist unter gleichen Fütterungsbedingungen vergleichbar mit jener von deutschen Fleckviehmutterkühen und Mutterkühen aus Kreuzungen von Milchrassen mit Fleischrassen.

Im gegenständlichen Versuch konnte ein durchschnittlicher Fettgehalt von 3,34 % ermittelt werden, wobei die Milch der Gruppe 1 einen Fettgehalt von 3,45 % und jene der Gruppe 2 einen Wert von 3,16 % aufwies. TOTUSEK et al. (1973) stellten in einem Versuch einen durchschnittlichen Fettgehalt der Milch von 3,2 % fest. Dies lag unter dem durchschnittlichen Fettgehalt im vorliegenden Versuch, allerdings war auch die Milchleistung auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Für diesen Versuch wurden zudem Fleischrassen und Kreuzungstiere von Fleischrassen verwendet. Im Versuch von BEAL et al. (1990) wurde bei Angus- und Angus \times Holstein-Kühen ein Fettgehalt von 4,1 % festgestellt. Diese hohen Fettgehalte wurden im vorliegenden Versuch nicht erreicht. Darüber hinaus waren starke Schwankungen zwischen den einzelnen Messungen zu beobachten. Eine mögliche Ursache dafür könnte in der hormonellen Stimulation mit Oxytocin vor der Melkung zu suchen sein. Auch ein nicht vollständiges Ausmelken könnte eine Rolle gespielt haben, da der Fettgehalt mit jedem ermolkenen kg Milch ansteigt und daher am Ende der Melkung am höchsten ist (HUTH 1995). Am Ende einer 305-Tage-Laktation einer Milchkuh zeigt sich in der Regel ein Anstieg des Milchfettgehaltes, da gleichzeitig die Milchmenge zurückgeht (HUTH 1995). Dieser Anstieg konnte in der 270-Tage-Laktation des ausgewerteten Versuches nur in der Tendenz und in der 180-Tage-Laktation gar nicht erkannt werden. Ab der 2. Laktation zeigte sich allerdings bei der Gruppe 1 ein etwas höherer Milchfettgehalt am Beginn der Säugeperiode. Dies könnte auf eine durch die längere Trockenstehzeit verursachte stärkere Fetteinlagerung und damit auch etwas stärkere Körperfetteinschmelzung am Beginn der Säugeperiode der Kühe dieser Gruppe zurückzuführen sein. Diese Behauptung wird durch die Lebendmassen- bzw. Körperkonditionsentwicklung der Kühe bestätigt. Die Tiere der Gruppe 1 waren, bedingt durch die längere Trockenstehzeit, am Beginn der 2. Laktation schwerer und deutlich besser konditioniert als jene der Gruppe 2. Bei annähernd gleicher Futtermittel- und etwas höherer Milchleistung war das Energiedefizit somit höher als in Gruppe 2. In Folge zeigte sich bei den Tieren der Gruppe 1 ein stärkerer Rückgang des BCS-Wertes bis zum Nadir. Bei annähernd gleichem Lebendmasseverlust wurde der Lebendmasse-Nadir in Gruppe 1 erst um 4 Wochen später erreicht als in Gruppe 2. Da die Säugeperiode in dieser Gruppe deutlich kürzer war, konnte auch kein Anstieg des Milchfettgehaltes am Ende der Säugeperiode festgestellt werden. Ein weiterer Grund für die eher niedrigen Milchfettgehalte in beiden Gruppen könnte im mäßigen Futterniveau und im hohen Trockenmassegehalt der verfütterten Futtermittel liegen, die möglicherweise die tägliche Menge an produzierten Fettsäuren im Pansen (Essigsäurebildung) trotz des hohen Rohfasergehaltes etwas einschränkten. Bei GRUBER (1993) waren die Fett- und Eiweißgehalte bei der Verfütterung von mäßigem Grundfutter ohne Kraftfütterergänzung ebenfalls niedriger als mit Kraftfütterergänzung und auch niedriger als bei der Verfütterung von gutem Grundfutter ohne Kraftfütterergänzung. Für DE VRIES und VEERKAMP (2000) ist der absolute Milchfettgehalt nicht

interessant. Sie sind der Ansicht, dass eine stark negative Energiebilanz lediglich zu Laktationsbeginn mit erhöhten Milchfettgehalten einhergeht, die dann in den ersten Wochen *post partum* auf unterdurchschnittliche Werte sinken.

Der Eiweißgehalt war mit 3,10 % (Gruppe 1) und 3,03 % (Gruppe 2) ebenfalls niedrig. Im Versuch von BEAL et al. (1990) lag er bei 3,32 % und im Milchkuh-Herdendurchschnitt am LFZ Raumberg-Gumpenstein bei 3,36 %. JEROCH et al. (2008) führen an, dass ein Energiedefizit für das Sinken des Proteingehaltes in der Milch verantwortlich sein kann. Die niedrigen Werte liefern also eine weitere Bestätigung einer energetischen Unterversorgung der Mutterkühe insbesondere in den ersten Säugemonaten. Etwa ab der 13. Säugewoche konnte ein kontinuierlicher Anstieg des Milcheiweißgehaltes festgestellt werden. Ab diesem Zeitpunkt verloren die Tiere auch nur mehr geringfügig an Lebendmasse und Körperkondition. Die Gruppe 1 verzeichnete ab der 2. Abkalbung am Beginn der Säugeperiode einen etwas höheren Eiweißgehalt, der aber rasch bis auf das Niveau der Gruppe 2 abfiel. Dieser rasche Abfall spricht ebenfalls für eine etwas größere Unterversorgung am Beginn der Laktation, auf die bereits bei der Diskussion des Fettgehaltes eingegangen wurde.

Die Futtermittelaufnahme der Mutterkühe ist vom Futtermittelvermögen sowie der Qualität des verfütterten Futters abhängig und hängt vom Gewicht, dem Laktationsstadium und der Milchleistung ab. In den letzten zwei Wochen der Trächtigkeit geht das Futtermittelvermögen zurück und steigt nach der Abkalbung bis zum Maximum in den ersten ein bis vier Monaten der Laktation stark an. Die durchschnittliche tägliche Futtermittelaufnahme belief sich in den ersten 2 Laktationen auf 13,3 kg T (Gruppe 1) bzw. 13,5 kg T (Gruppe 2). In der Säugezeit lagen die Futtermittelaufnahme bei 13,7 kg T (Gruppe 1) bzw. 14,4 kg T (Gruppe 2). Die DLG (2009) gibt für säugende Mutterkühe (bis zum 150. Laktationstag) im Gewichtsbereich von 600 bis 750 kg in den ersten 150 Laktationstagen eine tägliche Trockenmasseaufnahme von 14,0 bis 15,0 kg an. Für die restliche Säugephase wird eine Futtermittelaufnahme von 13,5 bis 14,0 kg T angenommen. Laut HAMPEL (1995) nimmt eine Mutterkuh mit 650 kg Lebendmasse laktierend 10 - 14 kg Trockensubstanz täglich auf. Bei einem Versuch mit Simmental-Kühen mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 570 kg stellten ESTERMANN et al. (2002) in der Säugezeit eine Futtermittelaufnahme von 14,0 kg T/ Tag fest. Der Energiegehalt des vorgelegten Futters lag mit 5,0 MJ NEL auf einem ähnlichen Niveau wie im vorliegenden Versuch. Beide Gruppen zeigten also eine eher unterdurchschnittliche bis durchschnittliche Futtermittelaufnahme. Davon auszunehmen sind die Futtermittelnahmen in den Säugeperioden der 3. und 4. Laktationen, die in Gruppe 1 auf 14,2 kg und in Gruppe 2 sogar auf 15,5 kg T anstiegen. Das deckt sich mit Ergebnissen von PETIT und AGABRIEL (1989), die bei erstlaktierenden Kühen ein um 20 % geringeres Futtermittelvermögen während der Trächtigkeit und frühen Laktation feststellten. In der Trockenstehzeit wurden durchschnittlich 13,3 kg (Gruppe 1) bzw. 12,9 kg T (Gruppe 2) aufgenommen. Das liegt deutlich über den von HAMPEL (1995) angegebenen 10 - 11 kg und auch deutlich über den Empfehlungen der DLG

(2009), die bei einer Lebendmasse von 600 bis 750 kg eine Trockenmasseaufnahme von 10,5 bis 11,5 kg angibt. Auch die Energiedichte war höher als jene, die als Bedarfswert für die Trockenstehzeit (4,4 bis 4,8 MJ NEL/kg TM) genannt wird (DLG 2009). Zusammenfassend zeigte sich kein statistisch signifikanter Einfluss des Absetztermines auf die durchschnittliche Trockenmasseaufnahme pro Tag. Allerdings war die verbrauchte Futtermenge, bedingt durch die verspätete Trächtigkeit und der damit verbundenen längeren Trockenstehzeit, für die Tiere der Gruppe 2 im Zeitraum zwischen der 2. und 3. Abkalbung signifikant höher als zwischen der 1. und 2. Abkalbung.

Bei der errechneten Energiebilanz konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. So lag die durchschnittliche Bilanz in Gruppe 1 bei +15,6 und in Gruppe 2 bei +12,1 MJ NEL pro Tag. Betrachtet man allerdings die Säugeperioden, so zeigte sich, dass die Energiebilanz der Gruppe 1 mit -1,7 MJ NEL/Tag deutlich unter jener der Gruppe 2 mit +3,8 MJ NEL/Tag lag und das, obwohl die Tiere der Gruppe 2 mit 0,69 BCS-Punkten bzw. 105 kg Lebendmasse mehr und länger (22 bzw. 16 Wochen bis zum Nadir) abnahmen als die Tiere der Gruppe 1. Noch deutlicher ist der Unterschied zwischen den einzelnen Laktationen. Die Gruppe 1 wies in der 2. und 3. Laktation eine negative Energiebilanz auf (-3,9 bzw. -4,0 MJ NEL/Tag), während die Gruppe 2 eine positive Bilanz (zwischen +0,7 und +7,0 MJ NEL/Tag) zeigte. Gleichzeitig wurden aber auch hier in Gruppe 2 längere und stärkere Abnahmen an Lebendmasse und Körperkondition beobachtet. Dieser scheinbare Widerspruch kann auf die deutlich kürzere Säugezeit der Gruppe 2, die nur die intensivere Zeit des Säugens, in der die Tiere oftmals ein Energiedefizit aufwiesen, zurückgeführt werden. In Gruppe 2 war mit der längeren Säugephase auch jene Zeit mitefassen, in der ein Energieüberschuss auftrat. In der Trockenstehzeit kam es mit Energiebilanz-Werten zwischen +20,6 und +27,3 MJ NEL/Tag in beiden Gruppen zu einer deutlichen Energieübersorgung. Um solche Übersorgungen zu vermeiden, hätte hier Futter mit noch niedrigerer Energiedichte (4,0 bis 4,7 MJ NEL/kg T (STEINWIDDER 2012)) eingesetzt werden sollen.

Hinsichtlich Proteinversorgung konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Versuchsgruppen festgestellt werden. Trotz des eher späten Schnitzeitpunkts war in jeder Phase die Proteinversorgung gesichert.

Bei Grundfutter mit nur mäßiger Qualität ist in der 1. Hälfte der Säugeperiode mit einem Energiedefizit und damit einer Mobilisierung von Körpermasse zu rechnen. Die Mutterkühe des hier vorliegenden Versuches gingen mit durchschnittlichen BCS-Werten von 3,22 (Gruppe 1) bzw. 3,14 (Gruppe 2) in die Laktation. Der Nadir lag bei 2,72 bzw. 2,40 Punkten. Statistisch signifikant stach die Gruppe 2 mit einem Nadir von 2,13 nach der 2. Abkalbung hervor. Allerdings starteten die Tiere dieser Gruppe mit einem BCS-Wert von 2,72 auch bereits deutlich unterkonditioniert in die Laktation. STEINWIDDER und HÄUSLER (2004) gehen davon aus, dass bei Tieren mit einem BCS-Wert unter 2,75 bei der Abkalbung die 1. Brunst später auftritt bzw. generell mit einer schlechteren Fruchtbarkeit zu rechnen ist als bei Tieren mit einer angemessenen Körperkondition.

RICHARDS et al. (1986) kamen bei einem Versuch mit Angus-Mutterkühen und Kreuzungstieren verschiedener Rassen zu der Erkenntnis, dass die Körperkondition bei der Abkalbung einen erneuten Zyklus bzw. eine erneute Trächtigkeit am stärksten beeinflussten. Ein niedriger BCS-Wert bei der Abkalbung bedeutet also eine spätere erneute Trächtigkeit. Das könnte die Ursache für den hohen Besamungsindex und die daraus resultierende statistisch signifikant längere Zwischenkalbezeit der Kühe der Gruppe 2 nach der 2. Abkalbung gewesen sein.

An der Lebendmasse der Tiere ließ sich die Mobilisierung deutlich erkennen: Gruppe 1 konnte die Lebendmasse nach der Geburt des Kalbes von der 1. bis zur 3. Abkalbung kontinuierlich steigern. In der Gruppe 2 wiesen die Tiere nach der 2. Abkalbung eine geringere Lebendmasse auf als nach der 1. Abkalbung. Aufgrund der verlängerten Zwischenkalbezeit zwischen 2. und 3. Abkalbung konnte dieses Defizit jedoch wieder kompensiert werden. HUDSON et al. (2010) beschreiben einen Versuch, in dem Angus-Mutterkühe hinsichtlich ihrer BCS- und Lebendmasseentwicklung untersucht wurden. Die Tiere wurden in 2 Gruppen mit unterschiedlichen Absetzterminen eingeteilt (210 Tage, 300 Tage). Beim Absetztermin der ersten Gruppe (nach 210 Tagen) wiesen beide Gruppen eine ähnliche Lebendmasse bzw. Körperkondition auf. Danach konnten die früh abgesetzten Tiere statistisch signifikant mehr zunehmen als die jener Gruppe, die noch säugte. Vor Beginn der nächsten Abkalbperiode wiesen die Tiere mit der kurzen Säugezeit statistisch signifikant höhere Lebendmassen und BCS-Werte auf. Dies deckt sich mit den Ergebnissen des vorliegenden Versuches. Es kann also der Schluss gezogen werden, dass der Absetztermin einen deutlichen Einfluss auf die Lebendmasseentwicklung der Mutterkühe hat und dass sich bei mäßiger Grundfutterqualität ein früherer Absetztermin als günstiger erweist.

In Mutterkuhbetrieben ist es wichtig, dass die Tiere von Natur aus fruchtbar, gesund, robust und leichtkalbig sind (GOLZE et al. 1997). Ein aufgezogenes Kalb pro Jahr ist anzustreben (BAUER und GRABNER 2012). Zwischen 1. und 2. Abkalbung wurde dieser Zielwert mit 373 Tagen fast erreicht, zwischen der 2. und 3. Abkalbung mit 465 Tagen jedoch um 100 Tage verfehlt. Dieses Ergebnis lässt sich aber wiederum mit der statistisch signifikant längeren Zwischenkalbezeit (534 Tage) der Gruppe 2 zwischen 2. und 3. Abkalbung erklären.

Der Besamungsindex sollte im Mutterkuhbereich im Herdendurchschnitt bei maximal 2 liegen (BAUER und GRABNER 2012). Im vorliegenden Versuch lag er mit 2,4 deutlich über dem Richtwert. Dafür verantwortlich war auch hier die Anzahl der Besamungen der Gruppe 2 nach der 2. Abkalbung. Diese war mit 5,25 Besamungen signifikant höher als nach den anderen Abkalbungen dieser Gruppe und als jene der Gruppe 1. Neben der nicht bedarfsgerechten Versorgung lassen sich Schwierigkeiten bei der Belegung auch auf einen möglicherweise nicht optimalen Belegezeitpunkt zurückführen. Die Brunst von Mutterkühen ist oft nicht stark ausgeprägt, dauert nur kurz oder tritt überhaupt nicht auf (Laktations-Anöstrie). Dieses Phänomen wird durch das Saugen der Kälber hervorgerufen und erschwert die Brunsterkennung (BAUER und GRABNER 2012) oder führt überhaupt zu einer Beeinträchtigung der Eierstockfunktion (KARG 1995,

EULENBERGER 1993, BRENTRUP 1994, BAUER et al. 1997). In einem Praxisversuch an der LFS Grabnerhof verringerte sich die Zwischenkalbezeit beim Einsatz eines Deckstieres von 407 auf 383 Tage (eigene Berechnung).

Eine Mutterkuh sollte in der Regel ohne Geburtshilfe auskommen. (BAUER und GRABNER 2012) geben bei Fleckvieh \times Limousin Gebrauchskreuzungen einen Anteil der Abkalbungen ohne bzw. mit nur einer Person Geburtshilfe von 82 % an. Bei Fleckvieh \times Charolais Gebrauchskreuzungen sank dieser Wert auf 55 %. Im vorliegenden Versuch konnten mit 75 % bzw. 56 % ähnliche Ergebnisse erzielt werden. COMERFORD et al. (1987) bewerteten den Abkalbeverlauf bei Simmental \times Limousin Kreuzungen auf einer Skala von 1 bis 5 mit einem Wert von 1,19. Dies deckt sich ebenfalls mit den Ergebnissen des vorliegenden Versuches. Laut GOLZE et al. (1997) kommen Schweregeburten vor allem bei der 1. Abkalbung vor. Im vorliegenden Versuch konnten allerdings durch den Einsatz eines Limousin-Stieres die leichtesten Geburten bei der 1. Abkalbung verzeichnet werden. Danach folgte die 3. Abkalbung während die 2. Abkalbung (es wurde jeweils ein Charolais-Stier eingesetzt) die Kühe vor die größten Probleme stellte.

4.2 Jungtiere

Die durchschnittlichen Tageszunahmen der Kälber lagen in der Säugezeit der 1. Laktation (FV \times LI) in beiden Gruppen bei etwa 1.200 g. Ab der 2. Laktation (FV \times CH) konnten sie um ca. 150 g gesteigert werden, danach stagnierten sie. Während die Gruppen sich nicht signifikant unterschieden und in der 1. Laktation männliche und weibliche Tiere nur numerische Unterschiede zeigten, nahmen die Ochsen ab der 2. Laktation mit 1.400 g signifikant um etwa 100 g pro Tag mehr zu als die Kalbinnen (1.300 g). Dieser Unterschied findet sich in vielen weiteren Publikationen. So ermittelte beispielsweise BRELIN (1979) in der Säugezeit bei männlichen Charolais-Kälbern 1.098 g und bei weiblichen nur 984 g Tageszunahmen. SCHWARK et al. (1991) stellten bei Fleischfleckvieh bzw. (Charolais \times Fleckvieh) \times Schwarzbuntes Milchrind Tageszunahmen von 920 g (weiblich) bzw. 995 g (männlich) fest, wobei diese Tiere 184 Tage gesäugt wurden. Auch TEMISIAN (1989), SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1990), LINK et al. (2007), STEINWIDDER et al. (2007) sowie LITWINCZUK et al. (2013) berichten von ähnlichen Ergebnissen. SCHOLZ et al. (2002) erreichten mit männlichen Tieren der Rasse Charolais \times Deutsch Angus bzw. Fleischfleckvieh 1.498 g Tageszunahmen. Die relativ große Spanne in den Tageszunahmen führen VOIGTLÄNDER und VOSS (1979) auf spezifische Unterschiede im Energiebedarf (z.B. Rasse) und topografische und witterungsbedingte Unterschiede in der Ernährung (Futterangebot und Futterqualität) zurück. MAKULSKA et al. (2003) stellten mit Limousin- bzw. Charolaistieren ohne Zufütterung Tageszunahmen von 995 g bzw. 1.000 g fest. Im vorliegenden Versuch lagen die Tageszunahmen der Fleckvieh \times Limousin-Kreuzungen der 1. Laktation bei vergleichbarer Milchleistung um etwa 150 g unter jenen der Fleckvieh \times Charolais-Kreuzungen der höheren Laktationen. TERLER et al. (2014) erreichten mit Fleckvieh \times Limousin-Kreuzungen ohne Kraftfutter in einem Fall ein ähnliches Ergebnis, wobei sich hier die nicht kastrierten männlichen Tiere von den weiblichen um 250 g

absetzten. In einem weiteren Versuch lagen die Zunahmen im Bereich der Fleckvieh \times Charolais-Kreuzungen des vorliegenden Versuches. MARTIN und MÜNCH (2007) berichten bei Kreuzungen aus Fleckvieh \times Charolais von einem ähnlichen Ergebnis in den ersten 200 Lebenstagen. Die reinrassigen Charolais- aber vor allem die reinrassigen Limousintiere blieben deutlich zurück. Der Unterschied zwischen diesen beiden Rassen betrug fast 150 g. Auch in mehreren Untersuchungen von CHAMBAZ et al. (2001) erreichten Charolais-Ochsen deutlich höhere Zunahmen als Limousin-Ochsen. KÖGEL et al. (2000) ermittelten für LI-Kreuzungen im Vergleich zu CH-Kreuzungen um 5 - 10 % geringere Tageszunahmen.

In der Mastperiode unterschieden sich die Tageszunahmen der beiden Gruppen numerisch deutlicher als in der Säugeperiode. Zwischen den beiden Kreuzungspartnern zeigte sich jedoch ein ähnliches Bild. Während die Limousin-Tiere der 1. Laktation in der Mastperiode ähnliche Werte aufwiesen wie in der Säugeperiode, konnten die Charolais-Kreuzungen der Gruppe 1 bei in etwa gleicher Futteraufnahme etwas höhere Tageszunahmen erzielen als jene der Gruppe 2. Sie konnten damit die schlechteren Zunahmen der Säugeperiode kompensieren. Dies widerspricht scheinbar der Aussage von GOLZE et al. (1997), der behauptet, dass eine lange Säugedauer und Nutzung der Laktation hohe Absetzgewichte und Vorteile beim Gesamtergebnis bringt. Allerdings wurden im vorliegenden Versuch die Jungtiere auf Basis Maissilage mit einem durchschnittlichen Kraftfuttereinsatz von 3,5 kg T fertig gemästet. Die früher entwöhnten Tiere konnten sich früher an die neue Ration gewöhnen und wiesen möglicherweise zu Mastbeginn auch einen geringeren Körperfettansatz und deshalb in Folge höhere Zunahmen auf. Ein niedrigerer Fettgehalt im Zuwachs verringert nämlich auf Grund eines niedrigeren Leistungsbedarfs den Gesamtenergieaufwand pro kg Zuwachs (KIRCHGESSNER et al. 1984). Ochsen und Kalbinnen unterschieden sich sowohl bei den Limousinals auch bei den Charolais-Kreuzungen um ca. 200 g. SCHWARZ et al. (1992) erzielten unter Verwendung von energiereicher Maissilage und einer Ergänzung von 1,6 kg Kraftfutter mit Ochsen und Kalbinnen der Rasse Fleckvieh in einem vergleichbaren Lebendmassebereich Tageszunahmen von 1.013 und 985 g. STEINWIDDER et al. (2002) erreichten mit Maissilage und durchschnittlich 3 kg T Kraftfutter bei Ochsen und Kalbinnen der Rasse Fleckvieh Tageszunahmen von 1.224 bzw. 1.128 g. Mit Grassilage und einer Ergänzung von durchschnittlich 2,9 kg T Kraftfutter ergaben sich Tageszunahmen von 1.166 (Ochsen) bzw. 1.047 g (Kalbinnen). VELIK (2010) erzielte mit Fleckvieh \times Charolais-Kalbinnen unter Vollweidebedingungen bzw. auf Basis Grassilage Zunahmen von etwa 1.070 g.

Über die gesamte Versuchsperiode zeigten sich zwischen den beiden Versuchsgruppen nur numerische Unterschiede in den Tageszunahmen. Die geschlechtsspezifischen Unterschiede betragen etwa 100 g bei den Fleckvieh \times Limousin-Tieren und fast 160 g bei den Fleckvieh \times Charolais-Kreuzungen.

Die tägliche Gesamtfutteraufnahme lag in beiden Gruppen bei durchschnittlich etwa 7,6 kg T. Die Ochsen nahmen durchschnittlich um etwa 0,5 kg T pro Tag mehr auf als die Kalbinnen, wobei diese Unterschiede erst ab etwa einem

Gewicht von 400 kg auftraten. Diese Futterraufnahmen decken sich mit den Ergebnissen von STEINWIDDER et al. (2002), wobei im vorliegenden Versuch die durchschnittliche Kraftfuttergabe pro Tag mit 3,5 kg T um etwa 0,5 kg T höher lag. Eine Erklärung für die höhere TM-Aufnahme der Ochsen zu Mastende könnte der frühzeitigere und höhere Fettansatz der Kalbinnen sein, der die Futterraufnahme einschränkt. Da im vorliegenden Projekt Proteinkraftfutter (PKF) lebendgewichtsabhängig verabreicht wurde, war der Anteil PKF sowohl in der Gruppe 1 als auch bei den Kalbinnen etwas höher. Die Tiere der Gruppe 2 erhielten PKF erst 90 Tage später und die Ochsen wurden auf höhere Mastendgewichte gemästet. In beiden Fällen war somit der Anteil PKF versuchsbedingt niedriger.

In Gruppe 2 war der Futter- und Energieaufwand pro kg Zuwachs um 3 % (1. Laktation) bzw. 9 % (Folgelaktationen) numerisch höher als in Gruppe 1. Der Aufwand pro kg Zuwachs nimmt mit steigendem Lebendgewicht zu, da ein höherer Fettgehalt im Zuwachs den Energieaufwand erhöht. Die Tiere mit einer 6-monatigen Säugedauer wiesen zu Ausmastbeginn ein niedrigeres Lebendgewicht und vermutlich auch einen niedrigeren Körperfettgehalt auf als die Tiere nach 9 Monaten Säugedauer. Deshalb könnte der durchschnittliche Futter- und Energieaufwand der Tiere in Gruppe 1 in der Ausmastperiode niedriger gewesen sein als jener der Tiere in Gruppe 2. In der 3. und 4. Laktation der Gruppe 2 war der Aufwand höher als in der 2. Laktation dieser Gruppe. Die Ursache dürfte in der ungleichmäßigen Aufteilung der Geschlechter liegen. In der 2. Laktation wurden 2 Ochsen und 6 Kalbinnen und in der 3. Laktation 6 Ochsen und 4 Kalbinnen ausgewertet. Im vorliegenden Versuch waren für 1 kg Zuwachs durchschnittlich etwa 6 kg T Futter bzw. 70 MJ ME und etwa 760 g Rohprotein notwendig. Die Werte lagen damit unter jenen von STEINWIDDER et al. (2002), stimmen jedoch in der Tendenz überein. Die Kalbinnen benötigten um etwa 10 % mehr Futter und Energie als die Ochsen und um etwa 14 % mehr Rohprotein, bei STEINWIDDER et al. (2002) lag der Unterschied beim Futter- und Energieaufwand bei etwa 11 %. Ebenfalls bei STEINWIDDER et al. (2002) war bei FV-Kalbinnen auf Maissilagebasis mit 71,1 MJ ME ein geringfügig höherer Energieaufwand als bei FV-Ochsen mit 70,1 MJ ME/kg Zuwachs notwendig. SCHWARZ et al. (1992) ermittelten unter *ad libitum* Fütterungsbedingungen bis 500 kg Lebendmasse einen um 22 bzw. 28 % höheren Energieaufwand von Ochsen und Kalbinnen im Vergleich zu Stieren. In Untersuchungen von STEEN (1995) erhöhte sich der Energieaufwand der Ochsen und Kalbinnen im Vergleich zu den Stieren um 23 bzw. 29 %. Bei den Kalbinnen führen geringere Tageszunahmen und ein höherer Fettansatz zu einer Erhöhung des Futteraufwandes.

In einer weiteren Veröffentlichung wiesen STEINWIDDER et al. (2007) für die Kreuzung Fleckvieh \times Limousin über die gesamte Versuchsperiode einen höheren Futter- und Energieaufwand pro kg Zuwachs (8,3 kg T bzw. 90,5 MJ ME/kg Zuwachs) als für Fleckvieh \times Charolais-Tiere (7,6 kg T bzw. 82,5 MJ ME/kg Zuwachs) aus. Der höhere Energieaufwand pro kg Zuwachs der FV \times LI-Tiere gegenüber den FV \times CH-Tiere wurde auch in einer Studie von CHAMBAZ et al. (2001) bestätigt. In Übereinstimmung mit CHAMBAZ et al. (2001) und ZAHRADKOVA et al. (2010) war auch im vorliegenden Versuch der Futteraufwand

bei FV \times LI-Tieren höher als bei FV \times CH-Tieren, wobei jedoch in der vorliegenden Arbeit der Kreuzungseffekt mit der Laktation bzw. dem Jahr vermischt war. Die günstigere Futterverwertung der Rasse Charolais wurde auch von HAMPEL et al. (1995) bestätigt.

Nicht nur der Energie- und Futteraufwand pro kg Zuwachs war bei den FV \times LI-Tieren höher als bei den FV \times CH-Tieren sondern auch der Rohproteinaufwand. CHAMBAZ et al. (2001) kamen in einer Studie mit Ochsen der Rassen Limousin und Charolais zu einem ähnlichen Ergebnis. Der relative Anteil des Erhaltungsbedarfes am Gesamtbedarf erhöht sich mit sinkenden täglichen Zunahmen und der Leistungsbedarf steigt mit zunehmendem Fettansatz (KIRCHGESSNER et al. 1984).

Das Mastendgewicht lag in beiden Gruppen im Mittel bei etwa 540 kg. Versuchsbedingt wurden die Ochsen mit 580 kg und die Kalbinnen mit 500 kg Lebendgewicht geschlachtet. Das Schlachtkörpergewicht lag in beiden Gruppen, sowohl bei den FV \times LI als auch bei den FV \times CH-Tieren mit durchschnittlich 308 kg auf ähnlichem Niveau. Die Schlachtkörper der Ochsen waren mit 335 kg um rund 50 kg schwerer als jene der Kalbinnen, wobei jene der Fleckvieh \times Charolais-Tiere um etwa 10 kg mehr Gewicht aufwiesen, was auf die numerisch etwas höheren Mastendgewichte zurückzuführen ist. Vergleichbare Mastendgewichte finden sich bei CHAMBAZ et al. (2001), ZAHRADKOVA et al. (2010), VELIK et al. (2008) und STEEN (1995).

Die Ausschachtung (warm) wies zwischen den Gruppen der jeweiligen Kreuzungen (FV \times LI bzw. FV \times CH) keine Unterschiede auf und lag im Mittel bei 57,5 %. Diesem Ergebnis widerspricht einer Untersuchung von VELIK et al. (2008), in der die FV \times LI-Tiere eine Ausschachtung (warm) von 61,1 % und die FV \times CH-Tiere von 58,9 % erreichten. Auch in Studien von LINK et al. (2007), ZAHRADKOVA et al. (2010) und CHAMBAZ et al. (2001) wird eine höhere Ausschachtung der LI-Tiere angegeben. Die höhere Ausschachtung der Ochsen gegenüber den Kalbinnen wird von FRICKH et al. (2003) bestätigt. Auffällig war in der 2. Laktation eine mit 58,2 % signifikant höhere Ausschachtung als in der 3. + 4. Laktation mit 56,6 %. Laut FRICKH et al. (2003) wird die Ausschachtung von Alter und Mastendgewicht der Tiere beeinflusst. Die ungleichmäßige Geschlechterverteilung zwischen den Laktationen (2. Laktation: 2 Ochsen und 6 Kalbinnen; 3. Laktation: 6 Ochsen und 4 Kalbinnen) könnte daher zu diesem Ergebnis geführt haben.

Von wirtschaftlicher Bedeutung ist die Schlachtkörperbeurteilung. Im vorliegenden Versuch wurden die Tiere in den beiden Gruppen durchschnittlich mit 2,0 - 2,7 Punkten beurteilt, das entspricht den Klassen U bis +R. Die FV \times CH- und FV \times LI-Kalbinnen von ZAHRADKOVA et al. (2010) lagen mit 2,1 - 2,5 auf ähnlichem Niveau. In 2 Versuchsdurchgängen von CHAMBAZ et al. (2001) wurden die Ochsen der Rassen Limousin und Charolais mit 1,0 - 1,2 Punkten sehr gut bewertet, die FV-Ochsen erreichten nur 2,3 - 2,4 Punkte, allerdings weicht die Klassifizierung nach CH-TAX von der EUROP-Klassifizierung ab. Die FV-Kalbinnen und -Ochsen auf Maissilagebasis von FRICKH et al. (2002) wurden ebenso etwas schlechter eingestuft als die FV \times CH-Kalbinnen von VELIK (2008), die FV-Kalbinnen von KÖGEL et al. (1996) und die LI- und FV-Stiere und -Kalbinnen von LINK et al. (2007). Die bessere Fleischigkeit der männlichen Tiere wird

von KÖGEL et al. (2000), DUFÉY et al. (2002), LINK et al. (2007) und LITWINCZUK et al. (2013) bestätigt.

Die Fettgewebsbeurteilung sollte laut STEINWIDDER (2012) bei den Ochsen bei 3 Punkten (mittel) und bei den Kalbinnen bei etwa 2 - 3 Punkten liegen. Die FV × LI-Tiere wurden mit 3,5 - 3,6 Punkten bewertet, die FV × CH-Tiere im Mittel mit durchschnittlich 3,4. In Gruppe 1 erhielten die FV × CH-Kreuzungen mit 3,7 Punkten eine höhere Einstufung als jene der Gruppe 2 mit 3,1 Punkten. Insgesamt wiesen die Tiere eine sehr gute Fettabdeckung und damit Schlachtreife auf. In Untersuchungen von VELIK et al. (2008) und ZAH-RADKOVA et al. (2010) wurden ähnliche Ergebnisse für die Fettgewebsklasse erzielt. Die Schlachtkörper der FV-Ochsen und -Kalbinnen von FRICKH et al. (2003), der FV × LI- und FV × CH-Tiere von VELIK et al. (2008), die FV-Kalbinnen von KÖGEL et al. (1996) sowie die der FV-Stiere und -Kalbinnen von LINK et al. (2007) wurden mit Punkten von 2,2 - 2,8 niedriger beurteilt als die intensiv ausgemästeten Tiere im vorliegenden Versuch. Dagegen bekamen die FV-, LI- und CH-Ochsen von CHAMBAZ et al. (2001) mit 3,7 - 4,5 Punkten höhere Bewertungen.

4.3 Flächenbedarf

Im vorliegenden Versuch lag der Futterflächenbedarf pro Masttiereinheit und Zwischenkalbezeit bei ca. 1 ha, wobei der Grünland- und Ackerflächenbedarf zwischen den beiden Gruppen differierte. Bedingt durch die deutlich verlängerte Zwischenkalbezeit von der 2. auf die 3. Laktation der Gruppe 2 stieg der Flächenbedarf der Gruppe 2 deutlich an (auf 1,25 ha/Masttiereinheit). Setzt man die gleiche Zwischenkalbezeit wie in Gruppe 1 ein, so zeigt sich kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Es verschiebt sich lediglich der Anteil Acker- zu Grünlandfläche, weil die Jungtiere der Gruppe 2 eine um 90 Tage kürzere Mastphase aufwiesen. Die für eine Mutterkuheinheit (Mutterkuh + Nachzucht) benötigte Fläche richtet sich nach der Ertragsfähigkeit und Lage und kann somit stark variieren. In der Literatur werden für eine Einheit Werte zwischen 0,7 ha (GRAUVOGL et al. 1997) und 1,4 ha (HAMPEL 1995) angegeben. TEMPELMANN (1989), DOLUSCHITZ und ZEDDIES (1990), GÖBBEL (1994), STOCKINGER et al. (1994), STOCKINGER und TRIPHAUS (1997), PIEHL (2000), STARK (2001) und STARK (2002) liegen dazwischen. Laut BUCHWALD (1994) sinken die Grundfutterkosten mit steigender Herdengröße. Bei gleichem Ertrag könnte durch leichtere Mutterkühe der Flächenbesatz erhöht werden. Kühe, die um 100 kg mehr Lebendmasse aufweisen, benötigen bei durchschnittlicher Futterqualität (ca. 5,5 MJ NEL) pro Jahr um ca. 300 kg T mehr Futter für die Erhaltung. Eine noch stärkere Auswirkung haben der Verkauf der Jungtiere als Einsteller (Gruppe 1) bzw. die Schlachtung der Tiere im Jungrindalter (Gruppe 2). Diese Varianten würden den angegebenen Flächenbedarf um 0,25 ha bzw. 0,17 ha reduzieren. Intensivweiden wie Kurzrasen- und Koppelweide erhöhen den Energieertrag und senken die Futterkosten.

5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis

- Die Milchleistung von Fleckviehmutterkühen liegt gegenüber anderen Mutterkuhrassen auf einem hohen Niveau.

Das bringt für die Entwicklung des Kalbes Vorteile, erhöht aber andererseits, vor allem in der Säugezeit, die Anforderungen an die Ration.

- Die Milchleistung ist auch bei mäßiger Grundfutterqualität zufriedenstellend, allerdings zeigen sich negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit und damit die Zwischenkalbezeit und auch mit geringeren Milchinhaltstoffgehalten muss gerechnet werden.
- Gerade in den ersten Monaten der Säugezeit sollte daher eine gute Grundfutterqualität verfüttert werden, damit die Kühe hohe Milchleistungen mit guten Milchinhaltstoffen bringen können und selbst nicht zu sehr an Körpersubstanz verlieren.
- Um den unterschiedlichen Anforderungen bezüglich Nährstoffaufnahme und Energiedichte gerecht zu werden, hat zumindest eine Trennung zwischen säugenden und trockenstehenden Kühen zu erfolgen.
- Aus Wirtschaftlichkeitsgründen muss eine Zwischenkalbezeit von 365 Tagen gefordert werden. Die Ergebnisse des vorliegenden Versuches zeigen, dass eine Zwischenkalbezeit von 365 Tagen nur mit gutem Grundfutter oder beim Einsatz mäßiger Grundfutterqualität nur dann erreicht werden kann, wenn die Säugedauer verkürzt wird. Daneben erfordert eine gute Fruchtbarkeit bestes Management und/oder den zusätzlichen Einsatz eines Deckstieres.
- Um die Fütterungs- bzw. Haltungsbedingungen kontrollieren zu können, muss regelmäßig eine Beurteilung der Körperkondition (BCS) oder eine Wiegung der Tiere durchgeführt werden. Sowohl Unter- als auch Überkonditionierungen stehen in Zusammenhang mit Fruchtbarkeitsproblemen und damit verlängerten Zwischenkalbezeiten und müssen vermieden werden.
- Eine Verfettung der Tiere kann Komplikationen bei der Geburt hervorrufen und führt zu höheren Milchleistungen am Beginn der Säugezeit, was wiederum zu verstärkter Körperfettmobilisation und damit zu einer stärkeren Stoffwechselbelastung führt. Beides wirkt sich negativ auf die Fruchtbarkeit aus.
- Eine zu niedrige Körperkondition zum Zeitpunkt der Abkalbung führt zu einer niedrigeren Milchleistung und wirkt sich negativ auf die Fruchtbarkeit und damit die Zwischenkalbezeit aus.
- Die FV × CH-Kreuzungstiere (> 1. Laktation) zeigten gegenüber FV × LI-Tieren (1. Laktation) höhere Geburtsgewichte und auch höhere Tageszunahmen.
- Mit steigender Milchleistung erhöhten sich die Tageszunahmen von Jungrindern.
- Unterschiedlich lange Säugezeiten wirkten sich in der Ausmast von Ochsen und Kalbinnen nur geringfügig auf die Mastleistung sowie auf den Futter-, Energie- und Rohproteinaufwand pro kg Zuwachs aus. Tendenziell schnitten später abgesetzte Jungrinder in der Ausmast schlechter ab als früher entwöhnte.
- Die FV × CH-Kreuzungen (> 1. Lakt.) zeigten im Vergleich zu den FV × LI-Tieren (1. Lakt.) einen niedrigeren Futter-, Energie- sowie Rohproteinaufwand pro kg Zuwachs.

- Die Ochsen erzielten höhere Tageszunahmen und benötigten pro kg Zuwachs weniger Futter, Energie und Rohprotein als die Kalbinnen.
- Um die Flächenproduktivität zu erhöhen, muss der Flächenbesatz erhöht werden. Das kann durch leichtere Kühe mit kurzen Zwischenkalbezeiten bzw. einen Verkauf der Jungrinder als Einsteller oder eine Schlachtung im Jungrindalter erreicht werden.
- Weidehaltung senkt die Futterkosten und minimiert die Verluste durch die Konservierung.
- Eine optimale Weideausnutzung erfordert eine saisonale Abkalbung. Mit einem Abkalbetermin 1 – 2 Monate vor Weidebeginn kann die Versorgung der Mutterkuh optimal an den Bedarf angepasst werden.

6. Literaturverzeichnis

- BAUER, K., R. STEINWENDER und R. STODULKA, 1997: Mutterkuhhaltung. Leopold Stocker Verlag, Graz, 20-56, 72-122, 182-190.
- BAUER, K. und R. GRABNER, 2012: Mutterkuhhaltung. 3. Aufl., Leopold Stocker Verlag, Graz, 187 S.
- BEAL, W.E., D.R. NOTTER und R.M. AKERS, 1990: Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 68, 937-943.
- BRELIN, B., 1979: Suckler cows of Charolais, Hereford and SRB – a comparison of productive traits. *Swedish J. agric. Res.* 9, 139-149.
- BRENTROP, H., 1994: Gesundheitsprobleme sind oft hausgemacht – Eine leichte Geburt ist der beste Start. *Top agrar extra Fleischrinderproduktion*, Münster, 80-85.
- BUCHWALD, J., 1994: Extensive Mutterkuh- und Schafhaltung. Darmstadt. *KTBL Schrift* 358, 18-29, 34-61, 120-213.
- CHAMBAZ, A., I. MOREL, M.R.L. SCHEEDER, M. KREUZER und P.-A. DUFEY, 2001: Characteristics of steers of six beef fattened from eight month of age and slaughtered at a level of intramuscular fat. In: *Growth performance and carcass quality*. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 44, 395-411.
- CHENETTE, C.G. und R.R. FRAHM, 1981: Yield and composition of milk from various two-breed cross cows. *J. Anim. Sci.* 52, 483-492.
- 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.
- COMERFORD, J.W., J.K. BERTRAND, L.L. BENYSHEK und M.H. JOHNSON, 1987: Reproductive rates, birth weight, calving ease and 24-h calf survival in a four-breed diallel among Simmental, Limousin, polled Hereford and Brahman beef cattle. *J. Anim. Sci.* 64, 65-76.
- DE BOEVER, J.L., B.G. COTTYN, F.X. BUYSSE, F.W. WAINMAN und J.M. VANACKER, 1986: The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14, 203-214.
- DE VRIES, M.J. und R.F. VEERKAMP, 2000: Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Sci.* 83, 62-69.
- DLG (Deutsche Landwirtschaft-Gesellschaft), 2009: Empfehlungen zur Fütterung von Mutterkühen und deren Nachzucht. DLG-Verlag Frankfurt am Main, 12 S.
- DOLUSCHITZ, R. und J. ZEDDIES, 1990: Extensive Grünlandbewirtschaftung durch Tierhaltung. Würzburg, *KTBL-Arbeitspapier* 140 zur *KTBL-ALB-Vortragstagung*. *KTBL Darmstadt*, 132-139.
- DUFEY, P.-A., A. CHAMBAZ, I. MOREL und A. CHASSOT, 2002: Vergleich sechs verschiedener Fleischrinderrassen. *SVAMH-Nachrichten* 10, 79-94.
- EDMONSON, A.J., I.J. LEAN, L.D. WEAVER, T. FARVER und G. WEBSTER, 1989: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
- ESTERMANN, B.L., F. SUTTER, P.O. SCHLEGEL, D. ERDIN, H.R. WETTSTEIN und M. KREUZER, 2002: Effect of calf age and dam breed on intake, energy expenditure, and excretion of nitrogen, phosphorus, and methane of beef cows with calves. *J. Anim. Sci.* 80, 1124-1134.
- EULENBERGER, K., 1993: Puerperium (Rind). In: Busch, W. und J. Schulz (Hrsg): *Geburtshilfe bei Haustieren*. Verlag G. Fischer, Stuttgart, 239-251.
- FRICKH, J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG, 2003: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 75, 16-30.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1995: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 6: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffaufnahme der Mastrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 85 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2008: New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-197.
- GÖBBEL, T., 1994: Was Sie mit Mutterkühen verdienen können. *Top agrar extra Fleischrinderproduktion*, Bonn, 106-112.
- GOLZE, M., U. BALLIET, J. BALTZER, C. GÖRNER, G. POHL, C. STOCKINGER, H. TRIPHAUS und J. ZENS, 1997: Extensive Rinderhaltung: Fleischrinder – Mutterkühe. Rassen, Herdenmanagement, Wirtschaftlichkeit. *Verlagsunion Agrar*, BLV VerlagsgesmbH, München.
- GRAUVOGL, A., H. PIRKELMANN, G. ROSENBERGER und H.-N. VON ZERBONI DI SPOSETTI, 1997: Artgemäße und rentable Nutztierhaltung. *Verlagsunion Agrar*, BLV VerlagsgesmbH, München, Wien, Zürich, 64-66.
- GRUBER, L., 1993: Grundfutterqualität und Milchviehfütterung. Bericht über die österreichweite Silagetagung, LFS Grabnerhof/BAL Gumpenstein, Irnding, 95-102.
- HAMPEL, G., 1995: *Fleischrinder- und Mutterkuhhaltung*. 2. Aufl., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 8-152, 169-184.
- HÄUSLER, J., A. STEINWIDDER, D. EINGANG, J. GASTEINER, A. SCHAUER und L. GRUBER, 2011: Die Milchleistung von Fleckviehmutterkühen bei einer Säugezeit von 180 bzw. 270 Tagen. Bericht 38. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 13.-14. April 2011, 25-31.
- HUDSON, M.D., J.P. BANTA, D.S. BUCHANAN und D.L. LALMAN, 2010: Effect of weaning date (normal vs. late) on performance of young and mature beef cows and their progeny in a fall calving system in the Southern Great Plains. *J. Anim. Sci.* 88, 1577-1587.
- HUTH, F.-W., 1995: Die Laktation des Rindes: Analyse, Einfluss, Korrektur. *Eugen Ulmer Verlag*, Stuttgart, 295 S.

- JENKINS, T.G. und C.L. FERRELL, 1992: Lactation characteristics of 9 breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *J. Anim. Sci.* 70, 1652-1660.
- JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 2008: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Aufl., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 385-465.
- KARG, H., 1995: Regulation der Sexualfunktionen. In: Grunert, E. und M. Berchthold, 1995: Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind, 2. Aufl., Blackwell Wiss. Verlag, Berlin, 63-72.
- KIRCHGESSNER, M., M.A. BECKENBAUER und F.J. SCHWARZ, 1984: Kompensatorisches Wachstum von Jungbullen bei der Mast mit Maissilage nach einer Energierestriktion in der Anfangsmast. 2. Mitteilung: Nährstoffaufwand und Schlachtkörperzusammensetzung. *Wirtschaftseig. Futter* 30, 217-228.
- KÖGEL, J., 1996: Kreuzungstiere bringen beste Ergebnisse – Über die verschiedenen Kreuzungsformen das Einkommen steigern. *Grub. dlz Agrarmagazin Sonderheft* 6, 20-25.
- KÖGEL, J., M. PICKL, J. ROTT, W. HOLLWICH, R. SARREITER und N. MEHLER, 2000: Kreuzungsversuch mit Charolais, Blonde d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe – 2. Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. *Züchtungskunde* 72, 201-216.
- LINK, G., H. WILLEKE, M. GOLZE und U. BERGFELD, 2007: Mast- und Schlachtleistung bei Bullen und Färsen von Fleischrinderrassen und der Kreuzung Deutsch Angus × Fleckvieh. *Tierzucht* 50, 356-362.
- LITWINCZUK, Z., P. STANEK, P. JANKOWSKI, P. DOMARADZKI und M. FLOREK, 2013: Schlachtwert von Limousin-Kälbern mit unterschiedlichem Alter und Gewicht. *Fleischwirtschaft* 8, 103-106.
- MAKULSKA, J., A. WEGLARZ und P. ZAPLETAL, 2003: Beef production from Limousine and Charolaise suckler cows under various climatic conditions in Poland. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 51, 69-74.
- MARTIN, J. und H. MÜNCH, 2007: Fleischrinder im Leistungsvergleich. Bericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Mecklenburg-Vorpommern, Dummerstorf, 8 S.
- PETIT, M. und J. AGABRIEL, 1989: Beef cows. – In: Jarrige, E. (eds.), 1989: Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables. – INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), Paris, 389 S.
- PIEHL, M., 2000: Wie wirtschaftlich ist die Mutterkuhhaltung im Nord-Osten Deutschlands. Broschüre zum Fleischrindtag am 12.10.2000 in Götz. Landesanstalt für Landwirtschaft Berlin-Brandenburg, 12-22.
- RICHARDS, M.W., J.C. SPITZER und M.B. WARNER, 1986: Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62, 300-306.
- SCHOLZ, H., A.Z. KOVACS, J. STEFLER, R.-D. FAHR und G.v. LENSCHERKEN, 2001: Milchleistung und -qualität von Fleischrindkühen während der Säugeperiode. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 44, 611-620.
- SCHOLZ, H., F. MÖRCHEN, S. SCHÄFER und R.-D. FAHR, 2002: Zufütterung von Getreide an männliche Kälber aus der Mutterkuhhaltung während der Weideperiode. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 45, 6, 511-521.
- SCHWARK, H.-J., M. GOLZE und R. SCHMALFUSS, 1991: Mutterkuhhaltung bringt bestes Fleisch. Mast- und Schlachtleistung sowie Schlachtkörperwert von Jungmastrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Tierzucht* 45, 156-158.
- SCHWARZ, F. und M. KIRCHGESSNER, 1990: Vergleichende Untersuchungen zur Mastleistung von Jungbullen, Ochsen und Färsen der Rasse Fleckvieh. *Züchtungskunde* 62, 384-396.
- SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER, C. AUGUSTINI und W. BRANSCHNEID, 1992: Wachstumspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse deutsches Fleckvieh. 1. Wachstumsverlauf von Jungbullen, Ochsen und Färsen bei unterschiedlicher Fütterungsintensität. *Fleischwirtschaft* 11, 1-4.
- SAS 9.2, 2008: SAS Version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- STARK, G., 2001: Mutterkuhbetriebe brauchen Fläche und Prämienrechte. *Fleischrinderjournal* 4, München, 34-37.
- STARK, G., 2002: Mutterkuhhaltung scharf kalkuliert. *Fleischrinderjournal* 1, München, 11-14.
- STEEN, R.W.J., 1995: Effects of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livest. Prod. Sci.* 42, 1-11.
- STEINWENDER, R. und H. GOLD, 1989: Produktionstechnik und Gebrauchskreuzungen in der Mutterkuhhaltung. *Die Bodenkultur* 40, 335-354.
- STEINWIDDER, A., J. FRICKH, M. GREIMEL, K. LUGER, R. BAUMUNG, L. GRUBER, K. ELIXHAUSER, T. GUGGENBERGER, J. HUBER, G. IBI, C. MIKULA und A.SCHAUER, 2002: Einfluss der Fütterungsintensität und Rationsgestaltung auf die Futteraufnahme, Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit der Ochsen- und Kalbinnenmast. Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein, Heft 36, Irnding, 42 S.
- STEINWIDDER, A., J. FRICKH, K. LUGER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HUBER und L. GRUBER, 2002: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 74, 104-120.
- STEINWIDDER, A. und J. HÄUSLER, 2004: Anforderungen an die Fütterung im Mutterkuhbetrieb. Bericht 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, Irnding, 27.-28-April 2004, 5-20.
- STEINWIDDER, A., T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, A. RÖMER, G. IBI und J. FRICKH, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 79, 128-141.
- STEINWIDDER, A., 2012: Qualitätsrindermast im Grünland. Mutterkuhhaltung, Jungrinder-, Ochsen-, Kalbinnen-, Bullenmast. Leopold Stocker Verlag, Graz, 196 S.
- STOCKINGER, C., J. DECKING, G. HAMPEL und K. DITTRICH, 1994: Mutterkuhhaltung. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID) e. V. Heft 1160, Bonn, 2-39.
- STOCKINGER, C. und H. TRIPHAUS, 1997: Wirtschaftlichkeit der extensiven Rinderhaltung. In: Golze, M. et al., 1997: Extensive Rinderhaltung. BLV VerlagsgesmbH München, Wien, Zürich, 145-153.
- TEMISIAN, V., 1989: Bullen – Ochsen – Färsen. *Der Tierzüchter* 41, 286-289.
- TEMPELMANN, A., 1989: Die Rentabilität von Rinderaufzucht und -mast. Westfalen-Lippe. In: Kälberaufzucht Jungviehhaltung Rindermast, Baubriefe Landwirtschaft 31, 10.
- TERLER, G., M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER und J. KAUFMANN, 2014: Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern (Fleckvieh × Limousin und Limousin) aus der Mutterkuhhaltung. Bericht 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 09.-10. April 2014, 85-95.
- TOTUSEK, R., D.W. ARNETT, G.L. HOLLAND und J.V. WHITEMAN, 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.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988,

- 1993, 1997, 2004, 2006 und 2007: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VELIK, M., A. STEINWIDDER, J.J. FRICKH, G. IBI und A. KOLBE-RÖMER, 2008: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 80, 378-388.
- VELIK, M., E.M. FRIEDRICH, J. HÄUSLER, R. KITZER, J. KAUFMANN, A. ADELWÖHRER und A. STEINWIDDER, 2010: Weidemast von Kalbinnen – Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität. Bericht 37. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 13.-14. April 2010, 57-64.
- VOIGTLÄNDER, G. und N. VOSS, 1979: Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 207 S.
- WANNER, M., 1991: Fütterung und Fruchtbarkeit der Milchkuh. *Prakt. Tierarzt Suppl.* XXII 9-12. Zitiert nach: Fischer, K., 1996: Erhebungen zum Fruchtbarkeitsstatus von Milchkühen, Beziehungen zu Blutparametern sowie dem allgemeinen und gynäkologischen Status – eine explorative Datenanalyse. Dissertation, Gießen.
- WOOD, P.D.P., 1967: Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, London 216, 164-165.
- ZAR – Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter, 2012: Die Österreichische Rinderzucht 2011. Wien.
- ZAHRADKOVA R., L. BARTON, D. BURES, V. TESLIK, V. und V. KUDRNA, 2010: Comparison of growth performance and slaughter characteristics of Limousin and Charolais heifers. *Arch. Tierz.* 53, 520-528.

Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern (Fleckvieh×Limousin und Limousin) aus der Mutterkuhhaltung

Carcass performance and meat quality of young beef (Simmental×Limousin and Limousin) from suckler cows

Georg Terler^{1*}, Margit Velik¹, Johann Häusler¹, Roland Kitzer¹ und Josef Kaufmann¹

Zusammenfassung

Um den Einfluss von Genotyp und Geschlecht auf die Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung untersuchen zu können, wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit der LFS Hohenlehen (Niederösterreich) und der LFS Grabnerhof (Steiermark) zwei wissenschaftliche Projekte durchgeführt. Beim Versuch Hohenlehen wurden reinrassige Limousin-Jungrinder mit Fleckvieh×Limousin Kreuzungstieren (50 % Limousin-Genanteil) verglichen, während beim Versuch Grabnerhof zwei verschiedene Fleckvieh×Limousin Kreuzungsvarianten (mit 50 bzw. 75 % Limousin-Genanteil) gegenübergestellt wurden. Weiters wurden in beiden Versuchen auch männliche und weibliche Jungrinder verglichen. In beiden Untersuchungen wurden bei etwa 40 – 50 Jungrindern die Mastleistung (tägliche Zunahmen), Schlachtleistungsdaten (Ausschlachtung, Fleischigkeit, Fettklasse, Anteil wertvoller Teilstücke etc.) und Fleischqualitätsdaten (Fleischfarbe, Zartheit, Wasserbindungsvermögen, Inhaltsstoffe, Fettsäuremuster) erhoben. Jungrinder mit hohem Limousin-Genanteil (75 bzw. 100 %) sowie weibliche Tiere wiesen deutlich geringere tägliche Zunahmen auf als die Jungrinder mit 50 % Limousin-Genanteil und die männlichen Tiere. Hinsichtlich einiger wichtiger Schlachtleistungsmerkmale (Fleischigkeit, Fettklasse und Anteil wertvoller Teilstücke) wirkte sich jedoch ein hoher Limousin-Genanteil positiv aus. Die Schlachtkörper der weiblichen Tiere waren im Vergleich zu jenen der männlichen vor allem durch eine geringere Fleischigkeit und eine stärkere Verfettung gekennzeichnet. Bezüglich der Fleischqualität erwies sich das Fleisch der Jungrinder mit hohen Limousin-Genanteilen beinahe in allen Merkmalen als günstiger. Hinsichtlich Saftigkeit und Zartheit erzielte das Fleisch weiblicher Jungrinder bessere Ergebnisse, allerdings wies es ein ungünstigeres Fettsäuremuster auf als jenes der männlichen Tiere.

Schlagwörter: Jungrind, Mastleistung, Schlachtleistung, Fleischqualität und Fettsäuren, Limousin und Fleckvieh

Summary

At AREC Raumberg-Gumpenstein two projects were carried out in cooperation with LFS Hohenlehen (Lower Austria) and LFS Grabnerhof (Styria) investigating the impact of genetic and sex on carcass traits and meat quality of young beef from suckler cows. The objective of the trial Hohenlehen was to compare pure-bred Limousin with cross-bred Simmental×Limousin (50% Limousin genes) suckler calves. In trial Grabnerhof two variations of cross-bred Simmental×Limousin suckler calves (50 and 75% Limousin genes) were compared. A further aim was to find out if there is a difference between male and female young beef in carcass traits and meat quality. In both surveys fattening performance (daily gains), carcass traits (dressing percentage, EUROP classification, fat classification, share of valuable parts etc.) and meat quality parameters (meat color, tenderness, water holding capacity, nutrients, fatty acid profile) were recorded. Young beef with high shares of Limousin genes (75 and 100%) as well as females had significantly lower daily gains compared to young beef with 50% Limousin genes and males. In contrast a high share of Limousin genes had a positive impact on some important carcass traits (EUROP classification, fat classification and share of valuable parts). Young heifers had a lower EUROP classification and a higher fat classification compared to young bulls. Meat of young beef with high shares of Limousin genes reached better ratings in almost all parameters of meat quality. Meat of females was more tender and juicier but also had a more unfavorable fatty acid profile than meat from males.

Keywords: young beef, fattening performance, carcass traits, meat quality and fatty acids, Limousin and Simmental

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

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Georg Terler, email: georg.terler@raumberg-gumpenstein.at

1. Einleitung und Literaturübersicht

Im Jahr 2012 wurden in Österreich rund 245.000 Mutterkühe gehalten, was in etwa einem Drittel der gesamten Kuhpopulation in Österreich entspricht (STATISTIK AUSTRIA 2013b). Da in der Mutterkuhhaltung der Verkauf der Nachkommen die Haupteinnahmequelle darstellt, sind besonders beim Verkauf zur Schlachtung die Mast- und Schlachtleistung entscheidende Maßstäbe für die Wirtschaftlichkeit der Mutterkuhhaltung. Weiters sollte auch die Fleischqualität optimiert werden, da ihr in Zeiten steigenden Wohlstands immer mehr Bedeutung zukommt. Auf die genannten Parameter können unter anderem Rasse, Alter, Geschlecht, Fütterung und Haltung einen entscheidenden Einfluss haben (DUFEY und CHAMBAZ 1999).

Rund 76 % der in Österreich gehaltenen Rinder gehören der Zweinutzungsrasse Fleckvieh (FV) an. (GROHSEBNER 2013). In den letzten Jahren erfolgte die Zucht dieser Rasse stark in Richtung höherer Milchleistungen, was sich negativ auf die Fleischleistung auswirkte. Durch Gebrauchskreuzungen mit typischen Fleischerassen (z.B. Limousin, Charolais, Weiß-blaue Belgier, Angus) wird versucht, diesem negativen Trend in der Mast- und Schlachtleistung entgegen zu wirken. Reine Fleischerassen spielen in Österreich nur eine untergeordnete Rolle. Die Rasse Limousin (LI) ist mit rund 2 % Anteil an der gesamten österreichischen Rinderpopulation (GROHSEBNER 2013) zahlenmäßig die bedeutendste Fleischerasse in Österreich.

Aus vergleichenden Studien zwischen FV und LI bzw. FV×LI-Kreuzungen geht hervor, dass ein zunehmender LI-Genanteil die Mastleistung negativ beeinflusst. Dagegen ist die Rasse LI dem FV in den meisten Schlachtleistungs- und Fleischqualitätsmerkmalen überlegen. Hervorzuheben sind vor allem die gute Bemuskulung, die höheren Ausschlachtungen und der höhere Anteil wertvoller Teilstücke sowie die bessere Saftigkeit und Zartheit von LI- und FV×LI- gegenüber FV-Rindern (STEINWENDER und GOLD 1989, FRELICH et al. 1998, CHAMBAZ et al. 2003, LINK et al. 2007, STEINWIDDER et al. 2007, VELIK et al. 2008). Ergebnisse über vergleichende Untersuchungen zwischen reinrassigen LI und FV×LI-Kreuzungen liegen aber bis heute keine oder nur wenige vor.

Neben der Rasse hat, wie bereits erwähnt, auch das Geschlecht einen Einfluss auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Produktqualität. Rund 46 % der 2012 in Österreich geschlachteten Rinder waren Stiere, 5 % Ochsen und 17 % Kalbinnen. In den letzten Jahren nahm die Zahl der geschlachteten Kalbinnen und Ochsen tendenziell zu, während die Stierschlachtungen in etwa konstant blieben (STATISTIK AUSTRIA 2013a). In der Mast- und Schlachtleistung sind in der Regel (Jung-)Stiere den Kalbinnen überlegen, da sie meist höhere Tageszunahmen und Ausschlachtungen aufweisen. Kalbinnen dagegen verfetten rascher, weshalb sie früher geschlachtet werden sollten als Stiere. Ein höherer Fettgehalt im Schlachtkörper führt jedoch auch zu einem höheren intramuskulären Fettgehalt (IMF) und somit zu einer günstigeren Marmorierung, wodurch das Fleisch von Kalbinnen Vorteile in der sensorischen Bewertung und Fleischqualität hat (TEMISIAN 1989, FRICKH et al. 2003, STEINWIDDER et al. 2007, VELIK et al. 2008, BUREŠ und BARTOŇ 2012).

Die aus der österreichischen Mutterkuhhaltung stammenden Nachkommen werden häufig als Jungrinder geschlachtet (Schlachtalter < 1 Jahr). Über die Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung wurden bisher jedoch nur wenige wissenschaftliche Versuche durchgeführt. CHASSOT (2008) beschäftigte sich mit der Mast- und Schlachtleistung von Jungrindern verschiedener LI-Kreuzungen, die Fleischqualität wurde in diesem Versuch allerdings nicht untersucht. LITWINCZUK et al. (2013) führten einen Versuch zur Ermittlung der Mast- und Schlachtleistung von 6- bis 8-monatigen LI-Kälbern durch, aber auch sie verzichteten auf Fleischqualitätsuntersuchungen.

Deshalb wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit landwirtschaftlichen Fachschulen (LFS Hohenlehen und LFS Grabnerhof) zwei Versuche zur Mast- und Schlachtleistung sowie zur Produktqualität von Jungrindern durchgeführt. Ziel dieser beiden Versuche war, festzustellen, ob Unterschiede zwischen FV×LI-Kreuzungstieren unterschiedlichen LI-Genanteils und reinrassigen LI-Jungrindern sowie zwischen männlichen und weiblichen Tieren hinsichtlich Mast- und Schlachtleistung bzw. Produktqualität bestehen.

2. Tiere, Material und Methodik

Die zwei Versuche wurden an zwei verschiedenen Betrieben durchgeführt, weshalb Fütterung und Haltung der Tiere getrennt voneinander beschrieben werden. Die Untersuchung der Schlachtleistung und der Fleischqualität erfolgte jeweils nach dem gleichen Schema, weshalb sie für beide Versuche gemeinsam erläutert wird.

2.1 Versuch Hohenlehen

Die Mutterkuhherde der LFS Hohenlehen (Hollenstein/Ybbs, Niederösterreich) bestand aus jeweils 5 FV- und 5 LI-Mutterkühen, deren Nachkommen und einem LI-Stier, die gemeinsam in einem Laufstall gehalten wurden. Über 5 Jahre hinweg (2007/08 bis 2011/12) wurden alle Kälber dieser Mutterkühe für die Untersuchungen herangezogen. Kühe, die während des Versuchszeitraums aufgrund von Verletzungen oder Erkrankungen abgegangen sind, wurden durch andere Kühe der gleichen Rasse ersetzt. Auch der Deckstier musste einmal ausgetauscht werden, was in der Auswertung jedoch nicht berücksichtigt wird. Da bei den FV-Kühen drei Zwillingengeburt auftraten und keine Kälber verendeten, konnten 28 FV×LI-Jungrinder geschlachtet und untersucht werden. Dagegen kamen nur 18 LI-Jungrinder in die Auswertung, da einige Kälber verendeten und in zwei Fällen eine Mutterkuh nicht trächtig wurde.

Hinsichtlich der Zwischenkalbezeit wurde zwischen den FV- und LI-Mutterkühen kein wesentlicher Unterschied festgestellt (FV: 372 Tage, LI: 366 Tage). Beim Vergleich mit den Ergebnissen der Auswertung des Arbeitskreises Mutterkuh wird sichtbar, dass die Zwischenkalbezeit des Versuchsbetriebes um etwa 20 – 25 Tage unter dem österreichischen Durchschnitt (390 Tage) der Mutterkuh-Betriebe (Jahr 2012) lag (BMLFUW 2013).

Die Mutterkühe erhielten eine Ration bestehend aus Gras-silage und Heu und ergänzend dazu Viehsalz in Form von Lecksteinen, sowie 2 bis 3 mal pro Woche eine Mineral-

stoffmischung, die auf die Silage verteilt wurde. Während der Trockenstezeit wurden die Mutterkühe teilweise auf der Weide gehalten. Die Jungrinder erhielten bis zur Schlachtung Muttermilch *ad libitum* und zusätzlich Heu und Grassilage. Auf Einsatz von Kraftfutter wurde in allen fünf Jahren komplett verzichtet. Die Jungrinder wurden nicht enthornt und kastriert und alle 4 Wochen sowie bei der Geburt und der Schlachtung gewogen. Das angestrebte Schlachtgewicht wurde bei den weiblichen Jungrindern mit 360 kg und bei den männlichen mit 400 kg festgelegt.

2.2 Versuch Grabnerhof

An der LFS Grabnerhof wurden bereits ab 2001 Versuche zur Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung durchgeführt. Ab 2008 wurde ein Versuchsdesign verwendet, das jenem des Versuchs in Hohenlehen sehr ähnlich war. Die Mutterkuhherde bestand aus 5 reinen FV- und 4 FV×LI-Mutterkühen, deren Nachkommen sowie einem LI-Deckstier. Die Nachkommen waren daher FV×LI-Kreuzungstiere mit 50 bzw. 75 % LI-Genanteil (FVLI50 und FVLI75). Die Zwischenkalbezeit der FV-Kühe war mit 376 Tagen ähnlich wie beim Versuch Hohenlehen, während sie bei den FV×LI-Mutterkühen mit 349 Tagen deutlich unter jener der FV- und LI-Tiere beider Versuche lag.

In den Wintermonaten erhielten die Kühe Heu und Grassilage mittlerer Qualität sowie eine Mineralstoffmischung. Die Kälber konnten bis zur Schlachtung bei der Mutter saugen und erhielten als Beifutter ebenfalls Heu, Grassilage und eine Mineralstoffmischung. In den Sommermonaten wurden die Mutterkühe und die Kälber auf der Weide gehalten, wobei der Auftrieb jeweils in der 2. Maiwoche und der Abtrieb jeweils in der zweiten Oktoberhälfte erfolgte. Außer zu Weidebeginn und zu Weideende (Zufütterung von etwas Heu) wurde den Kühen kein zusätzliches Futter angeboten. Die Kälber konnten neben der Muttermilch auch Weidefutter zu sich nehmen. Wie bei der Stallfütterung erhielten die Kühe und Kälber auch auf der Weide eine Mineralstoffergänzung, auf die Fütterung von Kraftfutter wurde hingegen das ganze Jahr über verzichtet.

Auch bei diesem Versuch wurden die Jungrinder monatlich gewogen sowie das Geburts- und Schlachtgewicht festgestellt. Daraus konnten in weiterer Folge die täglichen Zunahmen berechnet werden. Als Mastendgewichte wurden bei diesem Versuch zumindest 340 kg Lebendgewicht bei den Jungkalbinnen und mindestens 400 kg Lebendgewicht bei den Jungstieren festgelegt.

2.3 Untersuchung der Schlachtleistung

Die Tiere des Versuchs Hohenlehen wurden am schuleigenen Schlachthof der LFS Hohenlehen geschlachtet, jene des Versuches Grabnerhof zum Teil an der LFS Grabnerhof und zum Teil am LFZ Raumberg-Gumpenstein. Die Vorgangsweise bei der Schlachtung und Zerlegung der Schlachtkörper war jedoch in beiden Versuchen die gleiche und wird daher gemeinsam beschrieben.

Die Schlachtkörpergewichte warm und kalt sowie die pH-Werte in Keule und Rückenmuskel wurden bei allen Tieren 1 und 48 Stunden *post mortem* festgestellt. Direkt bei der Schlachtung wurde auch das Gewicht des Nierenfetts erho-

ben. 7 Tage nach der Schlachtung erfolgte die Zerlegung der Schlachtkörper gemäß der DLG-Schnittführung (Absetzen 8./9. Rippe). Unmittelbar nach der Zerlegung wurden die Gewichte der einzelnen Teilstücke (Kamm, Fehlrippe, Vorderhese, Bug, Brust und Spannrippe, Fleisch- und Knochendünnung, Hinterhese, Englischer (Rostbraten und Beiried), Keule, Filet) ermittelt und eine Einstufung der Tiere in die Fleisch- und Fettklassen vorgenommen. Die Proben zur Beurteilung der Fleischqualität wurden anschließend vakuumiert, bis 10 Tage nach der Schlachtung im Kühlraum gereift und danach für etwa 2 Monate eingefroren.

2.4 Untersuchung der Fleischqualität

2.4.1 Probennahme

Die Entnahme sämtlicher Proben, die der Untersuchung der Fleischqualität dienten, erfolgte am *Musculus longissimus dorsi* (langer Rückenmuskel) der rechten Schlachtkörperhälfte. An einem Stück Fleisch im Bereich der 13. Rippe wurde bei beiden Versuchen die Rückenmuskelfläche gemessen und anschließend eine chemische Analyse der wichtigsten Rohnährstoffe (Trockenmasse (TM), Rohprotein (XP), intramuskuläres Fett (IMF) und Rohasche (XA)) sowie ab 2009 eine Bestimmung des Fettsäuremusters durchgeführt. Beim Versuch Hohenlehen diente ein Teil des Fleisches im Bereich der 13. Rippe auch für die Bestimmung des Tropf- und Kochsaftverlusts. Beim Versuch Grabnerhof erfolgte die Bestimmung von Tropf- und Kochsaftverlust jedoch an einem Stück Fleisch im Bereich der 2. Lende. Im Bereich der 1. Lende wurde ein Stück Fleisch zur Messung der Fleischfarbe, des Grillsaftverlusts und der Zartheit (Scherkraft gegrillt, dreieckiges Scherblatt) entnommen.

2.4.2 Methodik der Fleischqualitätsuntersuchungen

Die Fleischqualitätsuntersuchungen wurden im Fleischqualitätslabor des LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Feststellung des Tropfsaftverlusts erfolgte bei allen Proben unmittelbar nach der Zerlegung der Schlachtkörper am frischen Fleisch, indem ein ca. 100 g schweres Stück Fleisch auf einen Gitterrost in einem geschlossenen Plastikbehälter gelegt und nach 48 Stunden zurückgewogen wurde. Der Kochsaftverlust wurde nach 50-minütigem Kochen eines Fleischstücks (mit dem der Tropfsaftverlust bestimmt wurde) in 70 °C warmen Wasser und anschließendem Abkühlen im Wasserbad für 40 Minuten ermittelt.

Zur Ermittlung des Grillsaftverlusts wurden zunächst die eingefrorenen Proben aufgetaut und danach eine ca. 2,5 cm dicke Fleischscheibe auf einem Doppelplattengrill der Firma Silex so lange gegrillt, bis sie eine Kerntemperatur von 60 °C erreicht hatte. Diese Fleischproben dienten anschließend auch zur Ermittlung der Scherkraft gegrillt. Dazu wurden aus den abgekühlten Steaks ca. 12 zylindrische Fleischkerne mit einem dreiviertel Zoll Durchmesser (1,27 cm) längs des Faserverlaufs ausgestochen. Die Messung der Scherkraft erfolgte mit einer Warner-Bratzler-Schere der Firma Instron unter Verwendung eines dreieckigen Scherblatts. Als Maßeinheit wurde die für das Durchdrücken des Fleischstücks maximal benötigte Kraft (in kg) aufgezeichnet. Je höher die dafür benötigte Kraft ist, umso schlechter ist die Zartheit des Fleisches einzustufen.

Die Rückenmuskelfläche wurde durch Abzeichnen des Muskels und anschließender Planimetrie festgestellt. Die

Fleischfarbe (Farbhelligkeit (L), Rotton (a) und Gelbton (b)) wurde bis August 2011 mit dem Zweistrahlenspektrophotometer CODEC 400 der Firma Phyma und ab September 2011 mit dem Farbmessgerät CM-2500d der Firma Konica Minolta an einer ca. 2,5 cm dicken Fleischscheibe gemessen (Farbskala: jeweils $D_{65/10^\circ}$). Die Messung erfolgte direkt nach dem Herausnehmen der aufgetauten Proben aus dem Vakuumsack. Pro Fleischprobe wurden 5 Messungen (Wiederholungen) gemacht und daraus für alle drei Parameter (L, a und b) der Mittelwert berechnet.

Die Proben für die chemische Analyse und die Bestimmung der Fettsäuren wurden nach dem Auftauen mit einem Kutter der Firma Retsch (Grindomix GM 200) homogenisiert. Die wichtigsten Fleischartstoffe (TM, XP, IMF, XA) wurden im chemischen Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein nasschemisch analysiert. Die Extraktion des intramuskulären Fettes für die Bestimmung der Fettsäuren erfolgte nach der von FOLCH et al. (1957) entwickelten Methode, die vom Zentrallabor Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft modifiziert wurde. Die Derivatisierung zu Fettsäuremethylester erfolgte mit TMSH (DGF 2006). Die Fettsäuren-Zusammensetzung wurde gaschromatografisch mit dem GC Varian (Modell 3900, ausgestattet mit der Säule Supelco Fused Silica SP 2380, 100 m) bestimmt. Die Injektionstemperatur und Detektionstemperatur betragen 250 bzw. 260 °C. Als Trägergas diente Helium und es wurde eine konstante Druck-Methode (Säulendruck 3,4 bar) verwendet. Zur Identifikation der Peaks wurde der Standard Mix 37 FAME (Supelco, inc.) verwendet.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (2010). Davor wurden allerdings Stichproben der einzelnen Merkmale, die mehr als 2,5 Standardabweichungen vom Mittelwert abwichen, aus dem Datenpool gelöscht. Die Auswertung der beiden Versuche erfolgte getrennt voneinander, wobei jedoch bei beiden ein Allgemeines lineares Modell mit Genotyp und Geschlecht als fixe Faktoren verwendet wurde. Beim Versuch Hohenlehen sowie bei den Schlachtleistungs- und Fleischqualitätsmerkmalen des Versuchs Grabnerhof traten keine signifikanten Wechselwirkungen Genotyp×Geschlecht auf, weshalb sie im Modell nicht berücksichtigt wurden. Bei einigen Mastleistungsmerkmalen des Versuchs Grabnerhof war hingegen eine signifikante Wechselwirkung festzustellen und daher wurde sie bei diesen Merkmalen ins Modell einbezogen. Die beiden Merkmale Fleischklasse und Fettklasse waren nicht normalverteilt und wurden daher mit dem nicht-parametrischen Wilcoxon-Rangsummentest ausgewertet.

Bei sämtlichen Auswertungen wurde bei p-Werten von kleiner 0,05 ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen angenommen. Signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen wurden mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

3. Ergebnisse

3.1 Mastleistung

Die Ergebnisse für die Mastleistung in den beiden Versuchen werden in zwei getrennten Tabellen dargestellt, da im Versuch Grabnerhof, im Gegensatz zum Versuch Hohenlehen, Wechselwirkungen bei einzelnen Merkmalen aufgetreten sind. In *Abbildung 1* ist der Einfluss von Genotyp, Geschlecht und der Wechselwirkung Genotyp×Geschlecht auf die tägliche Zunahme in Abhängigkeit vom Lebendgewicht dargestellt. Die Werte für die Mastleistung der Tiere des Versuchs Hohenlehen sind zunächst in *Tabelle 1* angeführt. Zwischen den beiden Genotypen sind kaum Unterschiede im Mastend- und Schlachtkörpergewicht aufgetreten, während sich die beiden Geschlechter, aufgrund der unterschiedlichen angestrebten Mastendgewichte deutlich voneinander unterscheiden. Die reinrassigen Limousin-Rinder (LI100) wiesen ein deutlich höheres Schlachalter auf, das zu signifikant geringeren Tageszunahmen und Nettotageszunahmen im Vergleich zu den Kreuzungstieren (FVLI50) führte. Ähnlich, wenn auch nicht so stark ausgeprägt, war der Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern hinsichtlich der täglichen Zunahmen. Vor allem gegen Ende der Mastperiode nahmen die männlichen Jungrinder deutlich rascher zu als die weiblichen. Das ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Jungkalbinnen ihre Wachstumsspitze bereits bei 200 – 250 kg Lebendgewicht (LG) erreichten, während sie bei den Jungstieren bei 250 – 300 kg lag.

In *Tabelle 2* sind die Mastleistungsdaten der Tiere aus dem Versuch Grabnerhof dargestellt. Wie beim anderen Versuch, waren auch hierbei die Mastend- und Schlachtgewichte der beiden Kreuzungsgruppen FVLI50 (50 % LI-Genanteil) und FVLI75 (75 % LI-Genanteil) ähnlich hoch, während zwischen den Geschlechtern deutliche Unterschiede bestanden. Generell waren jedoch die Tiere in diesem Versuch geringfügig schwerer als jene des Hohenlehen-Versuchs. Zwischen den beiden Genotypen wurden signifikante Unterschiede beim Schlachalter und bei der täglichen Zunahme festgestellt, die Nettotageszunahme war dagegen bei den FVLI50-Tieren nur numerisch höher im Vergleich zu den FVLI75-Jungrindern.

Die höheren Tageszunahmen der FVLI50-Rinder sind auf die Überlegenheit der männlichen Tiere dieser Genotyp-Gruppe gegenüber den männlichen Tieren der FVLI75-Gruppe zurückzuführen (siehe Wechselwirkung Genotyp×Geschlecht

Tabelle 1: Durchschnittliche Mastleistung der Tiere des Versuchs Hohenlehen

	Genotyp		Geschlecht		s _e ¹
	FVLI50	LI100	männlich	weiblich	
Anzahl Tiere	28	18	22	24	
Mastendgewicht, kg	399	392	409 ^a	381 ^b	15
Schlachtkörpergewicht kalt, kg	228	229	238 ^a	219 ^b	11
Schlachalter, d	265 ^b	330 ^a	295	301	35
Tägliche Zunahme (TZ), g/d	1.355 ^a	1.064 ^b	1.273 ^a	1.145 ^b	159
TZ (50 – 100 kg LG), g/d	1.319 ^a	1.060 ^b	1.192	1.188	264
TZ (100 – 150 kg LG), g/d	1.349 ^a	1.065 ^b	1.259	1.155	174
TZ (150 – 200 kg LG), g/d	1.384 ^a	1.094 ^b	1.290	1.188	217
TZ (200 – 250 kg LG), g/d	1.358 ^a	1.158 ^b	1.307	1.209	250
TZ (250 – 300 kg LG), g/d	1.385 ^a	1.173 ^b	1.394 ^a	1.163 ^b	258
TZ (300 – 350 kg LG), g/d	1.391 ^a	1.063 ^b	1.324 ^a	1.129 ^b	269
Nettotageszunahme, g/d	874 ^a	703 ^b	829 ^a	748 ^b	119

¹ s_e = Residual-Standardabweichung

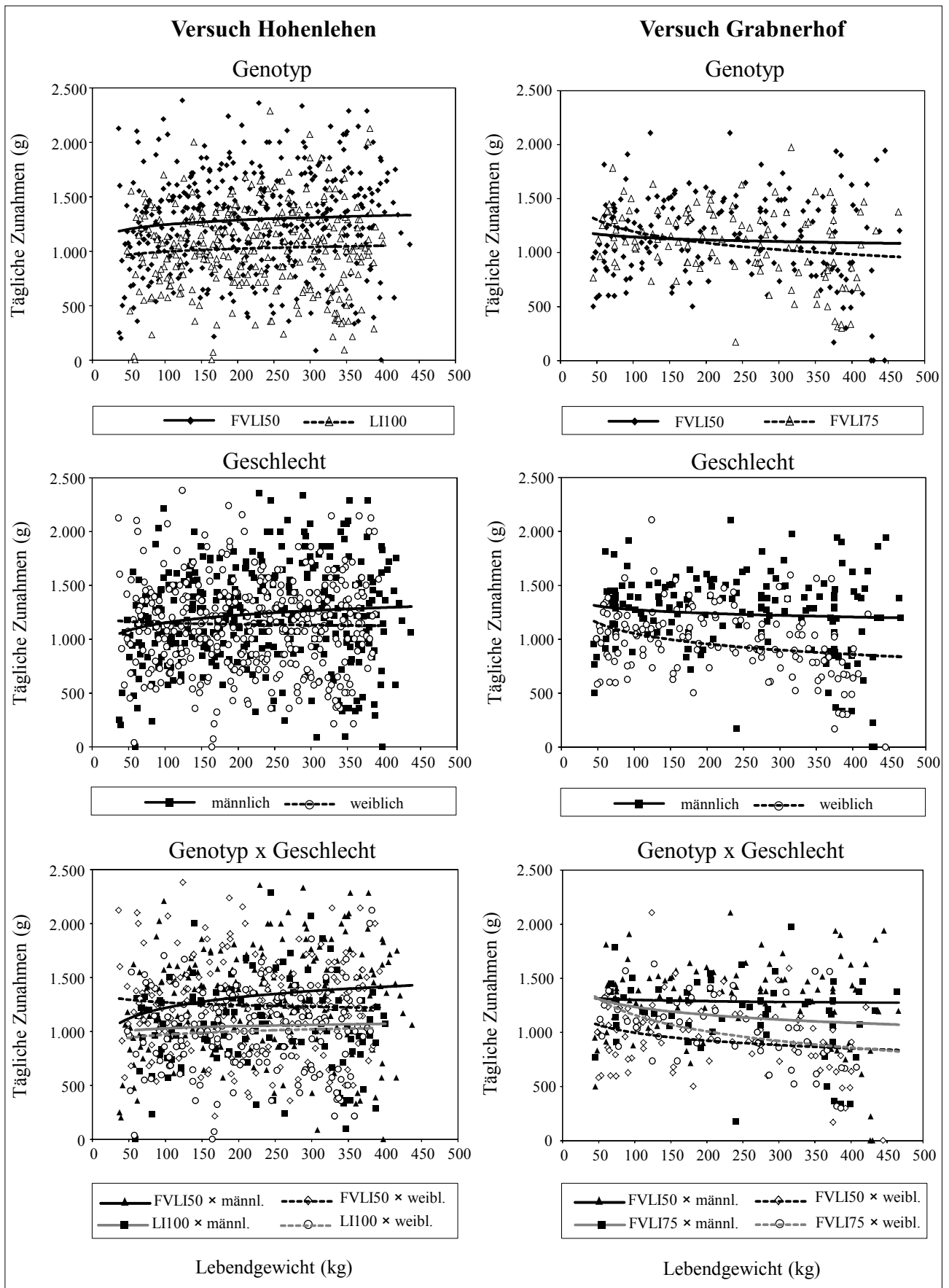


Abbildung 1: Einfluss von Genotyp, Geschlecht und Genotyp×Geschlecht auf die täglichen Zunahmen bei den Versuchen Hohenlehen und Grabnerhof

Tabelle 2: Durchschnittliche Mastleistung der Tiere des Versuchs Grabnerhof

	Genotyp		Geschlecht		Genotyp × Geschlecht				s _e ¹
	FVLI50	FVLI75	männl.	weibl.	FVLI50 × m	FVLI50 × w	FVLI75 × m	FVLI75 × w	
Anzahl Tiere	26	16	24	18	14	12	10	6	
Mastendgewicht, kg	414	413	438 ^a	389 ^b	n.s. ²	n.s.	n.s.	n.s.	27
Schlachtkörpergewicht kalt, kg	229	229	247 ^a	211 ^b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	20
Schlachalter, d	323 ^b	347 ^a	320 ^b	350 ^a	294 ^b	351 ^a	346 ^a	349 ^a	37
Tägliche Zunahme (TZ), g/d	1.166 ^a	1.077 ^b	1.248 ^a	995 ^b	1.349 ^a	982 ^c	1.147 ^b	1.007 ^{bc}	133
TZ (50 – 100 kg LG), g/d	1.152	1.256	1.331 ^a	1.078 ^b	1.360 ^a	994 ^b	1.301 ^a	1.212 ^a	179
TZ (100 – 150 kg LG), g/d	1.244	1.155	1.309 ^a	1.090 ^b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	198
TZ (150 – 200 kg LG), g/d	1.218	1.166	1.274 ^a	1.109 ^b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	221
TZ (200 – 250 kg LG), g/d	1.291	1.196	1.346 ^a	1.141 ^b	1.478 ^a	1.104 ^b	1.214 ^b	1.179 ^b	175
TZ (250 – 300 kg LG), g/d	1.239 ^a	1.064 ^b	1.335 ^a	968 ^b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	191
TZ (300 – 350 kg LG), g/d	1.203 ^a	1.011 ^b	1.287 ^a	928 ^b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	191
Nettotageszunahme, g/d	719	671	776 ^a	614 ^b	842 ^a	596 ^b	709 ^b	632 ^b	98

¹ s_e=Residual-Standardabweichung² n.s.=nicht signifikant

in Tabelle 2). Die Tageszunahmen und das Schlachalter der weiblichen Tiere waren in beiden Gruppen ähnlich, wobei die Jungkalbinnen der FVLI75-Gruppe sogar numerisch höhere Tageszunahmen aufwiesen. Die hohen Tageszunahmen der Jungtiere der FVLI50-Gruppe hatten auch zur Folge, dass beim Vergleich der Geschlechter die männlichen den weiblichen Tieren in den täglichen Zunahmen deutlich überlegen waren. Dieser Unterschied war in diesem Versuch deutlich stärker ausgeprägt als beim Versuch Hohenlehen.

3.2 Schlachtleistung

Die Schlachtleistungsergebnisse für beide Versuche sind in Tabelle 3 dargestellt. Der Genotyp hatte in beiden Versuchen keinen Einfluss auf die Ausschachtung. Beim Versuch Hohenlehen unterschied sich die Ausschachtung der beiden Geschlechter nicht, während sie beim Versuch Grabnerhof bei den männlichen Tieren signifikant höher war als bei den weiblichen. Bei beiden Versuchen wiesen die Gruppen mit

dem höheren LI-Genanteil sowie die männlichen Tiere eine höhere Fleischigkeit und eine geringere Verfettung auf als die Vergleichsgruppen. Der Unterschied in der Fleischigkeit zwischen den Tieren mit 50 und 75 % LI-Genanteil des Versuchs Grabnerhof war allerdings sehr gering. Die geringere Verfettung der Gruppen mit den höheren LI-Genanteilen und der männlichen Tiere kam auch im geringeren Anteil des Nierenfetts am Mastendgewicht zum Ausdruck.

In beiden Versuchen wiesen die Gruppen mit dem höheren LI-Genanteil einen signifikant höheren Anteil wertvoller Teilstücke (Keule, Filet, Englischer und Hinterhesse) auf als die FVLI50-Tiere. Besonders deutlich war dieser Unterschied beim Vergleich der reinrassigen LI- mit den FVLI50-Jungrindern im Versuch Hohenlehen. Dabei zeigte sich, dass der höhere Anteil wertvoller Teilstücke der LI100-Gruppe vor allem auf den signifikant höheren Anteil von Keule und Filet und den signifikant geringeren Anteil der weniger wertvollen Teilstücke Brust und Spannrippe sowie Fleisch- und Knochendünnung zurückzuführen ist. Das

Tabelle 3: Schlachtleistung der geschlachteten Tiere der Versuche Hohenlehen und Grabnerhof

	Versuch Hohenlehen				s _e ¹	Versuch Grabnerhof				s _e ¹
	Genotyp		Geschlecht			Genotyp		Geschlecht		
	FVLI50	LI100	männl.	weibl.		FVLI50	FVLI75	männl.	weibl.	
Anzahl Tiere	28	18	22	24		27	17	25	19	
Mastendgewicht, kg	399	392	409 ^a	381 ^b	15	414	413	438 ^a	389 ^b	27
Schlachtkörpergewicht kalt, kg	228	229	238 ^a	219 ^b	11	229	229	247 ^a	211 ^b	20
Schlachthälftengewicht 7 d, kg	112,8	112,9	117,4 ^a	108,2 ^b	5,9	113,5	114,0	121,6 ^a	105,9 ^b	9,6
Ausschachtung kalt, %	57,4	58,4	58,0	57,7	2,1	55,2	55,3	56,3 ^a	54,2 ^b	3,0
Fleischigkeit (1=P, 5=E)	3,8 ^b	4,2 ^a	4,1	3,8	–	3,4	3,5	3,6 ^a	3,2 ^b	–
Fettklasse (1=mager, 5=fett)	2,3 ^a	1,7 ^b	1,7 ^b	2,4 ^a	–	2,2 ^a	1,9 ^b	1,9 ^b	2,3 ^a	–
Nierenfett, % ²	1,13 ^a	0,69 ^b	0,59 ^b	1,22 ^a	0,43	1,00 ^a	0,73 ^b	0,57 ^b	1,16 ^a	0,26
Kamm, % ³	8,1 ^a	7,6 ^b	8,1	7,7	0,7	7,2	7,0	7,5 ^a	6,7 ^b	0,7
Vorderhesse, % ³	3,3	3,2	3,3 ^a	3,1 ^b	0,2	3,3	3,2	3,4 ^a	3,1 ^b	0,2
Fehlrippe, % ³	8,4	8,4	8,5	8,3	0,6	9,0	9,1	9,2	8,9	0,7
Bug, % ³	12,3	12,2	12,3	12,2	0,4	13,4	13,6	13,9 ^a	13,1 ^b	0,5
Brust und Spannrippe, % ³	12,0 ^a	11,1 ^b	11,4	11,7	0,8	10,2	9,8	9,6 ^b	10,4 ^a	0,8
Fleisch- und Knochendünnung, % ³	9,6 ^a	9,0 ^b	8,9 ^b	9,8 ^a	0,7	9,1	8,7	8,5 ^b	9,2 ^a	0,7
Hinterhesse, % ³	5,2	5,3	5,3	5,2	0,4	5,1	5,2	5,2	5,1	0,3
Keule, % ³	29,6 ^b	32,2 ^a	31,0	30,8	1,1	31,7	31,9	32,0	31,6	0,7
Filet, % ³	1,54 ^b	1,60 ^a	1,53 ^b	1,61 ^a	0,10	1,75 ^b	1,82 ^a	1,70 ^b	1,87 ^a	0,10
Englischer (Beiried, Rostbraten), % ³	8,5	8,4	8,4	8,5	0,4	8,2	8,4	8,1	8,5	0,6
Anteil wertvoller Teilstücke, % ³	44,8 ^b	47,6 ^a	46,2	46,1	1,4	46,8 ^b	47,4 ^a	47,1	47,1	0,8

¹ se=Residual-Standardabweichung² Anteil am Mastendgewicht³ Anteil am Schlachthälftengewicht 7 d

Geschlecht hatte in beiden Versuchen keinen signifikanten Einfluss auf den Anteil wertvoller Teilstücke. Der Anteil von Filet sowie Fleisch- und Knochendünnung war jedoch jeweils bei den weiblichen Tieren höher und der Anteil der Vorderhese niedriger als bei den männlichen. Beim Versuch Grabnerhof wiesen die männlichen Tiere im Vergleich zu den weiblichen einen signifikant höheren Anteil des Halses (Kamm) und der Schulter (Bug) auf.

3.3 Fleischqualität

In der *Tabelle 4* sind die Fleischqualitätsdaten der beiden Versuche dargestellt. Hinsichtlich der Fleischfarbe wurden kaum signifikante Unterschiede zwischen den Genotypen und Geschlechtern festgestellt. Lediglich beim Versuch Hohenlehen war das Fleisch der reinrassigen LI-Tiere signifikant heller (höherer L-Wert) als jenes der Kreuzungstiere (FVLI50). Weiters wies bei diesem Versuch das Fleisch der weiblichen Tiere einen intensiveren Rotton auf als jenes der männlichen.

Der Genotyp hatte in beiden Versuchen keinen Einfluss auf sämtliche Parameter des Wasserbindungsvermögens (Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust). Jedoch wurde ein signifikant höherer Tropfsaftverlust des Fleisches weiblicher Tiere im Vergleich zu jenem der männlichen festgestellt. Dagegen waren bei beiden Untersuchungen der Grillsaftverlust und die Scherkraft gegrillt des Kalbinnenfleisches niedriger, die Unterschiede waren jedoch nur beim Versuch Grabnerhof signifikant. Das deutet darauf hin, dass Kalbin-

nenfleisch saftiger und zarter als Jungstierfleisch ist. Beim Versuch Hohenlehen wies das Fleisch der reinrassigen LI-Jungrinder (LI100) eine signifikant bessere Zartheit (geringerer Scherkraft-Wert) auf als jenes der Kreuzungstiere (FVLI50). Beim Versuch Grabnerhof war das Fleisch von Tieren mit höheren LI-Genanteilen (FVLI75) weniger zart (höhere Scherkraft-Werte), allerdings war der Unterschied zu den FVLI50-Jungrindern nicht signifikant.

Bei beiden Versuchen enthielt das Fleisch der FVLI50-Tiere höhere Gehalte an Trockenmasse (TM) und intramuskulärem Fett (IMF) als jenes der Vergleichsgruppen. Der Unterschied zu den FVLI75-Jungrindern des Versuches Grabnerhof war jedoch nicht signifikant. Sowohl beim Versuch Hohenlehen als auch beim Versuch Grabnerhof wies das Fleisch der weiblichen Tiere einen signifikant höheren TM-Gehalt auf als jenes der männlichen, was zum Teil auf den höheren Rohprotein-Gehalt, vor allem aber auf den signifikant höheren IMF-Gehalt zurückzuführen war. Die Rückenmuskelfläche der männlichen Jungrinder war in beiden Versuchen größer als jene der weiblichen, was zum Teil jedoch durch das höhere Mastendgewicht begründet werden kann. Weiters wiesen die Tiere mit den höheren LI-Genanteilen jeweils eine signifikante größere Rückenmuskelfläche auf als die Vergleichsgruppen.

Hinsichtlich des Gehalts an gesättigten Fettsäuren (SFA) wurde kein Unterschied zwischen den Genotypen und den Geschlechtern festgestellt. Fleisch von Tieren mit hohen LI-Genanteilen (75 bzw. 100 %) war jedoch reicher an

Tabelle 4: Fleischqualität der geschlachteten Tiere der Versuche Hohenlehen und Grabnerhof

	Versuch Hohenlehen				s_e^1	Versuch Grabnerhof				s_e^1
	Genotyp		Geschlecht			Genotyp		Geschlecht		
	FVLI50	LI100	männl.	weibl.		FVLI50	FVLI75	männl.	weibl.	
Anzahl Tiere	28	18	22	24		27	17	25	19	
Fleischfarbe										
Helligkeit (L)	40,1 ^b	43,2 ^a	41,7	41,6	3,4	38,1	37,3	37,7	37,7	3,2
Rotton (a)	8,7	9,4	8,3 ^b	9,9 ^a	2,1	11,0	10,7	10,4	11,3	2,3
Gelbton (b)	7,5	8,8	7,4	8,9	3,4	10,1	9,3	9,5	9,8	3,4
Wasserbindungsvermögen										
Tropfsaftverlust, %	1,5	1,8	1,3 ^b	2,1 ^a	0,8	2,2	2,3	2,0 ^b	2,6 ^a	0,7
Kochsaftverlust, %	31,2	30,9	31,8	30,4	3,7	32,0	30,7	31,5	31,2	3,4
Grillsaftverlust kalt, %	25,3	24,9	25,8	24,5	3,2	25,7	25,4	27,1 ^a	24,0 ^b	4,7
Zartheit										
Scherkraft gegrillt, kg	2,92 ^a	2,40 ^b	2,83	2,49	0,84	3,36	3,96	4,08 ^a	3,24 ^b	1,22
Analytik										
Trockenmasse, g/kg FM	250 ^a	245 ^b	243 ^b	252 ^a	6	238	237	235 ^b	240 ^a	7
Rohprotein, g/kg FM	229	228	227 ^b	230 ^a	5	219	220	219	220	5
Intramuskuläres Fett, g/kg FM	11,7 ^a	5,9 ^b	6,4 ^b	11,3 ^a	4,5	8,4	6,8	6,0 ^b	9,3 ^a	2,7
Rohasche, g/kg FM	11,3	11,4	11,3	11,4	0,6	11,1	11,1	11,2 ^a	11,0 ^b	0,3
Rückenmuskelfläche, cm ²	76,6 ^b	86,0 ^a	86,6 ^a	75,9 ^b	7,4	82,1 ^b	92,4 ^a	93,1 ^a	81,4 ^b	14,4
Fettsäuremuster										
Gesättigte FS ² (SFA)	47,6	47,1	47,7	47,0	3,0	46,3	44,6	44,7	46,2	3,1
Einfach ungesättigte FS (MUFA)	39,4 ^a	34,8 ^b	35,4 ^b	38,9 ^a	3,5	38,3	36,6	35,4 ^b	39,6 ^a	3,9
Mehrfach ungesättigte FS (PUFA)	12,7 ^b	18,1 ^a	17,0 ^a	13,8 ^b	3,2	15,3	17,7	19,1 ^a	13,9 ^b	5,0
Ω6-FS	7,28 ^b	11,08 ^a	10,40 ^a	7,96 ^b	2,10	9,45	11,62	12,35 ^a	8,73 ^b	3,48
Ω3-FS	4,34 ^b	6,26 ^a	5,70	4,90	1,44	4,84	5,18	5,81 ^a	4,20 ^b	1,77
CLA ³	1,06 ^a	0,75 ^b	0,87	0,94	0,21	1,05 ^a	0,85 ^b	0,90	1,01	0,19
Ω6/Ω3-Verhältnis	1,64	1,77	1,75	1,66	0,25	1,98	2,13	2,07	2,04	0,32
PUFA/SFA-Verhältnis	0,27 ^b	0,35 ^a	0,35 ^a	0,26 ^b	0,05	0,33	0,41	0,43 ^a	0,31 ^b	0,14

¹ s_e = Residual-Standardabweichung

² Fettsäuren

³ konjugierte Linolsäuren

mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) und ärmer an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) als jenes der FVLI50-Tiere, wobei jedoch die Unterschiede beim Versuch Grabnerhof nicht signifikant waren. Der hohe Gehalt an PUFA der FVLI75- und LI100-Jungrinder war auf die hohen Ω 6- und Ω 3-Fettsäuren-Gehalte zurückzuführen, während jedoch der Gehalt an konjugierten Linolsäuren (CLA) niedriger war als bei den Vergleichsgruppen. Die hohen PUFA-Gehalte der Jungrinder mit hohem LI-Genanteil führten auch zu einem engeren (höheren) PUFA/SFA-Verhältnis gegenüber den FVLI50-Tieren. Das Fleisch der männlichen Tiere war ebenfalls signifikant reicher an PUFA und ärmer an MUFA als jenes der weiblichen, wobei in diesem Fall vor allem der höhere Ω 6-Fettsäuren-Gehalt im Fleisch der männlichen Jungrinder dafür verantwortlich war. Darüber hinaus wurde beim Versuch Grabnerhof auch ein höherer Ω 3-Fettsäuren-Gehalt im Fleisch der männlichen Tiere festgestellt. Daher besaß das Fleisch der Jungstiere auch ein engeres (höheres) PUFA/SFA-Verhältnis als jenes der Jungkalbinnen.

4. Diskussion

Die Gruppen mit den höheren LI-Genanteilen (LI100 bzw. FVLI75) wiesen in beiden vorliegenden Versuchen deutlich geringere tägliche Zunahmen auf als die Vergleichsgruppen. In einigen vorangegangenen Versuchen wurden ebenfalls niedrigere tägliche Zunahmen von LI- und FV×LI- gegenüber FV-Tieren festgestellt (FRELICH et al. 1998, CHAMBAZ et al. 2001, LINK et al. 2007, STEINWIDDER et al. 2007). Bei beiden aktuellen Versuchen wurden auch geringere Tageszunahmen der weiblichen Jungrinder im Vergleich zu den männlichen festgestellt, was mit den Ergebnissen von TEMISIAN (1989), SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1990), LINK et al. (2007), STEINWIDDER et al. (2007) sowie LITWINCZUK et al. (2013) übereinstimmt. In weiterer Folge waren die weiblichen Rinder in den beiden aktuellen Versuchen sowie in den Untersuchungen von KÖGEL et al. (2000), LINK et al. (2007) und VELIK et al. (2008) auch in den Nettotageszunahmen den männlichen Tieren deutlich unterlegen. Steigende LI-Genanteile und weibliches Geschlecht führen also zu geringeren Tageszunahmen, was vor allem wirtschaftliche Nachteile mit sich zieht, da sie die teuren Mastplätze länger beanspruchen als reinrassige FV-Tiere oder männliche Rinder. Für eine exakte Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Mastsysteme wäre allerdings auch die Futterverwertung notwendig, die in diesen Versuchen jedoch nicht erhoben werden konnte, da keine Futteraufnahmedaten vorlagen.

In beiden vorliegenden Versuchen wurde die Ausschachtung nicht signifikant vom Genotyp und nur im Versuch Grabnerhof signifikant vom Geschlecht beeinflusst, wobei die männlichen Tiere höhere Ausschachtungen erzielten als die weiblichen. Dagegen wurde in einigen früheren Versuchen bei LI- und FV×LI-Rindern eine signifikant höhere Ausschachtung als bei FV-Tieren festgestellt (STEINWIDDER und GOLD 1989, FRICKH und SÖLKNER 1997, DUFEY et al. 2002, CHOROSZY et al. 2006, LINK et al. 2007, ALBERTÍ et al. 2008, VELIK et al. 2008). Während in den eigenen Versuchen die Unterschiede zwischen den Ge-

notypen in der Ausschachtung max. 1 % betrug, waren bei FRICKH und SÖLKNER (1997) FV×LI-Tiere im Vergleich zu reinen FV-Tieren um 2,5 % und bei VELIK et al. (2008) sogar um 4 % überlegen. Daraus kann geschlossen werden, dass vor allem die Gebrauchskreuzung von LI-Vatertieren mit reinrassigen FV-Muttertieren höhere Ausschachtungen bringt, während sich weitere Steigerungen des LI-Genanteils nur mehr geringfügig positiv auswirken. Der Nachteil der geringen Tageszunahmen der LI- bzw. FV×LI-Rinder wird also teilweise durch die bessere Ausschachtung ausgeglichen. LINK et al. (2007) und VELIK et al. (2008) stellten zudem, wie beim Versuch Grabnerhof und im Gegensatz zum Versuch Hohenlehen, signifikant höhere Schlachtausbeuten bei den männlichen Tieren fest. Neben den höheren Tageszunahmen scheinen daher die männlichen Rinder auch in der Ausschachtung den weiblichen überlegen zu sein. Wirtschaftlich gesehen hat jedoch die Ausschachtung keine große Bedeutung, da sie bei der Bezahlung der Schlachtkörper keine unmittelbare Rolle spielt.

Für die Bezahlung von entscheidender Bedeutung ist dagegen die Fleisch- und Fettklassen-Einstufung. In beiden aktuellen Versuchen wurden die männlichen Jungrinder sowie die Tiere mit höherem LI-Genanteil als fleischiger und magerer eingestuft. Während die bessere Fleischigkeit auf jeden Fall als Vorteil einzustufen ist, deutet die niedrigere Fettklasseneinstufung (unter 2) auf eine zu geringe Fettabdeckung der Schlachtkörper hin. Das gewünschte Verfettungs-Niveau (Fettklasse 2 bis 3) wurde also nicht erfüllt, was jedoch vermutlich auch auf das relativ geringe Schlachalter zurückzuführen ist. Durch eine intensivere Fütterung in der Endmast der Jungrinder, die in diesem Versuch nicht durchgeführt wurde, könnte jedoch eine bessere Fettabdeckung erreicht werden. Die bessere Fleischigkeit von LI-Rindern sowie der männlichen Tiere wird von einigen Autoren bestätigt (KÖGEL et al. 2000, DUFEY et al. 2002, LINK et al. 2007, LITWINCZUK et al. 2013). Eine stärkere Verfettung der Kalbinnen im Vergleich zu den Jungstieren wurde auch von LINK et al. (2007) sowie von BUREŠ und BARTOŇ (2012) festgestellt. LINK et al. (2007) bestätigen auch die geringere Verfettung der LI-Rinder im Vergleich zum FV, während DUFEY et al. (2002) keine Unterschiede feststellten und beim Versuch von ALBERTÍ et al. (2008) sogar die LI-Rinder stärker verfettet waren als die FV-Tiere. Wenn eine ausreichende Fettabdeckung erreicht werden kann, haben daher Rinder mit hohem LI-Genanteil, aufgrund der besseren Fleischigkeit, hinsichtlich der Bezahlung der Schlachtkörper Vorteile.

In den aktuellen Versuchen wiesen die Tiere mit den höheren LI-Genanteilen jeweils einen signifikant höheren Anteil wertvoller Teilstücke auf als die FV×LI-Jungrinder, während dieses Merkmal vom Geschlecht unbeeinflusst blieb. Der positive Einfluss von LI-Genetik auf den Anteil wertvoller Teilstücke wird auch von FRICKH und SÖLKNER (1997), CHAMBAZ et al. (2003) sowie VELIK et al. (2008) bestätigt, wobei jedoch bei CHAMBAZ et al. (2003) der Unterschied zwischen LI und FV nicht signifikant war. Im Gegensatz zu den vorliegenden Versuchen stellten LINK et al. (2007) bei den weiblichen Tieren einen höheren Anteil wertvoller Teilstücke (Pistolenanteil) fest als bei den männlichen. Vor allem für Direktvermarkter kann der höhere Anteil wertvoller Teilstücke der Tiere mit dem höheren LI-Genanteil von Bedeutung sein, da wertvolle

Teilstücke teurer verkauft werden können als Schulter- oder Bauchfleisch.

Im Versuch Hohenlehen wurde festgestellt, dass Fleisch von reinen LI-Tieren signifikant heller ist als jenes von FV×LI-Rindern und dass Fleisch von weiblichen Tieren einen signifikant stärkeren Rotton besitzt als jenes von männlichen. Im Versuch Grabnerhof wurde die Fleischfarbe weder vom Genotyp noch vom Geschlecht beeinflusst. Auch in den Versuchen von FRICKH und SÖLKNER (1997), CHAMBAZ et al. (2003) sowie VELIK et al. (2008) wurden keine Unterschiede in den Farbmerkmalen zwischen FV- und FV×LI- bzw. FV- und LI-Tieren festgestellt. VELIK et al. (2008) stellten, wie beim Versuch Hohenlehen, eine intensivere Rotfärbung von Kalbinnenfleisch fest. Allerdings war in diesem Versuch auch die Gelbfärbung intensiver ausgeprägt als beim Fleisch der männlichen Tiere.

In den aktuellen Versuchen wurde kein signifikanter Einfluss des Genotyps auf Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust festgestellt. Dagegen wurden in früheren Versuchen höhere Tropf- sowie geringere Koch- und Grillsaftverluste bei Fleisch von LI- und FV×LI-Rindern im Vergleich zu jenem von reinen FV-Tieren beobachtet (CHAMBAZ et al. 2003, VELIK et al. 2008). Bei VELIK et al. (2008) wies das Fleisch weiblicher Tiere höhere Tropfsaftverluste sowie geringere Koch- und Grillsaftverluste auf als jenes der männlichen Tiere. Der höhere Tropfsaftverlust wurde auch in beiden vorliegenden Versuchen festgestellt, während der geringere Grillsaftverlust nur beim Versuch Grabnerhof und ein geringerer Kochsaftverlust in keinem der beiden Versuche nachgewiesen wurde.

Beim Versuch Hohenlehen war das Fleisch der LI-Tiere signifikant zarter als jenes der FV×LI-Rinder. Dagegen führte im Versuch Grabnerhof ein zunehmender LI-Genanteil zu numerisch steigenden Scherkraftwerten, was eine geringere Zartheit bedeutete. Bei genauerer Betrachtung der Einzeltierdaten des Versuchs Grabnerhof zeigte sich trotz nicht signifikanter Wechselwirkung, dass vor allem das Fleisch der männlichen FVLI75-Jungrinder deutlich höhere Scherkraftwerte aufwies als jenes der FVLI50-Jungstiere, während bei den weiblichen Tieren kein Unterschied festzustellen war. CHAMBAZ et al. (2003), VELIK et al. (2008) und CHRISTENSEN et al. (2011) bestätigen die Ergebnisse des Versuchs Hohenlehen, wobei bei den beiden ersten Autoren der Unterschied in der Zartheit des Fleisches zwischen FV und LI bzw. FV und FV×LI nicht signifikant war. Fleisch von weiblichen Tieren war in beiden aktuellen Versuchen zarter als jenes von männlichen, was mit den Untersuchungen von TEMISIAN (1989) und VELIK et al. (2008) übereinstimmt. Fleisch von Rindern mit hohem LI-Genanteilen sowie von Kalbinnen scheint saftiger und zarter zu sein als jenes von FV und männlichen Tieren. Die bessere Saftigkeit von Fleisch von LI-Rindern konnte jedoch in den eigenen Versuchen nicht statistisch bewiesen werden. In beiden aktuellen Versuchen wurde bei den Tieren mit höherem LI-Genanteil und bei den männlichen Rindern eine größere Rückenmuskelfläche festgestellt als bei den Vergleichsgruppen. Diese Ergebnisse stimmen mit jenen der Untersuchungen von FRELICH et al. (1998), KÖGEL et al. (2000), VELIK et al. (2008) sowie BUREŠ und BARTOŇ (2012) überein.

Das Fleisch der FVLI50-Tiere wies in beiden vorliegenden Versuchen einen höheren TM- und IMF-Gehalt auf als

jenes der Vergleichsgruppen, wobei jedoch beim Versuch Grabnerhof der Unterschied nicht signifikant war. Speziell zum IMF-Gehalt sind in der Literatur sehr unterschiedliche Ergebnisse zu finden. DUFEY und CHAMBAZ (2006) stellten bei LI-Rindern einen geringeren IMF-Gehalt als bei FV fest, während CHOROSZY et al. (2006) genau zum gegenteiligen Ergebnis kamen und bei VELIK et al. (2008) kein Unterschied zwischen reinen FV- und FV×LI-Tieren bestand. Weiters wurde in den aktuellen Versuchen auch ein höherer TM- und IMF-Gehalt der weiblichen Tiere festgestellt, was durch einige frühere Untersuchungen bestätigt wird (TEMISIAN 1989, VELIK et al. 2008, BUREŠ und BARTOŇ 2012).

Die Fettsäurezusammensetzung von Nahrungsmitteln gewann in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Ein niedriger Gehalt an, bei zu hoher Aufnahme, gesundheitsschädlichen SFA und ein hoher Gehalt an gesundheitsfördernden Ω 3-Fettsäuren sind erwünscht. Positive Wirkungen von Ω 3-Fettsäuren auf cardiale Funktionen, Blutdruck und Cholesteringehalte im Blut gelten als erwiesen (MENSINK und KATAN 1990, STEINHART 2008, FERRERI 2013). Hinsichtlich des Gehalts an SFA wurden in den aktuellen Versuchen keine Unterschiede zwischen den Genotypen und Geschlechtern festgestellt. Auch im Versuch von CHOROSZY et al. (2006) wurden keine unterschiedlichen SFA-Gehalte zwischen FV und LI festgestellt und bei FRICKH et al. (2003) sowie BARTOŇ et al. (2011) traten auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern auf. In den vorliegenden Versuchen war der MUFA-Gehalt bei den Tieren mit hohem LI-Genanteil sowie bei den männlichen Jungrindern niedriger und der PUFA-Gehalt höher als bei den Vergleichsgruppen. CHOROSZY et al. (2006) stellten jedoch einen höheren MUFA- und numerisch geringeren PUFA-Gehalt im Fleisch von LI-Tieren im Vergleich zum FV fest. Höhere MUFA- und geringere PUFA-Gehalte im Fleisch von weiblichen Tieren im Vergleich zu den männlichen wurden in den eigenen Versuchen und in den Arbeiten von FRICKH et al. (2003) und BARTOŇ et al. (2011) beobachtet.

In den vorliegenden Versuchen wiesen die Tiere mit den höheren LI-Genanteilen und die männlichen Rinder höhere Gehalte an diätetisch wertvollen Ω 6- und Ω 3-Fettsäuren auf als die FVLI50-Tiere und die weiblichen Jungrinder. Die Ergebnisse hinsichtlich der Geschlechter werden von BARTOŇ et al. (2011) bestätigt. Dagegen war in der Untersuchung von CHOROSZY et al. (2006) das Fleisch von FV-Tieren numerisch reicher an diesen beiden Fettsäuregruppen als jenes der LI-Rinder. In diesem Versuch wurden die Tiere allerdings auf höhere Mastendgewichte (ca. 550 kg) gemästet und intensiver gefüttert (Grassilage, Maissilage, Kraftfutter).

Ein möglichst enges (hohes) PUFA/SFA-Verhältnis ist erwünscht, da es darauf hinweist, dass der Gehalt an den unerwünschten SFA im Verhältnis zu den PUFA gering ist. In den vorliegenden Versuchen wiesen die Tiere mit hohem LI-Genanteilen und die männlichen Jungrinder höhere und damit günstigere PUFA/SFA-Verhältnisse auf als die Vergleichsgruppen. Auch BARTOŇ et al. (2011) stellten bei den männlichen Tieren ein höheres PUFA/SFA-Verhältnis fest als bei den weiblichen. Von Bedeutung ist neben dem PUFA/SFA-Verhältnis auch das Ω 6/ Ω 3-Verhältnis, da es Auskunft über den Gehalt an gesundheitsfördernden

$\Omega 3$ - Fettsäuren gibt. Erwünscht ist, dass dieses Verhältnis kleiner als 4 – 5:1 ist (STEINHART 2008, FERRERI 2013). In den vorliegenden Versuchen lag dieses Verhältnis jeweils bei ca. 2:1, wobei jedoch zwischen den Genotypen und den Geschlechtern keine Unterschiede auftraten. In der Arbeit von CHOROSZY et al. (2006) war das $\Omega 6/\Omega 3$ -Verhältnis bei FV-Tieren signifikant höher als bei LI-Rindern, wobei jedoch bei beiden Rassen das Verhältnis, bedingt durch eine intensivere Fütterung, höher als 5:1 war.

5. Schlussfolgerungen

Ob Rindermast wirtschaftlich erfolgreich ist, hängt vor allem von der Mastleistung sowie der Fleischigkeit und der Verfettung der Schlachtkörper ab. Die vorliegenden Versuche zeigen, dass FV×LI-Jungrinder den reinrassigen LI in den täglichen Zunahmen deutlich überlegen sind, das heißt die Kreuzungstiere wachsen schneller, was wahrscheinlich auf die höhere Milchleistung der FV-Kühe zurückzuführen ist. Dagegen haben die reinrassigen LI-Rinder den Vorteil, dass die Schlachtkörper fleischiger sind als jene der FV×LI-Tiere. Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit muss daher abgewogen werden, welches Kriterium für den jeweiligen Betrieb bedeutender ist. Aufgrund ansprechender täglicher Zunahmen und guter Schlachtleistung und Fleischqualität ist die Gebrauchskreuzung von FV-Kühen mit LI-Stieren auf jeden Fall zu empfehlen. Bei Mast von Jungrindern mit hohem LI-Genanteil oder reinrassigen LI-Tieren sollten solche Vermarktungsstrategien bevorzugt werden, bei denen hohe Anteile wertvoller Teilstücke bzw. gute Fleischqualitäten honoriert werden, damit Nachteile in der Mastleistung ausgeglichen werden können. Männliche Jungrinder sind den weiblichen sowohl in den täglichen Zunahmen als auch in der Fleischigkeit überlegen, sollten aber am Ende etwas intensiver gemästet werden, damit sie auch genügend Fett ansetzen und hohe Preis-Abzüge aufgrund einer etwaigen Einstufung in die Fettklasse 1 vermieden werden können.

Für Schlachthöfe und Direktvermarkter sind jedoch, neben Mastleistung, Fleischklasse und Fettklasse, vor allem die Ausschachtung sowie der Anteil wertvoller Teilstücke von Bedeutung. Während die Ausschachtung bei den FV×LI- und LI-Jungrindern sowie bei den männlichen und weiblichen Tieren ähnlich ist, ist der Anteil wertvoller Teilstücke bei den reinrassigen LI-Jungrindern deutlich höher als bei den Kreuzungstieren. Das Geschlecht scheint keinen Einfluss auf den Anteil wertvoller Teilstücke zu haben. Aufgrund von höheren Preisen von wertvollen Teilstücken gegenüber weniger wertvollen können deshalb mit LI-Jungrindern höhere Verkaufserlöse erzielt werden.

Für den Konsumenten ist jedoch die Fleischqualität das entscheidende Kriterium. Fleisch von reinrassigen LI-Jungrindern sowie von weiblichen Tieren kann aufgrund der vorliegenden und auch aufgrund früherer Versuche als zarter und etwas saftiger eingestuft werden. Das Fleisch von reinrassigen LI-Jungrindern hat zudem den Vorteil, dass es reicher an $\Omega 3$ -Fettsäuren und somit gesünder ist, als jenes von FV×LI-Kreuzungstieren. Daher kann abschließend resümiert werden, dass FV×LI-Jungrinder zwar in der Mastleistung überlegen sind, jedoch in den wichtigen Schlachtleistungs- und Fleischqualitätsmerkmalen nicht mit den reinrassigen LI mithalten können.

6. Literatur

- ALBERTÍ, P., B. PANEÁ, C. SAÑUDO, J. OLLETA, G. RIPOLL, P. ERTBJERG, M. CHRISTENSEN, S. GIGLI, S. FAILLA und S. CONCETTI, 2008: Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livest. Sci.* 114, 19-30.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2013: Mutterkuh- und Ochsenhaltung 2012 – Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen Mutterkuh- und Ochsenhaltung. G&L Werbe- und Verlags GmbH, Wien, 67 S.
- BUREŠ, D. und L. BARTOŇ, 2012: Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech J. Anim. Sci.* 1, 34-43.
- BARTOŇ, L., D. BUREŠ, T. KOTT und D. ŘEHÁK, 2011: Effect of sex and age on bovine muscle and adipose fatty acid composition and stearoyl-CoA desaturase mRNA expression. *Meat Sci.* 89, 444-450.
- CHAMBAZ, A., I. MOREL, M.R. SCHEEDER, M. KREUZER und P.-A. DUFÉY, 2001: Characteristics of steers of six beef breeds fattened from eight months of age and slaughtered at a target level of intramuscular fat – I. Growth performance and carcass quality. *Arch. Tierz.* 44, 395-411.
- CHAMBAZ, A., M. SCHEEDER, M. KREUZER und P.-A. DUFÉY, 2003: Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci.* 63, 491-500.
- CHASSOT, A., 2008: Mutterkuh-Typ und Mastleistung von Limousin-Remonten. *Agrarforschung* 15, 530-535.
- CHOROSZY, Z., K. BILIK, B. CHOROSZY und M. LOPUSZANSKA-RUSEK, 2006: Effect of breed of fattened bulls on the composition and functional properties of beef. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 24, 61-69.
- CHRISTENSEN, M., P. ERTBJERG, S. FAILLA, C. SAÑUDO, R.I. RICHARDSON, G.R. NUTE, J.L. OLLETA, B. PANEÁ, P. ALBERTÍ, M. JUÁREZ, J.-F. HOCQUETTE und J.L. WILLIAMS, 2011: Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Sci.* 87, 61-65.
- DGF, 2006: Methode C-VI 11 (98) – Fettsäuremethylester (TMSH-Methode). In: DGF (Hrsg.): DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- DUFÉY, P.-A. und A. CHAMBAZ, 1999: Einfluss von Produktionsfaktoren auf die Rindfleischqualität. *Agrarforschung* 6, 345-348.
- DUFÉY, P.-A., A. CHAMBAZ, I. MOREL und A. CHASSOT, 2002: Vergleich sechs verschiedener Fleischrinderrassen. *SVAMH-Nachrichten* 10, 79-94.
- DUFÉY, P.-A. und A. CHAMBAZ, 2006: Chemisch-physikalische Fleischqualität von sechs Rinderrassen. *Agrarforschung* 13, 464-469.
- FERRERI, C., 2013: Chapter 26 – Omega 3 Fatty Acids and Bioactive Foods: From Biotechnology to Health Promotion. In: WATSON, R.R. und V.R. PREEDY (Hrsg.): Bioactive food as dietary interventions for liver and gastrointestinal disease, Academic Press, San Diego, 401-419.
- FOLCH, J., M. LEES und G.H. SLOANE STANLEY, 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- FRELICH, J., J. VORISKOVA, J. KUNIK und J. KVAPILIK, 1998: Mast- und Schlachtleistungen von Bullen aus Gebrauchskreuzungen tschechischer Rinderrassen mit Fleischrinderrassen. *Arch. Tierz.* 41, 533-544.

- FRICKH, J. und J. SÖLKNER, 1997: Die Messung der Fleischfarbe als Qualitätsmerkmal beim Rindfleisch – Ergebnisse eines Rassenvergleiches. *Züchtungskunde* 69, 163-180.
- FRICKH, J.J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG, 2003: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 75, 16-30.
- GROHSEBNER, C., 2013: Rinderrassen in Österreich – Auswertung aus der Rinderdatenbank zum Stichtag 1. Dezember 2012. Informationen der Internethomepage: http://www.rinderzucht-tirol.at/fileadmin/Bilder/PDF_Downloads/RinderRASSEN_2012.pdf, besucht am 29.08.2013.
- KÖGEL, J., M. PICKL, J. ROTT, W. HOLLWICH, R. SARREITER und N. MEHLER, 2000: Kreuzungsversuch mit Charolais, Blonde d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe – 2. Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. *Züchtungskunde* 72, 201-216.
- LINK, G., H. WILLEKE, M. GOLZE und U. BERGFELD, 2007: Mast- und Schlachtleistung bei Bullen und Färsen von Fleischrinderrassen und der Kreuzung Deutsch Angus×Fleckvieh. *Arch. Tierz.* 50, 356-362.
- LITWINCZUK, Z., P. STANEK, P. JANKOWSKI, P. DOMARADZKI und M. FLOREK, 2013: Schlachtwert von Limousin-Kälbern mit unterschiedlichem Alter und Gewicht. *Fleischwirtschaft* 8, 103-106.
- MENSINK, R.P. und M.B. KATAN, 1990: Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *New Engl. J. Medic.* 323, 439-445.
- SAS Institute Inc., 2010: SAS/STAT 9.22 User's Guide. Cary, NC (USA): SAS Institute Inc., 8460 S.
- SCHWARZ, F. und M. KIRCHGESSNER, 1990: Vergleichende Untersuchungen zur Mastleistung von Jungbullen, Ochsen und Färsen der Rasse Fleckvieh. *Züchtungskunde* 62, 384-396.
- STATISTIK AUSTRIA, 2013a: Lebend- und Schlachtgewichte. Informationen der Internethomepage: http://www.statistik.at/web_de/static/durchschnittliche_lebend-_und_schlachtgewichte_2012_070779.pdf, besucht am 29.08.2013.
- STATISTIK AUSTRIA, 2013b: Rinderbestand 1. Juni 2013. Informationen der Internethomepage: http://www.statistik.at/web_de/static/rinderbestand_juni_2013_072385.pdf, besucht am 29.08.2013.
- STEINHART, H., 2008: Fettsäuren im Fokus. *Forschung* 33, 8-11.
- STEINWENDER, R. und H. GOLD, 1989: Produktionstechnik und Gebrauchskreuzungen in der Mutterkuhhaltung. *Die Bodenkultur* 40, 335-354.
- STEINWIDDER, A., J. FRICKH, K. LUGER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HUBER und L. GRUBER, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 74, 104-120.
- TEMISIAN, V., 1989: Bullen – Ochsen – Färsen. *Der Tierzüchter* 41, 286-289.
- VELIK, M., A. STEINWIDDER, J.J. FRICKH, G. IBI und A. KOLBE-RÖMER, 2008: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 80, 378-388.

Nährstoffgehalt und Pansen-Abbaubarkeit verschiedener Silomais-Sorten

Nutritive value and rumen degradability of different varieties of forage maize

Leonhard Gruber^{1*}, Georg Terler^{1,2}, Anton Schauer¹ und Franz Kastenhuber³

Zusammenfassung

Da Silomais in Österreich in der Rinderfütterung ein sehr wichtiges Futtermittel ist, wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Versuch zur ruminalen Abbaubarkeit von Silomais durchgeführt. Ziel dieses Projekts war, den Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die Zusammensetzung und den ruminalen Trockenmasse-Abbau von Restpflanze, Kolben und Gesamtpflanze festzustellen. Dazu wurden neun Sorten drei Jahre hindurch angebaut und zu drei verschiedenen Erntezeitpunkten geerntet. Danach wurden Restpflanze und Kolben getrennt siliert und anschließend die Analyse der Weender-Rohnnährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen durchgeführt. Der ruminale Trockenmasse-Abbau wurde mittels *in situ*-Untersuchungen an vier pansenfistulierten Rindern ermittelt.

Alle drei Faktoren hatten einen signifikanten Einfluss auf den Kolbenanteil sowie den Trockenmasse-Gehalt von Restpflanze, Kolben und Gesamtpflanze. Bei der Restpflanze war ein signifikanter Einfluss des Jahres auf alle Weender Rohnnährstoffe sowie der Sorte auf XL und ADL und des Erntezeitpunktes auf XL, XP und ADL festzustellen. Bei Kolben und Gesamtpflanze beeinflussten das Jahr und der Erntezeitpunkt fast alle Nährstoffe und Faserbestandteile signifikant, während die Sorte nur auf den XP- und XL-Gehalt des Kolbens sowie die Weender-Rohnnährstoffe und den ADF-Gehalt der Gesamtpflanze einwirkte. Bei der Restpflanze beeinflussten alle drei Versuchsfaktoren die potentielle und effektive Trockenmasse-Abbaubarkeit signifikant. Beim Kolben wurde ein signifikanter Einfluss der Sorte und des Erntezeitpunktes auf die potentielle Abbaubarkeit festgestellt, jedoch nicht des Jahres. Auf die effektive Abbaubarkeit hatten Erntezeitpunkt und Jahr in jedem Fall einen signifikanten Einfluss. Für die Sorte wurde das nur bei geringen Passageraten (2 % je h) festgestellt. Bei der Gesamtpflanze übten alle drei Versuchsfaktoren einen signifikanten Einfluss auf die effektive Abbaubarkeit aus, während die potentielle Abbaubarkeit nur von der Sorte abhängig war.

Schlagwörter: ruminale Abbaubarkeit, Restpflanze, Kolben, Sorte, Erntezeitpunkt

Summary

Due to the significance of forage maize in Austrian cattle feeding systems, an experiment was carried at AREC Raumberg-Gumpenstein (Styria, Austria), testing the rumen degradability of corn silage. The aim of the project was to evaluate the influence of variety, stage of maturity and year on composition and rumen dry matter degradability of stover, cob and whole plant. For this reason nine different varieties of maize were planted for three years and harvested at three different stages of maturity. After harvest stover and cob were ensiled separately and proximate as well as detergent analysis were carried out. Rumen dry matter degradability was determined by the *in situ* method using four steers.

All factors had a significant impact on the proportion of cob in the whole plant and on the content of dry matter in stover, cob and whole plant. The factor year had a significant effect on the content of all proximate fractions in the stover, while variety only influenced the content of XL and ADL and the maturity stage affected the content of XL, XP and ADL in this plant fraction. Year and maturity stage had a significant impact on most proximate fractions and fibre components in the cob and in the whole plant. Variety only influenced the content of XP and XL in the cob as well as the proximate fractions and the content of ADF in the whole plant. Variety, maturity stage and year had a significant impact on the potential and effective degradability of the stover. Variety and maturity stage also had a significant influence on the rumen degradability of the cob, while factor year showed no significant impact. The effective degradability of the cob was influenced by maturity stage and year, regardless which passage rate was used. The variety only had an impact on effective degradability, if the passage rate was low (2 % per h). All factors showed a significant influence on effective degradability of the whole plant, while the potential degradability only was influenced by variety.

Keywords: rumen degradability, stover, cob, variety, maturity stage

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

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

³ Landwirt und Versuchsbetrieb für die AGES, Bachloh 19, A-4654 Bad Wimsbach

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

1. Einleitung und Literaturübersicht

Bei der Maispflanze handelt es sich um eine spezielle Pflanzenart, die sich aus dem energiereichen, hochverdaulichen Maiskolben und der rohfaserreichen, schwer verdaulichen Restpflanze zusammensetzt (GRUBER et al. 1983, HEIN und GRUBER 2003). Der Futterwert von Silomais wird daher sehr stark von den Anteilen der Restpflanze und des Kolbens an der Gesamtpflanze sowie von deren chemischer Zusammensetzung und Verdaulichkeit bestimmt (PARYS et al. 2000, ETTLE und SCHWARZ 2003). Neben anderen Faktoren können Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr den Kolbenanteil, den Nährstoffgehalt und die Verdaulichkeit von Silomais beeinflussen. Deshalb wurde vom LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Versuch zur Ermittlung des Nährstoffgehalts und der ruminalen Abbaubarkeit von Restpflanze, Kolben und Gesamtpflanze neun verschiedener Silomais-Sorten unterschiedlicher Reifezahl durchgeführt. Um auch Aussagen über die Bedeutung des Erntezeitpunktes und des Jahres für den Futterwert von Silomais zu erhalten, wurde der Versuch über drei Jahre hinweg angelegt und die verschiedenen Sorten jeweils zu drei verschiedenen Erntezeitpunkten geerntet.

Die unterschiedliche Nährstoff-Zusammensetzung von Restpflanze, Kolben und Gesamtpflanze kommt in *Tabelle 1* zum Ausdruck (INRA 1989, DLG 1997, NRC 2001). Beim Vergleich von Restpflanze und Kolben fällt auf, dass der Kolben reicher an hochverdaulichen Nährstoffen (Rohprotein (XP), Rohfett (XL) und Stickstoff-freien Extraktstoffen (XX)) ist, während die Restpflanze höhere Gehalte an Rohfaser (XF), Säure-Detergenzien-Faser (ADF) und Rohasche (XA) aufweist. Je nach Sorte und Reifestadium ergeben sich für die Gesamtpflanze Werte, die eher jenen der Restpflanze oder jenen des Kolbens entsprechen, wobei dem Kolbenanteil die entscheidende Bedeutung zukommt (GROSS 1970a). Der Kolbenanteil ist ein Unterscheidungsmerkmal für Sorten und nimmt mit fortschreitender Reife deutlich zu (GRUBER et al. 1983, PEX et al. 1996, GRUBER und HEIN 2006, METWALLY und SCHWARZ 2010). Das führt dazu, dass die Gehalte an Trockenmasse (TM) und XX in der Gesamtpflanze mit zunehmendem Alter deutlich ansteigen, während der XF- und XA-Gehalt sinkt (GRUBER et al. 1983, PEX et al. 1996). Bei hohen TM-Gehalten von Ganzpflanzen-Silagen (über 35 %) kann der XF-Gehalt

jedoch wieder zunehmen, was negative Auswirkungen auf den Futterwert hat (HERTER et al. 1996).

Der mit fortschreitender Reife zunehmende Kolbenanteil ist vor allem auf die Stärkeeinlagerung in den Kolben zurückzuführen. Von Beginn der Milchreife bis zur Druschreife verdoppelt sich der Stärkegehalt im Kolben innerhalb weniger Wochen von etwa 23 auf 48 %, was mit einem starken Anstieg des TM-Gehalts von etwa 22 auf 53 % einhergeht (GRUBER et al. 1983). Gleichzeitig steigt in der Restpflanze der Gehalt an Rohfaser bzw. Gerüstsubstanzen an, da zunehmend Hemizellulose, Zellulose und Lignin gebildet werden (THOMET et al. 1986, HEIN und GRUBER 2003). Ziel bei Ernte von Silomais sollte daher sein, möglichst zu jenem Erntezeitpunkt zu ernten, bei welchem der Stärkegehalt im Kolben möglichst hoch ist, während der Anteil der XF in der Restpflanze noch niedrig bzw. gut verdaulich ist. TM-Gehalte des Kolbens über 45 % und der Gesamtpflanze zwischen 30 und 35 % werden aus diesem Grund von verschiedenen Autoren als optimal betrachtet (GRUBER et al. 1983, DACCORD et al. 1995, PEX et al. 1996, BAL et al. 1997).

Anhand des Nährstoffgehalts allein kann der Futterwert von Silomais nicht ausreichend beschrieben werden, da auch die Bindung der Nährstoffe in der Pflanze und daraus folgend die Verdaulichkeit eine entscheidende Rolle spielen. Dabei ist vor allem die Verdaulichkeit der Restpflanze interessant, da in verschiedenen Versuchen je nach Sorte sehr unterschiedliche Fasergehalte und Verdaulichkeiten festgestellt wurden (BAL et al. 2000a, BAL et al. 2000b, SCHLAGHECK 2001). Aber auch in der Kolben-Verdaulichkeit können Unterschiede zwischen den Sorten auftreten (HEPTING 1988a, THOMET et al. 1986). VERBIČ et al. (1995) stellten darüber hinaus fest, dass auch die ruminale Abbaubarkeit je nach Sorte stark variieren kann, wobei vor allem die Unterschiede in der Stängel-Abbaubarkeit sehr groß waren. Aber auch die Abbaubarkeit von Blättern, Körnern und Spindeln wurde in diesem Versuch signifikant von der Sorte beeinflusst. GRUBER et al. (2006) stellten jedoch keine Unterschiede in der ruminalen Abbaubarkeit der Gesamtpflanze zwischen den Sorten fest. Allerdings war in diesem Versuch zu sehen, dass spätreife Sorten im Vergleich zu frühreifen einen höheren Anteil der sofort löslichen Fraktion und einen niedrigeren Anteil der potentiell abbaubaren Fraktion

aufweisen. Auch andere Versuche stellten für die Abbaubarkeit der Gesamtpflanze fest, dass je nach Sorte eine höhere Abbaubarkeit der Restpflanze zu einer geringeren Abbaubarkeit des Kolbens führen kann und umgekehrt (BAL et al. 2000a, KURTZ et al. 2004).

Mit zunehmendem Reifestadium der Restpflanze nimmt die Verdaulichkeit der TM sowie der Rohnährstoffe (XP, XX, XL, XF) ab (GROSS 1980, HEIN et al. 1996). Die Verdaulichkeit der Nährstoffe im Kolben ist bedeutend höher als in der Restpflanze (GROSS und PESCHKE 1980). Während beim Kolben, wie bei der Restpflanze, die Verdaulichkeit von XP und XF

Tabelle 1: Durchschnittliche Nährstoffgehalte von silierten Restpflanzen, Kolben und Gesamtpflanzen (TM in g/kg FM und XP ... NFC in g/kg TM)

	Restpflanze		Kolben		Gesamtpflanze		
	DLG (1997)	INRA (1989)	DLG (1997)	INRA (1989)*	DLG (1997)	INRA (1989)	NRC (2001)
TM	350	310	600	530	170 – 380	240 – 350	235 – 442
XP	69	66	95	83	80 – 101	77 – 105	85 – 97
XL	15		40		32 – 36		25 – 32
XF	307	337	89	90	177 – 277	165 – 226	
XX	477		753		508 – 666		
OM	868	907	977	981	918 – 957	929 – 953	952 – 960
XA	132	93	23	19	43 – 82	47 – 71	40 – 48
NDF							445 – 541
ADF		368		111		189 – 253	275 – 341
ADL							26 – 35
NFC							289 – 398

* Werte für Lieschkolben-Silagen

mit fortschreitender Reife zurückgeht, nimmt jene von XX und organischer Masse (OM) deutlich zu (GROSS 1980, GRUBER et al. 1983). In der Gesamtpflanze nimmt mit zunehmendem Alter die Verdaulichkeit von XP und XF ebenfalls ab (GROSS 1970b, DI MARCO et al. 2002, ETTLE und SCHWARZ 2003). Zur Entwicklung der Verdaulichkeit von XX finden sich in der Literatur jedoch unterschiedliche Aussagen. Während GROSS (1970a) sowie ETTLE und SCHWARZ (2003) eine Zunahme der XX-Verdaulichkeit mit zunehmender Reife beobachteten, nahm sie bei ANDRAE et al. (2001) und JENSEN et al. (2005) ab.

Auch die ruminale Abbaubarkeit der Restpflanze geht mit fortschreitendem Reifestadium zurück (FLACHOWSKY et al. 1993, AKBAR et al. 2002). Diese Autoren stellten weiters eine weitgehend gleich bleibende Abbaubarkeit des Kolbens fest, während ETTLE et al. (2001) eine abnehmende Abbaubarkeit siliierter Maiskörner beobachteten. Die ruminale Abbaubarkeit von TM, XP, XF und Stärke geht mit zunehmendem Alter der Gesamtpflanze zurück (BAL et al. 2000a, ANDRAE et al. 2001, JOHNSON et al. 2003). Das ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die im Pansen sofort lösliche Fraktion mit zunehmendem Vegetationsstadium abnimmt und die potentiell abbaubare Fraktion zunimmt (GRUBER et al. 2006).

Das Jahr hat einen signifikanten Einfluss auf die Verdaulichkeit von Restpflanze und Kolben (THOMET et al. 1986, HEPTING 1988a, JOHNSON et al. 2003). Dabei spielt vor allem die Witterung eine Rolle, da sie das Abreifeverhalten von Restpflanze und Kolben beeinflusst. Sowohl kühle (zu langsame Kolben-Reifung) als auch sehr warme und trockene Witterung (zu rasche Abreife der Restpflanze) können negative Auswirkungen auf die Verdaulichkeit der Maisgesamtpflanze haben (THOMET et al. 1986, JOHNSON et al. 2003).

2. Tiere, Material und Methodik

Der Anbau der neun verschiedenen Maissorten erfolgte auf einem homogenen Feld in Bad-Wimsbach-Neydhardt, in der Nähe von Wels in Oberösterreich. Der Versuch erstreckte sich über drei Jahre (2007, 2008 und 2010). Als drittes Versuchsjahr war ursprünglich 2009 geplant, allerdings zerstörte in diesem Jahr ein Hagelunwetter die Ernte. Die Ernte erfolgte jeweils zu drei verschiedenen Erntezeitpunkten, wobei von jeder Sorte zu jedem Erntezeitpunkt 30 Pflanzen geerntet wurden. Restpflanze (Stängel, Blätter und Lieschblätter) und Kolben (Körner und Spindel) wurden anschließend getrennt voneinander gehäckselt und weiterverarbeitet. Um die Abbaubarkeit der Gesamtpflanze zu ermitteln, wurden die jeweiligen Werte von Restpflanze und Kolben mit dem Kolben- bzw. Restpflanzenanteil gewichtet und daraus die Daten für die Gesamtpflanze berechnet.

2.1 Sortenwahl und Erntezeitpunkte

Für diesen Versuch wurden neun verschiedene Silomais-Sorten unterschiedlicher Reifezahl (RZ), nach Beratung mit namhaften Silomais-Experten der AGES und der Landwirtschaftskammern, ausgewählt. Davon gehören jeweils drei Sorten der Reifegruppe I (früh bis mittelfrüh reifend, RZ 230 – 260), der Reifegruppe II (mittelfrüh bis mittelspät reifend, RZ 260 – 320) und der Reifegruppe III (mittelspät bis sehr spät reifend, RZ > 320) an. Deutliche Unterschei-

dungsmerkmale zwischen den Reifegruppen, welche auch für die ruminale Abbaubarkeit interessant sind, sind die Jugendentwicklung und die Blattabreife. Die Sorten der Reifegruppe I weisen meist eine raschere Jugendentwicklung und Blattabreife auf als jene der Reifegruppe II, was auch für die Sorten der Reifegruppe II gegenüber jenen der Reifegruppe III gilt (AGES 2012). Einen Überblick über die verwendeten Sorten gibt *Tabelle 2*.

Tabelle 2: Überblick über Reifegruppe und Reifezahl der im Versuch verwendeten Sorten (PIONEER 2012, AGES 2012)

Sorte	Reifegruppe	Reifezahl
NUESTRO	I	230
NK FALKONE	I	250
BEATLE	I/II	260
ROBERTO	II	270
PR39T45	II	280
RONALDINIO	II	290
DK315	III	320
PR39F58	III	320
FRIEDRIX	III	330

Die drei Erntetermine richteten sich jeweils nach dem TM-Gehalt des Kolbens. Während die früheste Ernte (VOR) bei einem TM-Gehalt von 45 – 50 % erfolgte, wurden die mittlere Ernte (HAUPT) bei einem TM-Gehalt von 50 – 55 % und die späteste Ernte (NACH) bei einem TM-Gehalt von 55 – 60 % durchgeführt.

2.2 Ermittlung des Nährstoffgehalts und der ruminale Abbaubarkeit

2.2.1 Probenvorbereitung

Die Maispflanzen wurden geerntet, in Restpflanzen und Kolben getrennt, zerkleinert und in kleinen Plastiksilos siliert. Nach 8 Wochen wurden die Silagen entnommen und ein Teil für die Nährstoff-Analysen (Weender-Nährstoffe, Gerüstsubstanzen) schonend bei 50 – 55 °C getrocknet, während der andere Teil für die *in situ*-Untersuchungen gefriergetrocknet und durch ein 2 mm-Sieb gemahlen wurde, um ein homogenes Probenmaterial zu erhalten. Anschließend wurden rechteckige Nylon-Säckchen (10 × 20 cm) mit einer Porengröße von 50 µm vorbereitet, in die das Probenmaterial eingewogen wurde (ANKOM Technology, Macedon, New York, USA). Die Einwaage-Menge richtete sich nach dem Futtermittel (Restpflanze oder Kolben) und nach der Inkubationsdauer der Säckchen (0 bis 120 Stunden) und erfolgte auf ± 0,05 g genau (*Tabelle 3*).

Für die Ermittlung der ruminale Abbaubarkeit wurden bei der Restpflanze 10 und beim Kolben 9 verschiedene Inkubations-Stufen ausgewählt, wobei jeweils in den ersten 24 Stunden nach der Inkubation die meisten Zeitstufen angelegt wurden. Beim Kolben wurde auf die letzte Zeitstufe (120 Stunden) verzichtet, da zu erwarten war, dass er nach 96 Stunden schon höchstmöglich abgebaut ist. Um jenen Anteil des Futtermittels ermitteln zu können, der bereits unmittelbar nach der Inkubation im Pansen gelöst wird, wurden auch Säckchen vorbereitet, die gleich wie alle anderen behandelt wurden, mit dem Unterschied, dass sie nicht inkubiert wurden, sondern in einer Waschmaschine die Wasserlöslichkeit bestimmt wurde (Zeitstufe 0 Stunden).

Tabelle 3: Inkubationsstufen und Einwaage-Mengen für Restpflanze und Kolben

Zeitstufe	Restpflanze			Kolben		
	Stunden	Einwaage g	Einwaage mg/cm ²	Stunden	Einwaage g	Einwaage mg/cm ²
0	0	5,7	15	0	5,7	15
1	3	5,7	15	3	5,7	15
2	6	5,7	15	6	5,7	15
3	10	5,7	15	10	5,7	15
4	14	5,7	15	14	5,7	15
5	24	5,7	15	24	5,7	15
6	42	5,7	15	48	12	31,6
7	65	5,7	15	72	18	47,4
8	92	6,2	16,3	96	24	63,2
9	120	6,2	16,3			

2.2.2 Inkubation der Proben

Alle Zeitstufen eines Futtermittels wurden in der gleichen Woche (entspricht einer Serie) inkubiert, wobei in einer Serie immer mehrere Futtermittel gleichzeitig getestet wurden. Vor der Inkubation wurden die Säckchen in 38 °C warmem Wasser angewärmt, damit sie die gleiche Temperatur wie der Panseninhalt aufwiesen. Die Inkubation erfolgte über eine Pansenfistel, an dessen Deckel eine ca. 60 cm lange Schnur mit einem Eisenring am Ende befestigt war. An diesem Eisenring waren Karabiner angebracht, in welche die – mit einem Kabelbinder verbundenen – Säckchen einer Serie eingehängt wurden. Danach wurden die Säckchen – durch die Schwimmdecke – in den Pansensee gedrückt, wo sie bis zur Entnahme blieben. Nach der jeweiligen Inkubationsdauer wurden die Säckchen entnommen und anschließend sofort in Eiswasser getaucht, damit die mikrobiellen Abbauvorgänge möglichst schnell zum Stillstand kommen. Danach wurden sie in einer Waschmaschine mit kaltem Wasser für ca. 30 Minuten gewaschen, damit die in den Säckchen noch vorhandenen Mikroben entfernt werden konnten. Bis zur Trocknung wurden die Proben in einem Tiefkühlraum eingefroren.

2.2.3 Nachbehandlung der Proben

Nach dem Auftauen der Säckchen wurden sie einzeln auf einem Gitterrost aufgelegt und anschließend bei 50 – 55 °C für 72 Stunden getrocknet. Nach dieser Trocknung wurden jeweils zwei vorbereitete Säckchen nochmals bei 105 °C für 24 Stunden getrocknet, um den Residuen die Restfeuchtigkeit zu entziehen und somit deren TM-Gehalt feststellen zu können. Auch der TM-Gehalt des eingewogenen Materials wurde durch eine Trocknung bei 105 °C für 24 Stunden bestimmt. Nach der Trocknung wurde das Bruttogewicht (Säckchen + Residue) der inkubierten Proben bestimmt. Durch Abzug des vor der Inkubation bestimmten Säckchen-Gewichts konnte somit das Residuen-Gewicht (die Auswaage) bestimmt und die Abbaubarkeit der TM berechnet werden (TM-Abbaubarkeit (%) = 100 – (Auswaage/Einwaage) × 100).

2.3 Versuchstiere

Als Versuchstiere standen für die Jahre 2007 und 2008 vier Ochsen und für das Jahr 2010 drei Ochsen und eine trockenstehende Kuh der Rassen Braunvieh und Holstein Friesian zur Verfügung. Allen Tieren wurde vor dem Versuch durch eine Operation eine Pansenfistel mit einem

Durchmesser von 10 cm eingesetzt. Die Tiere wurden in einem Tieflaufstall gehalten und viermal täglich um 08:00, 11:00, 14:00 und 18:00 Uhr gefüttert. Die Ration setzte sich zu je 25 % aus Heu, Grassilage, Maissilage und einer Kraftfuttermischung zusammen und entsprach in etwa dem Erhaltungsbedarf der Tiere. Während Grassilage, Maissilage und Kraftfutter den Tieren bei jeder Fütterung vorgelegt wurde, wurde Heu nur um 8:00 und 18:00 Uhr angeboten.

2.4 Statistische Auswertung

Die Aufbereitung der Daten und die Berechnung der Werte für die Gesamtpflanze erfolgte mit dem Computerprogramm Excel, die statistische Auswertung mit dem Programm STATGRAPHICS Centurion XVI. Die Berechnung der Abbauparameter a, b und c erfolgte anhand einer nicht-linearen Regression nach der Formel von ØRSKOV und McDONALD (1979):

$$P = a + b \times (1 - e^{-c \times t})$$

P = ruminaler Abbau nach Zeit t (%)

a = rasch und vollständig lösliche Fraktion des Futtermittels (%); entspricht dem Schnittpunkt der Abbaukurve mit der y Achse zum Zeitpunkt t = 0

b = potentiell abbaubare Fraktion des Futtermittels (%)

c = Abbaurate der Fraktion b (h⁻¹)

t = Inkubationszeit (h)

Die Summe der beiden Fraktionen a und b entspricht der potentiellen Abbaubarkeit (a + b) und gibt an, welcher Anteil des Futtermittels bei unendlich langer Verweildauer im Pansen abgebaut werden könnte. Dem gegenüber steht die effektive Abbaubarkeit, welche die Passagerate des Futtermittels im Pansen berücksichtigt und angibt, welcher Anteil des Futtermittels innerhalb einer bestimmten Zeitspanne abgebaut wird. Die Berechnung der effektiven Abbaubarkeiten bei Passageraten von 2, 5 und 8 % pro h (ED 2, ED 5 und ED 8) erfolgte nach der Formel von McDONALD (1981) modifiziert nach SÜDEKUM (2005):

$$ED = a + (b \times c) / (c + k) \times e^{-(k \times \text{lag})}$$

k = Passagerate

lag = lag-time (Zeit zwischen Inkubation und Beginn des Abbaus im Pansen)

Die lag-Time wird nach der Formel von ØRSKOV und RYLE (1990) berechnet, wobei der Waschmaschinenverlust dem Ergebnis für die Zeitstufe 0 Stunden entspricht:

$$(\text{lag} = 1 / c \times \ln (b / (a + b - \text{Waschmaschinenverlust})))$$

Die Auswertung erfolgte anhand eines linearen Modells (GLM), welches für alle untersuchten Parameter angewendet wurde:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + E_j + J_k + (S \times E)_{ij} + (S \times J)_{ik} + (E \times J)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

- Y_{ijk} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
- μ = gemeinsame Konstante aller Y_{ijk}
- S_i = fixer Effekt der Sorte i ($i = 1, 2, 3, \dots, 9$)
- E_j = fixer Effekt des Erntezeitpunktes j ($j = 1, 2, 3$)
- J_k = fixer Effekt des Jahres k ($k = 2007, 2008, 2010$)
- $(S \times E)_{ij}$ = Wechselwirkungseffekt der Sorte i mit dem Erntezeitpunkt j
- $(S \times J)_{ik}$ = Wechselwirkungseffekt der Sorte i mit dem Jahr k
- $(E \times J)_{jk}$ = Wechselwirkungseffekt des Erntezeitpunktes j mit dem Jahr k
- ε_{ijk} = Resteffekt

Weiters wurden auch paarweise Mittelwerts-Vergleiche mit Hilfe des Tukey-Tests erstellt. Dabei wurde mit einem Konfidenzintervall von 95 % gearbeitet, d.h. bei p-Werten von unter 0,05 wurden Unterschiede zwischen den Beobachtungswerten der untersuchten Faktoren als signifikant angenommen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend werden nur die Ergebnisse der Haupteffekte Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr dargestellt. Genauere Informationen zu den dazugehörigen Wechselwirkungen finden sich in der Masterarbeit von TERLER (2013).

3.1 Ergebnisse Restpflanze

3.1.1 Nährstoffgehalt der Restpflanze

Der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den Restpflanzenanteil und den Nährstoffgehalt der Restpflanze ist in *Tabelle 4* dargestellt. Alle drei Versuchsfaktoren beeinflussten in der vorliegenden Untersuchung den Restpflanzenanteil und den Gehalt an Trockenmasse (TM) in der Restpflanze signifikant, wobei sich hinsichtlich der Sorte die Reifegruppen nicht wesentlich voneinander unterschieden. Ähnliche Ergebnisse erzielten auch GRUBER und HEIN (2006), wobei jedoch in diesem Versuch das Jahr keine Auswirkung auf den Kolbenanteil (und somit auch Restpflanzenanteil) hatte. Die Unterschiede beim Erntezeitpunkt ergaben sich aufgrund des natürlichen Reifeverlaufs, da mit zunehmender Reife der Restpflanzenanteil abnimmt, während der TM-Gehalt ansteigt. Von den Nährstoffen sind vor allem die Gehalte der Gerüstsubstanzen NDF (Neutral-Detergenzien-Faser), ADF (Säure-Detergenzien-Faser) und ADL (Lignin) sowie der NFC (Nicht-Faser-Kohlenhydrate) von Bedeutung, da sie einen wesentlichen Einfluss auf die ruminale Abbaubarkeit des Futtermittels haben. Im vorliegenden Versuch wurde kein signifikanter Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den Gehalt

Tabelle 4: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf Restpflanzenanteil, TM-Gehalt und Gehalt an Nährstoffen in der Restpflanze

	Restpflanzenanteil %	TM g/kg FM	XP	XL	XF	XX	OM g/kg TM	XA	NDF	ADF	ADL	NFC
Sorte												
NUESTRO	46,4 abc	194 abc	63	17 b	368	482	929	71	642	408	43 a	207
NK FALKONE	44,2 a	211 c	59	16 ab	379	477	931	69	656	426	52 b	200
BEATLE	49,0 c	186 a	63	16 ab	389	462	930	70	666	434	53 b	185
ROBERTO	48,1 bc	195 abc	57	15 ab	389	466	927	73	669	433	45 ab	186
PR39T45	45,0 ab	208 bc	59	14 a	399	457	930	70	688	442	52 b	169
RONALDINIO	46,6 abc	212 c	59	14 ab	392	467	932	68	671	430	46 ab	188
DK315	46,6 abc	183 a	61	15 ab	384	473	933	67	661	423	46 ab	195
PR39F58	45,8 abc	199 abc	61	14 ab	395	459	929	71	677	436	48 ab	176
FRIEDRIX	47,2 abc	190 ab	62	16 ab	384	468	930	70	656	423	48 ab	197
Ernte(zeitpunkt)												
VOR	48,3 b	180 a	65 b	16 b	386	464	930	70	656	425	48	194
HAUPT	47,2 b	190 b	59 a	15 a	386	469	930	70	666	430	48	189
NACH	44,2 a	223 c	57 a	14 a	388	471	931	69	673	430	48	186
Jahr												
2007	49,4 c	175 a	71 c	15 a	388 b	456 a	931 ab	69 ab	662	429	49	182
2008	43,2 a	211 b	53 a	17 b	373 a	485 b	928 a	72 b	665	420	47	194
2010	47,0 b	207 b	57 b	14 a	398 b	462 a	931 b	69 a	668	436	49	192
Statistische Parameter												
p-Wert Sorte	0,007	<0,001	0,068	0,033	0,145	0,323	0,075	0,075	0,105	0,185	0,003	0,179
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,899	0,451	0,621	0,621	0,104	0,702	0,893	0,601
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,020	0,020	0,763	0,052	0,246	0,285
p-Wert Sorte × Ernte	0,569	0,593	0,124	0,491	0,371	0,612	0,640	0,640	0,264	0,265	0,618	0,438
p-Wert Sorte × Jahr	0,028	0,072	0,014	0,014	0,295	0,667	0,226	0,226	0,144	0,050	0,001	0,270
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,165	0,208	0,126	0,126	0,049	0,053	0,950	0,089
RSD	2,4	13	4	2	22	22	4	4	29	24	5	29
R ²	73,2	86,2	83,0	55,5	25,6	21,5	20,7	20,7	26,0	29,8	41,6	15,0

dieser Nährstoffe festgestellt (Ausnahme: Einfluss der Sorte auf den ADL-Gehalt). Eine vorangegangene Untersuchung von GRUBER und HEIN (2006) ergab jedoch einen signifikanten Einfluss des Vegetationsstadiums auf den NDF- und ADF-Gehalt sowie des Jahres auf alle drei Faserbestandteile. KURTZ (2006) stellte deutliche Unterschiede zwischen den Sorten und den Erntezeitpunkten im Gehalt aller drei Faserbestandteile fest. Bei beiden oben genannten Versuchen nahmen die Gehalte an NDF, ADF und ADL mit zunehmender Vegetationsdauer zu. Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich des Gehalts der drei Gerüstsubstanzen wurden auch von FERRET et al. (1997) beobachtet.

3.1.2 Ruminale Abbaubarkeit der Restpflanze

Der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaubarkeit und die Abbauparameter der Restpflanze ist in *Tabelle 5* dargestellt. Die drei Versuchsfaktoren beeinflussten alle ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen und nahezu alle Abbauparameter signifikant. Eine Ausnahme bildete lediglich der Jahreseffekt auf den Anteil der potentiell abbaubaren Fraktion b und die Abbaurate c. Numerisch gesehen schnitten die frühreifen Sorten hinsichtlich der ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen, besonders jedoch im Hinblick auf die effektiven Abbaubarkeiten, etwas besser ab als die Sorten der Reifegruppen II und III. Dieser Umstand war bei der Sorte NUESTRO vor allem auf den hohen Anteil der sofort löslichen Fraktion a und bei der Sorte BEATLE auf die relativ hohe Abbaurate zurückzuführen. Die niedrige Abbaubarkeit der Sorte PR39T45 ergab sich aus der geringen Abbaurate c, während die Sorte PR39F58 den geringsten Anteil der sofort löslichen Fraktion a und die längste lag-time aufwies. VERBIĆ et al. (1995) stellten in ihren Untersuchungen ebenfalls einen signifikanten Einfluss der Sorte auf die potentielle und effektive Abbaubarkeit fest und machten dafür vor allem Unterschiede im Anteil der sofort löslichen Fraktion a dafür verantwortlich. Dagegen beobachtete ZELLER (2009) lediglich Auswirkungen der

Sorte auf die Abbauparameter a, b und c, nicht aber auf die effektive Abbaubarkeit. AKBAR et al. (2002) kamen zum Ergebnis, dass auch die potentielle Abbaubarkeit nicht von der Sorte beeinflusst wird, da in ihren Untersuchungen je nach Sorte geringere Anteile der sofort löslichen Fraktion a durch höhere Anteile der Fraktion b ausgeglichen wurden und umgekehrt und alle Sorten ähnliche Abbauraten besaßen.

Beim Vergleich der Erntezeitpunkte wurde festgestellt, dass der mittlere Erntezeitpunkt, aufgrund der relativ hohen Abbaurate, die höchste effektive Abbaubarkeit erreichte. Hinsichtlich der potentiellen Abbaubarkeit scheint jedoch eine möglichst frühe Ernte am günstigsten zu sein. Eine eher späte Ernte sollte jedoch in jedem Fall verhindert werden. Auch ZELLER (2009) stellte fest, dass eine späte Ernte zu einer besonders ungünstigen potentiellen und effektiven Abbaubarkeit führte. Gründe dafür waren abnehmende Anteile der sofort löslichen Fraktion a, sinkende Abbauraten, zunehmende Anteile der potentiell abbaubaren Fraktion b und steigende lag-times. Weiters beobachteten auch AKBAR et al. (2002) und FLACHOWSKY et al. (1993) eine Abnahme der potentiellen Abbaubarkeit mit zunehmender Reife. Beim Vergleich der Jahre wies fast bei allen untersuchten Variablen das Jahr 2008 die ungünstigsten Werte auf. Laut THOMET et al. (1986) sind Unterschiede zwischen den Jahren in der Verdaulichkeit der Restpflanze auf unterschiedliche Witterungsverhältnisse zurückzuführen, welche die Entwicklung dieser Pflanzenfraktion beeinflussen können.

Für die ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen wurden fast ausschließlich signifikante Wechselwirkungen festgestellt, hinsichtlich der effektiven Abbaubarkeit war jedoch nur die Wechselwirkung Sorte \times Jahr signifikant. Das bedeutet, dass je nach Anbaujahr (Witterungsbedingungen) unterschiedliche Sorten die höchste effektive Abbaubarkeit erreichten.

Die Ergebnisse der *in situ*-Untersuchungen sind in den *Abbildungen 1 – 4* dargestellt.

Tabelle 5: Ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Inkubationszeiten sowie Abbauparameter der Restpflanze

Sorte	ruminale Abbaubarkeit (%)											Abbauparameter							
	0	3	6	10	14	24	42	65	92	120	a	b	c	lag	(a + b)	ED 2	ED 5	ED 8	
													h ⁻¹	h	%	%	%	%	
Sorte																			
NUESTRO	21,0 ^c	20,7 ^c	24,8 ^e	30,5 ^e	33,9 ^e	44,0 ^d	51,1 ^{de}	59,1 ^f	62,9 ^e	66,2 ^e	16,6 ^b	50,2	0,032 ^b	3,08 ^a	66,8 ^c	45,3 ^c	33,2 ^c	27,7 ^b	
NK FALKONE	20,0 ^{bc}	21,2 ^c	22,9 ^{cde}	28,5 ^{bc}	32,4 ^{bc}	41,7 ^{cd}	50,2 ^{cde}	57,4 ^{ef}	60,7 ^d	63,8 ^{cde}	14,9 ^{ab}	49,5	0,031 ^{ab}	3,56 ^a	64,5 ^{bc}	42,8 ^{bc}	30,8 ^{bc}	25,4 ^{ab}	
BEATLE	19,8 ^{bc}	18,8 ^b	22,4 ^{bd}	28,5 ^{bc}	32,4 ^{bc}	41,2 ^{cd}	49,0 ^{bd}	54,9 ^{bcd}	58,4 ^{bc}	61,6 ^{bc}	14,8 ^{ab}	46,6	0,034 ^b	3,45 ^a	61,4 ^{ab}	41,9 ^{bc}	30,5 ^{bc}	25,3 ^{ab}	
ROBERTO	20,9 ^c	19,5 ^{bc}	23,0 ^{de}	28,4 ^{bc}	32,0 ^{bc}	41,9 ^{cd}	51,6 ^e	57,0 ^{de}	61,0 ^{de}	64,1 ^{de}	14,8 ^{ab}	49,5	0,032 ^b	4,21 ^{ab}	64,3 ^{bc}	42,6 ^{bc}	30,3 ^{abc}	24,8 ^{ab}	
PR39T45	17,5 ^a	16,2 ^a	18,2 ^a	22,2 ^a	25,8 ^a	34,8 ^a	42,7 ^a	49,8 ^a	54,0 ^a	57,1 ^a	12,1 ^{ab}	46,9	0,026 ^a	4,93 ^{ab}	59,0 ^a	35,8 ^a	24,5 ^a	19,8 ^a	
RONALDINIO	20,5 ^c	18,5 ^b	20,8 ^{bc}	27,3 ^b	32,2 ^{bc}	41,1 ^c	48,9 ^{bd}	56,7 ^{cde}	59,7 ^{cd}	63,6 ^{cd}	13,6 ^{ab}	50,1	0,032 ^b	4,72 ^{ab}	63,7 ^{bc}	41,3 ^{bc}	28,9 ^{abc}	23,3 ^{ab}	
DK315	21,2 ^c	19,7 ^{bc}	21,8 ^{bd}	26,9 ^b	31,2 ^b	39,1 ^{bc}	48,6 ^{bd}	55,1 ^{bcd}	59,1 ^{bcd}	62,3 ^{cd}	15,3 ^{ab}	48,5	0,028 ^{ab}	4,60 ^{ab}	63,8 ^{bc}	40,9 ^{abc}	29,0 ^{abc}	24,0 ^{ab}	
PR39F58	18,3 ^a	16,1 ^a	17,9 ^a	23,0 ^a	27,8 ^a	37,9 ^b	47,7 ^b	53,0 ^b	57,2 ^b	59,6 ^{ab}	10,0 ^a	50,3	0,032 ^b	5,54 ^b	60,3 ^{ab}	37,7 ^{ab}	25,0 ^{ab}	19,4 ^a	
FRIEDRIX	18,9 ^{ab}	18,0 ^b	20,6 ^b	26,8 ^b	30,6 ^b	39,7 ^{bc}	48,1 ^{bc}	54,5 ^{bc}	58,3 ^{bc}	62,0 ^{bcd}	13,8 ^{ab}	49,2	0,030 ^{ab}	3,62 ^a	63,0 ^{abc}	40,9 ^{abc}	29,0 ^{abc}	23,7 ^{ab}	
Ernte(zeitpunkt)																			
VOR	20,2 ^b	19,0 ^b	21,6 ^b	27,5 ^b	31,2 ^b	40,3 ^b	49,4 ^b	56,0 ^b	59,7 ^b	63,7 ^c	14,6 ^b	49,7 ^b	0,029 ^a	4,20	64,3 ^b	41,6 ^b	29,4 ^b	24,2 ^b	
HAUPT	20,9 ^c	19,7 ^b	23,1 ^c	29,0 ^c	33,3 ^c	42,2 ^c	49,9 ^b	56,2 ^b	59,8 ^b	62,3 ^b	15,1 ^b	47,5 ^a	0,034 ^b	3,83	62,6 ^{ab}	42,6 ^b	30,9 ^b	25,5 ^b	
NACH	18,2 ^a	17,6 ^a	19,4 ^a	24,2 ^a	28,2 ^a	37,9 ^a	46,7 ^a	53,6 ^a	57,6 ^a	60,8 ^a	12,3 ^a	49,7 ^b	0,029 ^a	4,53	62,0 ^a	39,0 ^a	26,8 ^a	21,5 ^a	
Jahr																			
2007	20,8 ^b	19,6 ^b	22,8 ^b	28,1 ^b	32,9 ^c	41,6 ^b	50,5 ^c	56,3 ^b	61,0 ^c	63,5 ^b	15,1 ^b	49,0	0,031	3,86 ^a	64,1 ^b	42,6 ^b	30,5 ^b	25,1 ^b	
2008	18,4 ^a	17,5 ^a	19,1 ^a	24,2 ^a	28,8 ^a	39,5 ^a	46,8 ^a	53,2 ^a	57,4 ^a	60,9 ^a	11,9 ^a	49,8	0,031	4,78 ^b	61,7 ^a	39,1 ^a	26,9 ^a	21,5 ^a	
2010	20,2 ^b	19,1 ^b	22,3 ^b	28,3 ^b	31,1 ^b	39,4 ^a	48,7 ^b	56,4 ^b	58,7 ^b	62,5 ^b	14,9 ^b	48,2	0,030	3,93 ^a	63,1 ^{ab}	41,4 ^b	29,6 ^b	24,5 ^b	
Statistische Parameter																			
p-Wert Sorte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,016	0,034	0,003	0,002	<0,001	<0,001	0,001	0,001	
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,011	0,005	<0,001	0,113	0,017	0,001	0,001	0,002	
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,107	0,159	0,014	0,018	0,002	0,003	0,004	
p-Wert Sorte × Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,496	0,205	0,085	0,868	0,415	0,338	0,384	0,430	
p-Wert Sorte × Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,163	0,739	0,059	0,309	0,253	0,021	0,029	0,042	
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	0,172	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,304	0,002	<0,001	0,001	0,456	0,416	0,817	0,915	
RSD	2,0	2,2	2,9	3,1	3,2	3,7	3,1	2,8	2,7	3,2	3,4	2,7	0,004	1,19	2,9	3,3	3,7	3,9	
R ²	68,5	69,1	64,4	69,9	67,5	56,8	61,1	65,1	62,8	53,1	35,8	36,0	61,6	41,0	43,6	54,2	48,8	44,8	

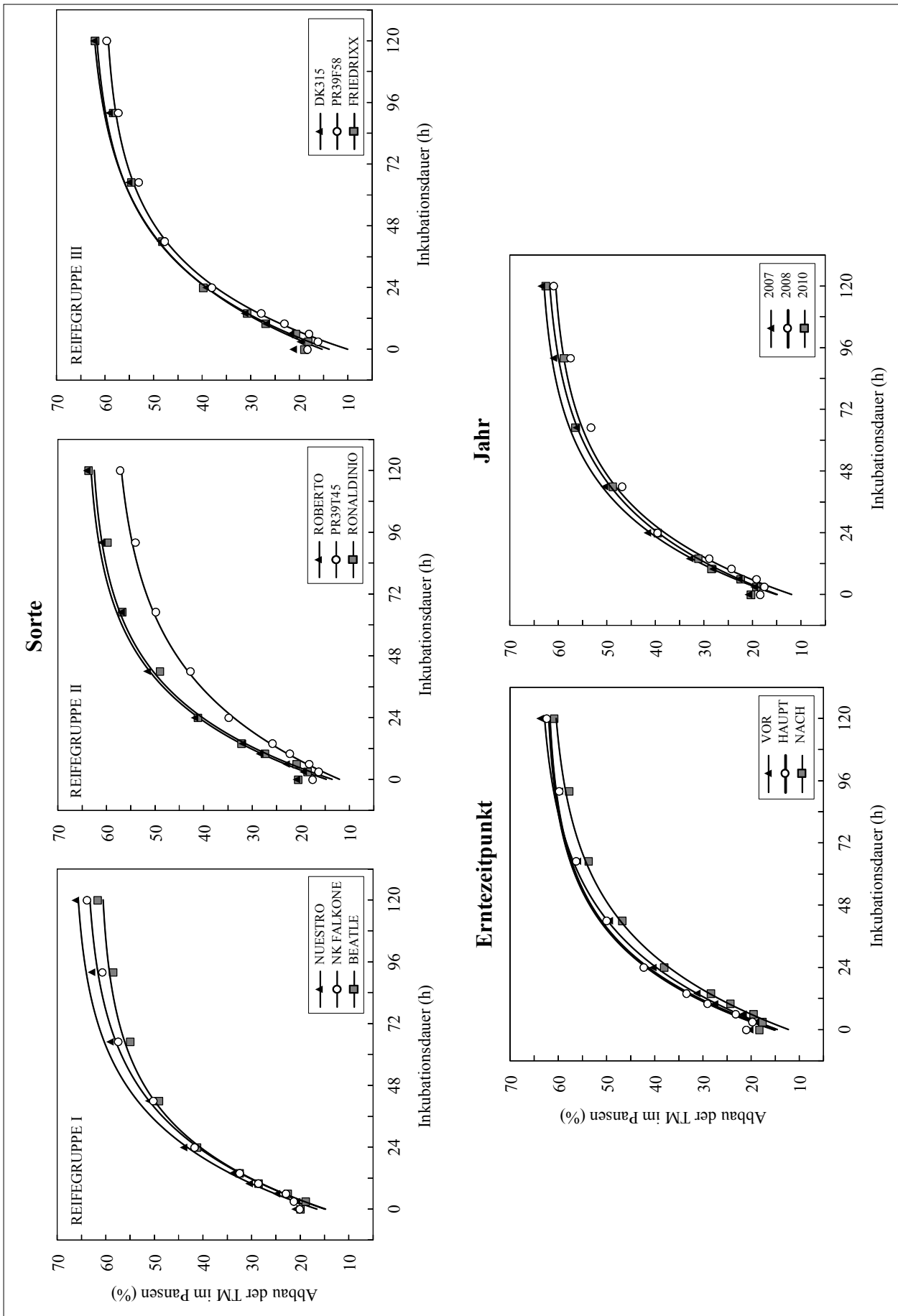


Abbildung 1: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaukinetik der Restpflanze

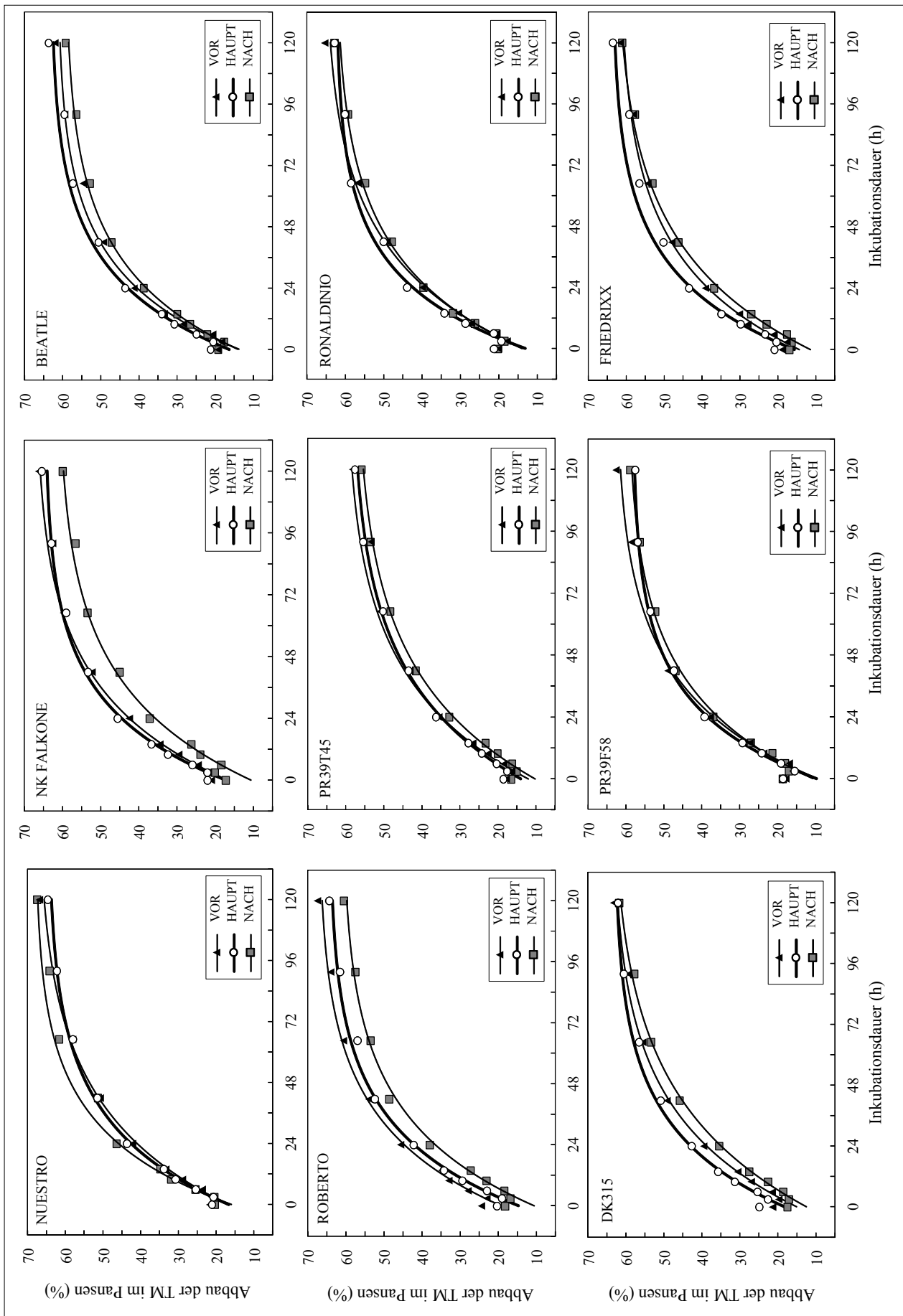


Abbildung 2: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die ruminale Abbaukinetik der Restpflanze verschiedener Silomais-Sorten

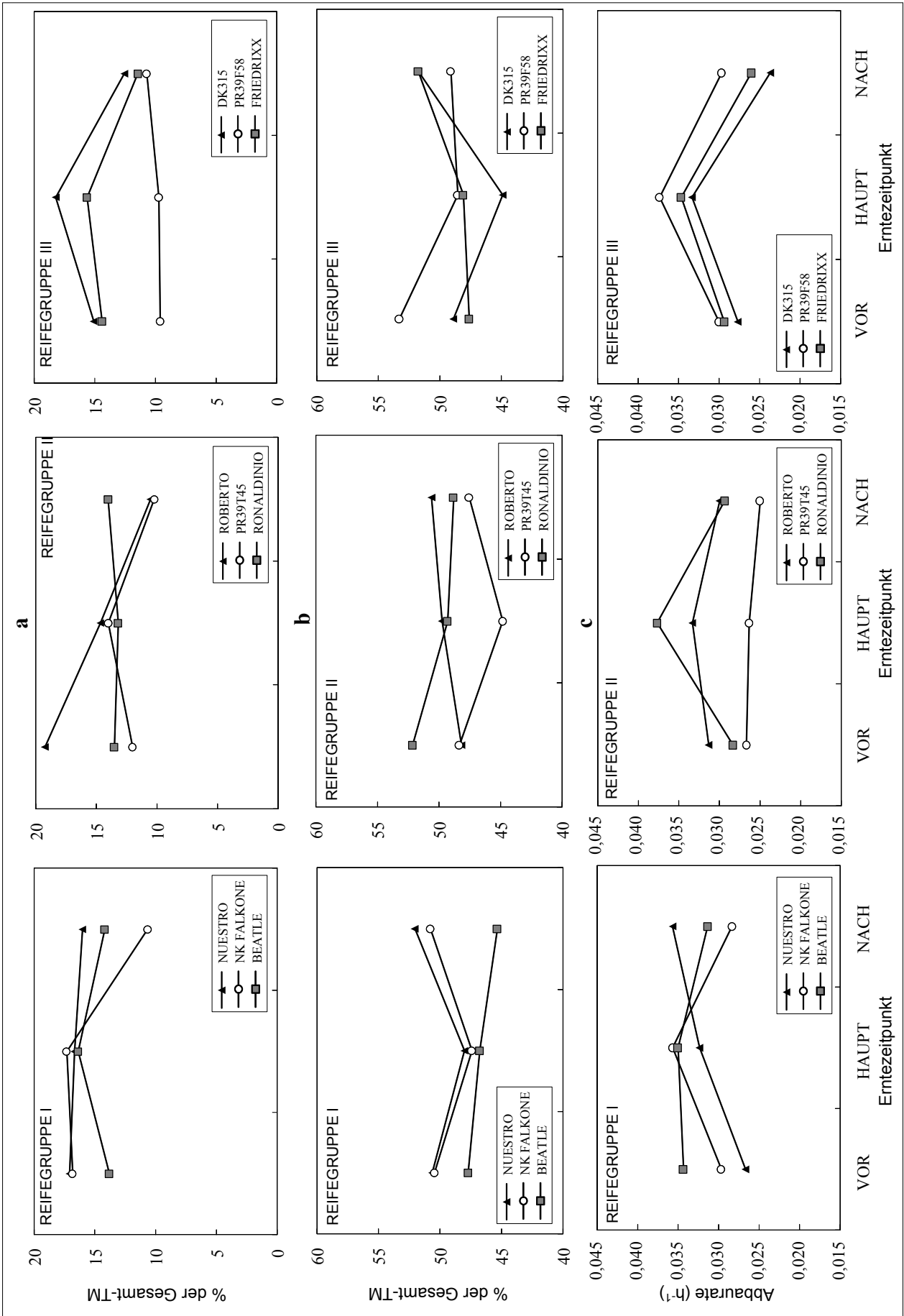


Abbildung 3: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter a, b und c der Restpflanze verschiedener Silomais-Sorten

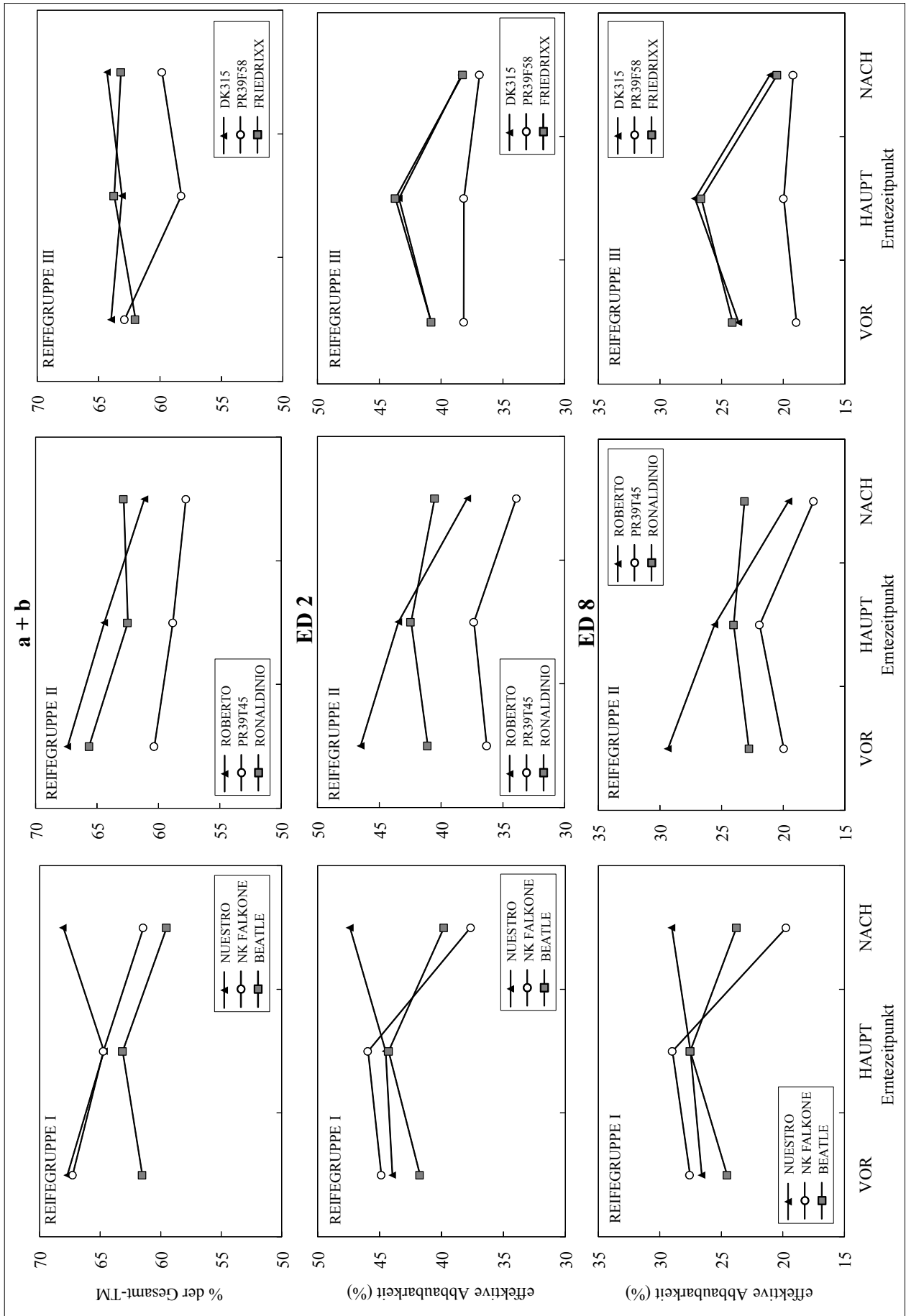


Abbildung 4: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter (a + b), ED 2 und ED 8 der Restpflanze verschiedener Silomais-Sorten

3.2 Ergebnisse Kolben

3.2.1 Nährstoffgehalt des Kolbens

Der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den Kolbenanteil und den Nährstoffgehalt von silierten Maiskolben ist in *Tabelle 6* angeführt. Wie bei der Restpflanze wurde auch beim Kolben ein signifikanter Einfluss aller drei Versuchsfaktoren auf den Kolbenanteil und den TM-Gehalt des Kolbens festgestellt, wobei beide Parameter mit zunehmender Reife anstiegen. Die Unterschiede im TM-Gehalt der Sorten ergaben sich dadurch, dass es nicht gelang, alle Sorten beim exakt gleichen TM-Gehalt des Kolbens zu ernten. Auch PEX et al. (1996) beobachteten eine deutliche Zunahme des Kolbenanteils und der TM des Kolbens vor allem in frühen Reifestadien, wobei diese fast ausschließlich auf den steigenden Stärkegehalt zurückzuführen war. Auf den Gehalt der Gerüstsubstanzen NDF, ADF und ADL sowie der NFC hatte die Sorte keine Auswirkung, während das Jahr den Anteil aller vier genannten Nährstoffe sowie der Erntezeitpunkt jenen von NDF, ADF und NFC an der Gesamt-Trockenmasse signifikant beeinflussten. Von den drei Erntezeitpunkten scheint der mittlere (etwa 52 % TM des Kolbens) am besten geeignet zu sein, da bei diesem die niedrigsten Gehalte an NDF und ADF sowie die höchsten Gehalte an NFC festgestellt wurden. Im Gegensatz zum vorliegenden Versuch fanden FLACHOWSKY et al. (1993) Unterschiede im NDF-Gehalt zwischen zwei Sorten, wobei diese mit zunehmender Reife immer größer wurden. Zu denselben Ergebnissen wie im vorliegenden Versuch kamen GRUBER und HEIN (2006) hinsichtlich des Einflusses des Erntezeitpunktes und des Jahres auf die Gehalte an den Gerüstsubstanzen. Allerdings erzielte in dieser Untersu-

chung der früheste Erntezeitpunkt die niedrigsten NDF- und ADF-Gehalte. PEX et al. (1996) stellten hingegen keinen Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Gehalt sämtlicher Gerüstsubstanzen fest.

3.2.2 Ruminale Abbaubarkeit des Kolbens

Der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaubarkeit zu den verschiedenen Zeitstufen sowie die Abbauparameter des Kolbens ist in *Tabelle 7* dargestellt. Für die lag-time wurden jeweils negative Werte festgestellt, weshalb diese nicht dargestellt werden, da negative Werte physiologisch nicht möglich sind. Ähnlich wie bei der Restpflanze wurde auch beim Kolben die ruminale Abbaubarkeit zu beinahe allen Zeitstufen signifikant von allen drei Versuchsfaktoren beeinflusst. Einzig bei langen Verweildauern des Futtermittels im Pansen (ab 48 Stunden) waren die Unterschiede zwischen den Erntezeitpunkten und den Jahren eher gering. Es zeigte sich, dass spätreife Sorten rascher verdaut werden als frühreife und dass eine späte Ernte den ruminalen TM-Abbau des Kolbens verlangsamt. Dagegen wurden von den Abbauparametern nur die potentielle Abbaubarkeit (a + b) und die effektive Abbaubarkeit bei einer Passagerate von 2 % (ED 2) signifikant von der Sorte beeinflusst. Generell wiesen jedoch die spätreifen Sorten eher höhere effektive Abbaubarkeiten auf als jene der Reifegruppen I und II, was auf den relativ hohen Anteil der sofort löslichen Fraktion a (und daraus folgend einen rascheren Abbau der TM) zurückzuführen ist. AKBAR et al. (2002) beobachteten, wie im vorliegenden Versuch, einen signifikanten Einfluss der Sorte auf die ruminale Abbaubarkeit zu verschiedenen Zeitstufen und darüber hinaus auch noch auf die Abbauraten c. VERBIĆ et al. (1995) stellten Unterschiede zwischen

Tabelle 6: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf Kolbenanteil, TM-Gehalt und Gehalt an Nährstoffen im Kolben

	Kolbenanteil %	TM g/kg FM	XP	XL	XF	XX	OM g/kg TM	XA	NDF	ADF	ADL	NFC
Sorte												
NUESTRO	53,6 ^{abc}	555 ^f	87 ^d	46 ^d	66	784	984	16	172	80	14	679
NK FALKONE	55,8 ^c	551 ^{ef}	81 ^{ab}	42 ^{bc}	63	798	985	15	175	77	14	687
BEATLE	51,0 ^a	521 ^{bc}	82 ^{abc}	44 ^{bcd}	67	792	985	15	174	79	14	685
ROBERTO	51,9 ^{ab}	502 ^{ab}	86 ^{cd}	42 ^{bc}	63	794	985	15	167	74	15	690
PR39T45	55,0 ^{bc}	541 ^{def}	78 ^a	45 ^d	61	801	986	14	168	73	13	694
RONALDINIO	53,4 ^{abc}	532 ^{cde}	84 ^{bcd}	45 ^{cd}	66	791	985	15	179	80	18	678
DK315	53,4 ^{abc}	491 ^a	78 ^a	39 ^a	64	804	985	15	175	78	12	693
PR39F58	54,2 ^{abc}	521 ^{bcd}	81 ^{ab}	42 ^{bc}	59	803	985	15	166	70	10	696
FRIEDRIX	52,8 ^{abc}	516 ^{bc}	81 ^{ab}	41 ^{ab}	61	801	985	15	170	74	14	692
Ernte(zeitpunkt)												
VOR	51,7 ^a	494 ^a	82	43 ^{ab}	71 ^b	788 ^a	984 ^a	16 ^b	182 ^b	86 ^b	15	676 ^a
HAUPT	52,8 ^a	522 ^b	81	43 ^b	59 ^a	801 ^b	985 ^{ab}	15 ^{ab}	163 ^a	70 ^a	12	697 ^b
NACH	55,8 ^b	561 ^c	83	42 ^a	60 ^a	801 ^b	985 ^b	15 ^a	170 ^{ab}	73 ^a	14	691 ^{ab}
Jahr												
2007	50,6 ^a	481 ^a	86 ^b	42 ^b	80 ^c	776 ^a	983 ^a	17 ^b	212 ^b	98 ^c	25 ^b	644 ^a
2008	56,8 ^c	557 ^c	80 ^a	48 ^c	51 ^a	808 ^b	986 ^b	14 ^a	150 ^a	60 ^a	7 ^a	708 ^b
2010	53,0 ^b	538 ^b	81 ^a	39 ^a	59 ^b	806 ^b	986 ^b	14 ^a	153 ^a	70 ^b	10 ^a	713 ^b
Statistische Parameter												
p-Wert Sorte	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	0,802	0,063	0,231	0,230	0,975	0,719	0,812	0,824
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	0,347	0,019	<0,001	0,001	0,013	0,013	0,027	<0,001	0,385	0,029
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p-Wert Sorte × Ernte	0,569	0,748	0,446	0,119	0,722	0,577	0,989	0,989	0,631	0,621	0,467	0,591
p-Wert Sorte × Jahr	0,028	0,003	0,004	0,017	0,523	0,222	0,513	0,513	0,525	0,632	0,976	0,342
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	0,005	0,002	0,030	0,147	0,560	0,560	0,021	0,074	0,366	0,041
RSD	2,4	13	3	2	11	14	1	1	25	13	9	28
R ²	73,2	93,8	70,7	84,1	58,6	61,1	53,9	54,0	57,2	64,1	38,3	59,0

Sorten hinsichtlich der potentiellen und effektiven Abbaubarkeit fest, wobei in ihren Untersuchungen vor allem der Anteil der potentiell abbaubaren Fraktion b stark von der Sorte beeinflusst wurde.

Der Erntezeitpunkt wirkte sich auf alle Abbauparameter aus, mit Ausnahme der Abbaurate c. Mit zunehmender Reife nahm die sofort lösliche Fraktion a ab und die potentiell lösliche Fraktion b zu, was letztlich auch zu abnehmenden effektiven Abbaubarkeiten führte. Die potentielle Abbaubarkeit nahm dagegen mit zunehmender Reife zu, was auf den steigenden Stärkegehalt zurückzuführen ist. Auch beim Versuch von AKBAR et al. (2002) wurden in den ersten 48 Stunden der Verdauung im Pansen die später geernteten Maiskolben etwas schlechter verdaut als die früh geernteten. FLACHOWSKY et al. (1993) beobachteten beim Vergleich zweier Sorten unterschiedliche Entwicklungen der ruminalen Abbaubarkeiten mit fortschreitender Reife. Bei einer Sorte nahm die potentielle Abbaubarkeit wie im aktuellen Versuch zu, während sie bei der anderen Sorte nicht vom Erntezeitpunkt beeinflusst wurde. Zwischen den Jahren wurden durchwegs hoch signifikante Unterschiede bei den ruminalen Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen sowie den Abbauparametern festgestellt. Das Jahr 2010 wies jeweils, mit Ausnahme der potentiellen Abbaubarkeit, die ungünstigsten Werte auf, während für das Jahr 2007 das Gegenteil gilt.

Sämtliche Wechselwirkungen bei den ruminalen Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen waren signifikant. Weiters traten deutliche Erntezeitpunkt × Jahr Wechselwirkungen bei allen Abbauparametern und Sorte × Jahr Wechselwirkungen bei den effektiven Abbaubarkeiten auf. Das bedeutet, dass in den verschiedenen Jahren die Reihung der Sorten hinsichtlich der effektiven Abbaubarkeit unterschiedlich war und dass nicht in jedem Jahr der erste Erntezeitpunkt die günstigsten Werte für die Abbauparameter lieferte. Die Ergebnisse der *in situ*-Untersuchungen sind in den Abbildungen 5 – 8 dargestellt.

Tabelle 7: Ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Inkubationszeiten sowie Abbauparameter des Kolbens

Sorte	ruminale Abbaubarkeit (%)										Abbauparameter						
	0	3	6	10	14	24	48	72	96	a	b	c	lag	(a + b)	ED 2	ED 5	ED 8
										%	%	h ⁻¹	h	%	%	%	%
NUESTRO	37,0 ^a	49,8 ^a	62,6 ^a	70,1 ^a	72,9 ^a	81,8 ^{ab}	87,6 ^a	89,0 ^a	90,9 ^a	37,4	52,0	0,106		89,4 ^a	79,3 ^a	69,9	64,0
NK FALKONE	39,8 ^{ab}	51,6 ^{ab}	62,0 ^a	70,7 ^a	71,5 ^a	81,4 ^{ab}	89,1 ^{abc}	90,5 ^{bc}	91,6 ^{ab}	42,7	48,7	0,084		91,4 ^{bcd}	80,4 ^{ab}	71,1	65,5
BEATLE	39,2 ^{ab}	50,6 ^{ab}	62,0 ^a	70,5 ^a	74,0 ^{ab}	81,7 ^{ab}	88,9 ^{abc}	91,1 ^{cd}	92,0 ^{bc}	39,0	52,1	0,098		91,1 ^{bcd}	80,2 ^{ab}	70,4	64,3
ROBERTO	38,7 ^{ab}	51,2 ^{ab}	64,3 ^{ab}	71,5 ^a	73,2 ^a	83,4 ^{abc}	90,0 ^{cd}	92,1 ^{de}	92,8 ^{cd}	39,4	52,9	0,096		92,3 ^d	81,2 ^{ab}	71,4	65,3
PR39T45	45,1 ^c	54,3 ^{abc}	64,3 ^{ab}	72,0 ^a	74,4 ^{ab}	81,9 ^{ab}	87,8 ^{ab}	89,8 ^{ab}	91,5 ^{ab}	45,4	45,0	0,085		90,3 ^{ab}	80,4 ^{ab}	71,6	66,3
RONALDINIO	40,9 ^{ab}	51,2 ^{ab}	62,1 ^a	69,7 ^a	72,4 ^a	81,0 ^a	87,8 ^{ab}	90,6 ^{bc}	91,5 ^{ab}	41,0	49,5	0,093		90,5 ^{abc}	79,9 ^a	70,7	65,0
DK315	48,4 ^d	57,4 ^c	69,2 ^c	76,7 ^b	78,1 ^c	84,4 ^{bc}	89,3 ^{bcd}	91,3 ^{cde}	92,2 ^{bc}	46,7	44,0	0,108		90,8 ^{abcd}	82,5 ^{ab}	74,6	69,3
PR39F58	45,0 ^c	55,3 ^{bc}	68,4 ^{bc}	75,6 ^b	77,0 ^{bc}	85,1 ^c	90,8 ^d	92,4 ^c	93,1 ^d	45,4	46,6	0,100		92,0 ^{cd}	83,4 ^b	75,0	69,5
FRIEDRIX	48,7 ^d	58,1 ^c	69,5 ^c	76,4 ^b	77,5 ^{bc}	83,8 ^{abc}	88,9 ^{abc}	90,5 ^{bc}	91,8 ^b	46,1	44,3	0,111		90,4 ^{abc}	81,8 ^{ab}	73,6	68,3
Erntezeitpunkt)																	
VOR	48,6 ^c	58,0 ^c	71,0 ^c	76,6 ^c	79,6 ^c	84,3 ^b	88,9	90,8	91,4 ^a	47,1 ^b	42,8 ^a	0,112		89,9 ^a	82,7 ^b	75,3 ^b	70,3 ^b
HAUPT	42,1 ^b	54,4 ^b	63,9 ^b	73,4 ^b	74,7 ^b	84,3 ^b	88,9	90,8	92,3 ^b	44,2 ^b	46,9 ^a	0,089		91,1 ^b	81,5 ^b	72,8 ^b	67,2 ^b
NACH	36,9 ^a	47,5 ^a	59,9 ^a	67,8 ^a	69,3 ^a	79,6 ^a	88,9	90,9	92,1 ^b	36,3 ^a	55,4 ^b	0,092		91,7 ^b	78,8 ^a	68,1 ^a	61,7 ^a
Jahr																	
2007	53,1 ^c	63,3 ^c	74,9 ^c	79,7 ^c	82,8 ^c	85,8 ^c	89,8 ^b	91,0	92,0	51,2 ^c	39,3 ^a	0,124 ^b		90,5 ^a	84,0 ^c	77,3 ^c	72,7 ^c
2008	43,2 ^b	54,0 ^b	65,0 ^b	73,2 ^b	75,5 ^b	83,9 ^b	88,8 ^a	90,8	92,0	44,0 ^b	46,7 ^b	0,093 ^a		90,7 ^a	81,7 ^b	73,4 ^b	68,0 ^b
2010	31,3 ^a	42,5 ^a	54,9 ^a	64,8 ^a	65,4 ^a	78,6 ^a	88,2 ^a	90,7	91,9	32,6 ^a	59,0 ^c	0,076 ^a		91,5 ^b	77,2 ^a	65,4 ^a	58,4 ^a
Statistische Parameter																	
p-Wert Sorte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,333	0,335	0,685	0,780	<0,001	0,006	0,052	0,127
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,974	0,908	<0,001	0,001	<0,001	0,042	0,137	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,314	0,722	<0,001	<0,001	<0,001	0,263	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
p-Wert Sorte × Ernte	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,007	0,824	0,856	0,693	0,460	0,209	0,468	0,694	0,782
p-Wert Sorte × Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,018	<0,001	0,007	0,018	0,376	0,387	0,927	0,520	0,745	0,026	0,032	0,047
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,030	<0,001	<0,001	<0,001
RSD	4,1	6,5	5,7	4,8	4,7	4,0	2,1	1,5	1,2	9,6	9,7	0,035	2,80	1,1	2,2	3,8	4,8
R ²	89,4	75,5	79,2	77,9	81,5	61,1	38,5	42,0	40,7	55,8	57,3	32,5	35,2	56,5	77,8	76,8	73,8

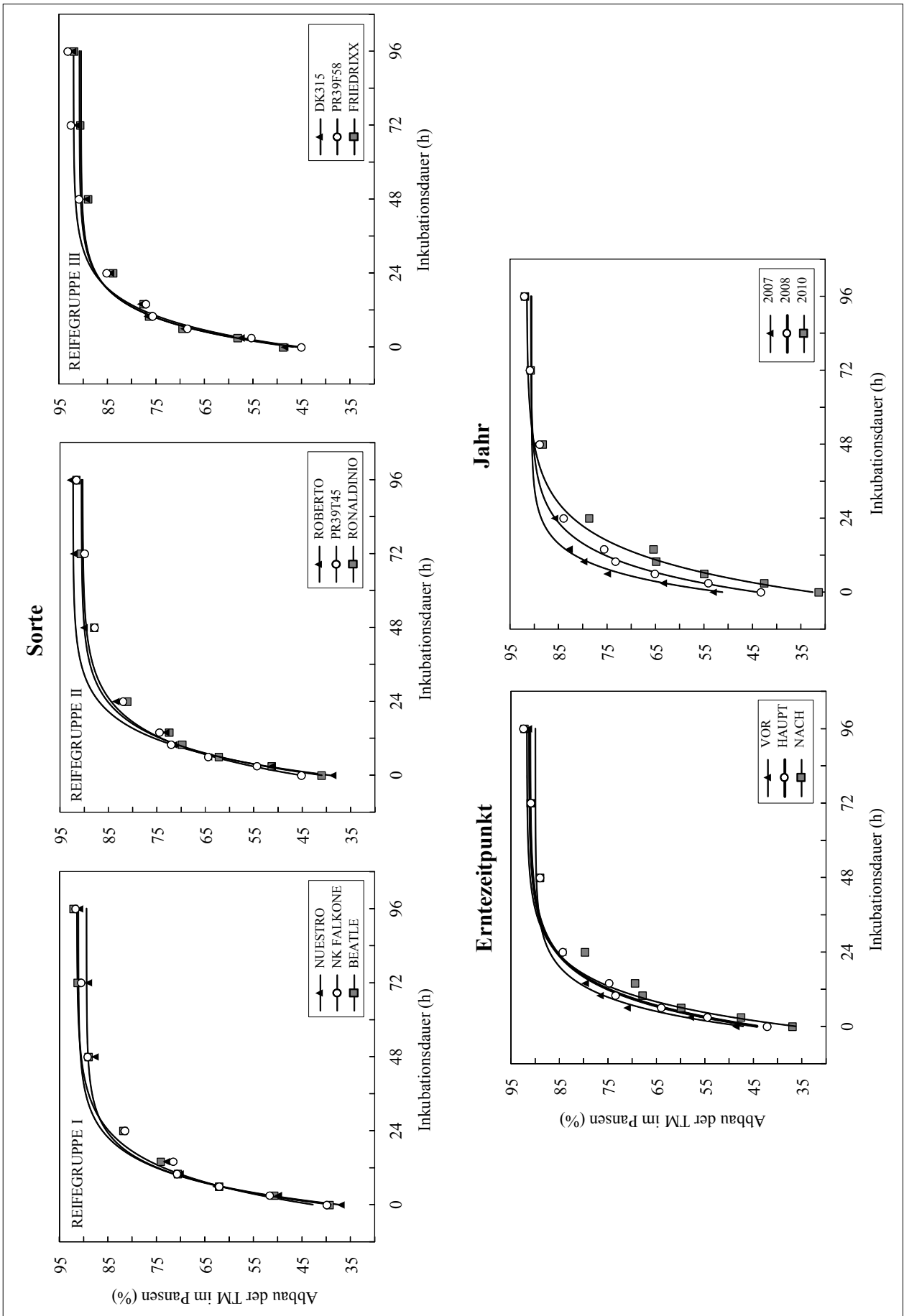


Abbildung 5: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaukinetik des Kolbens

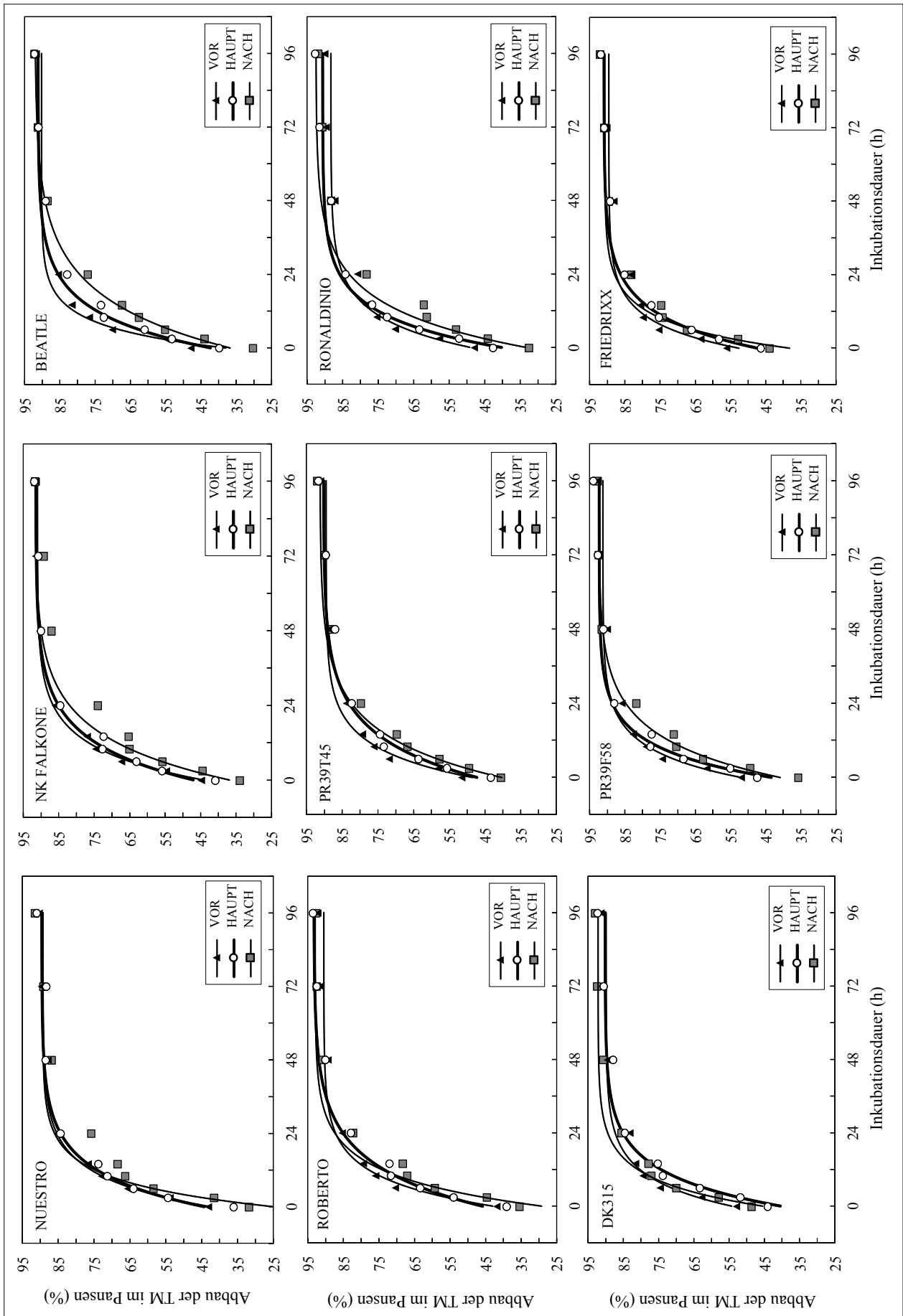


Abbildung 6: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die ruminale Abbaueffizienz des Kolbens verschiedener Silomais-Sorten

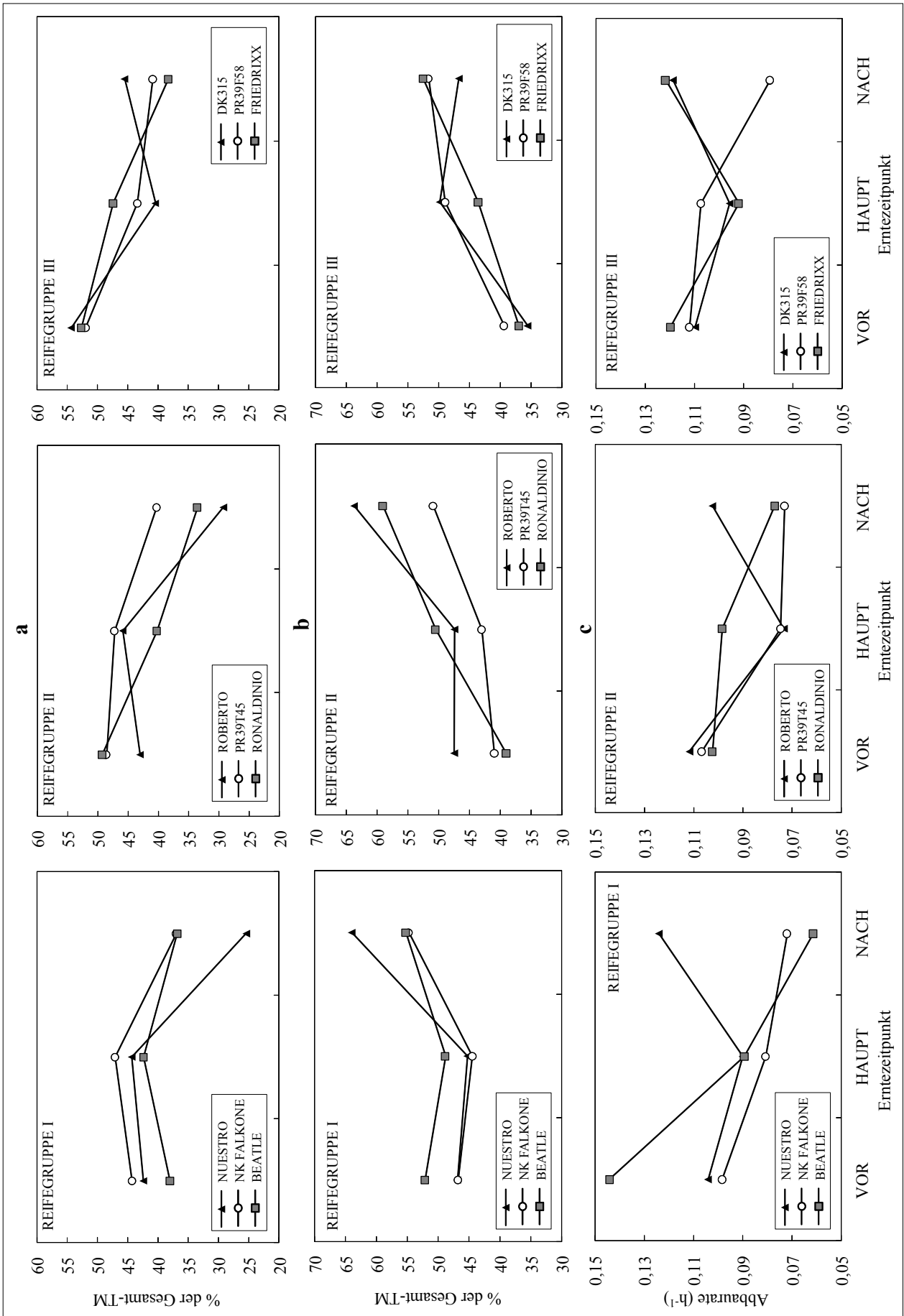


Abbildung 7: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter a, b und c des Kolbens verschiedener Silomais-Sorten

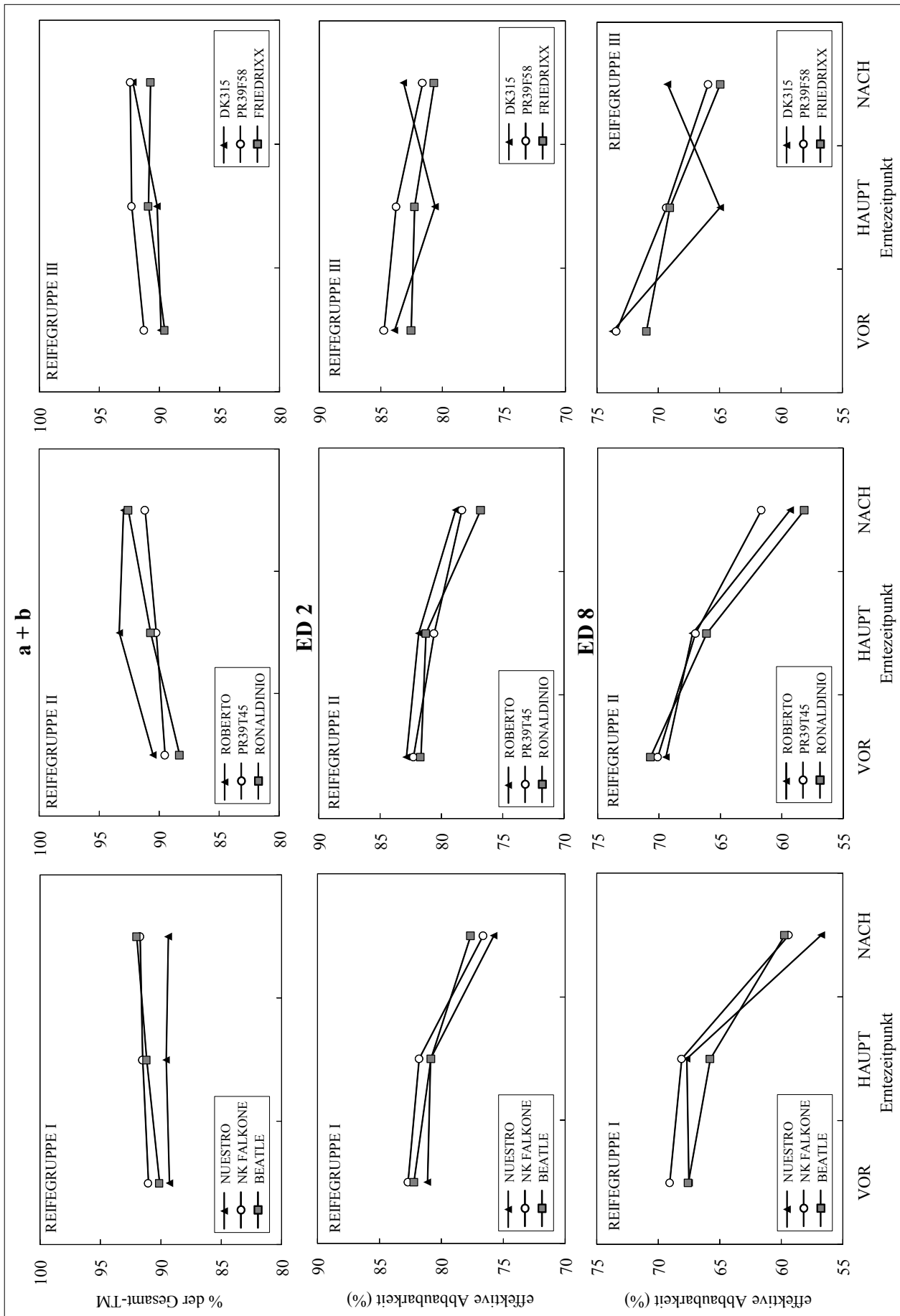


Abbildung 8: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter (a + b), ED 2 und ED 8 des Kolbens verschiedener Silomais-Sorten

3.3 Ergebnisse Gesamtpflanze

3.3.1 Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze

In *Tabelle 8* ist der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den Kolbenanteil und den Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze dargestellt. Der TM-Gehalt der Gesamtpflanze wurde von allen drei Versuchsfaktoren signifikant beeinflusst und lag je nach Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr zwischen etwa 33 und 41 %. Damit wurde der von DACCORD et al. (1995) und PEX et al. (1996) empfohlene Bereich zwischen 30 und 35 % in den meisten Fällen überschritten. Mit zunehmender Reife zeigte sich ein deutlicher Anstieg des TM-Gehalts, was mit den Ergebnissen von PEX et al. (1996) sowie GRUBER und HEIN (2006) übereinstimmt. Hinsichtlich der Beeinflussung der Gerüstsubstanzen und der NFC durch die Versuchsfaktoren ähnelten die Ergebnisse der Gesamtpflanze sehr stark jenen des Kolbens. Auch bei der Gesamtpflanze hatte das Jahr einen signifikanten Einfluss auf den Gehalt an NDF, ADF, ADL und NFC, während der Erntezeitpunkt nur auf den Gehalt von NDF, ADF und NFC signifikant einwirkte. Im Gegensatz zum Kolben unterschieden sich jedoch bei der Gesamtpflanze auch die Sorten hinsichtlich des ADF-Gehalts, wobei numerisch die Sorten mit den mittleren Reifezahlen (RZ 260 – 290) den höchsten Anteil an der Gesamt-TM aufwiesen. Auch in den Untersuchungen von GRUBER und HEIN (2006) beeinflusste die Sorte den ADF-Gehalt der Gesamtpflanze, allerdings wies in jenem Versuch die Sorte mit der mittleren Reifezahl (RZ 270) den geringsten Gehalt auf. FERRET et al. (1997) stellten dagegen nicht nur für den ADF-Gehalt, sondern auch für den NDF- und ADL-Gehalt

deutliche Unterschiede zwischen den Sorten fest. Mit zunehmendem Vegetationsstadium nahmen die Gehalte der Faserbestandteile ab, während jener der NFC anstieg. Auch das weist darauf hin, dass der Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze hauptsächlich vom Kolben bestimmt wird, da die Entwicklung der Nährstoff-Gehalte mit zunehmender Reife eher jener beim Kolben als jener bei der Restpflanze entsprach. GRUBER und HEIN (2006) sowie BAL et al. (1997) beobachteten ebenfalls eine signifikante Abnahme des NDF- und ADF-Gehalts mit zunehmender Reife der Gesamtpflanze. BAL et al. (1997) stellten zusätzlich auch einen deutlichen Anstieg des Gehalts an Stärke fest, die einen großen Anteil der NFC ausmacht.

3.3.2 Ruminale Abbaubarkeit der Gesamtpflanze

Die Ergebnisse zum Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaubarkeit zu den verschiedenen Zeitstufen und die Abbauparameter der Gesamtpflanze finden sich in *Tabelle 9*. Die lag-time war wiederum in allen Fällen negativ und wird deshalb nicht angeführt. Die Sorte übte vor allem einen Einfluss auf die ruminale Abbaubarkeit der späteren Zeitstufen aus, wofür in erster Linie die Sorte PR39T45 verantwortlich war, da sie deutlich von den anderen Sorten abfiel. Das wirkte sich in weiterer Folge auch auf die potentielle und effektive Abbaubarkeit (bei Passageraten von 2 und 5 %) aus, bei welchen ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Sorten festgestellt wurden, wobei hier der Nachteil der oben genannten Sorte nicht so eklatant war. Weiters unterschieden sich die Sorten auch im Anteil der potentiell abbaubaren Fraktion b signifikant. JOHNSON et al. (2003) beobachteten ebenfalls

Tabelle 8: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf Kolbenanteil, TM-Gehalt und Gehalt an Nährstoffen in der Gesamtpflanze

	Kolbenanteil %	TM g/kg FM	XP	XL	XF	XX	OM g/kg TM	XA	NDF	ADF	ADL	NFC
Sorte												
NUESTRO	53,6 ^{abc}	388 ^{de}	76 ^b	33 ^c	206 ^{ab}	644 ^{ab}	958	42	390	232 ^{ab}	27	460
NK FALKONE	55,8 ^c	401 ^e	72 ^a	30 ^{bc}	202 ^a	657 ^b	961	39	386	230 ^a	30	473
BEATLE	51,0 ^a	357 ^{ab}	73 ^{ab}	30 ^{bc}	225 ^b	630 ^a	958	42	415	252 ^b	33	440
ROBERTO	51,9 ^{ab}	355 ^{ab}	72 ^a	29 ^{ab}	220 ^{ab}	636 ^{ab}	957	43	409	247 ^{ab}	29	447
PR39T45	55,0 ^{bc}	391 ^{de}	70 ^a	31 ^{bc}	213 ^{ab}	647 ^{ab}	961	39	401	238 ^{ab}	31	459
RONALDINIO	53,4 ^{abc}	384 ^{cde}	73 ^a	31 ^{bc}	217 ^{ab}	640 ^{ab}	961	39	407	243 ^{ab}	31	450
DK315	53,4 ^{abc}	348 ^a	71 ^a	28 ^a	212 ^{ab}	650 ^{ab}	961	39	399	238 ^{ab}	27	463
PR39F58	54,2 ^{abc}	374 ^{bcd}	72 ^a	29 ^{ab}	213 ^{ab}	646 ^{ab}	959	41	400	237 ^{ab}	28	458
FRIEDRIX	52,8 ^{abc}	363 ^{abc}	73 ^a	29 ^{ab}	212 ^{ab}	645 ^{ab}	959	41	396	237 ^{ab}	30	462
Ernte(zeitpunkt)												
VOR	51,7 ^a	343 ^a	74 ^b	31	222 ^b	632 ^a	958 ^a	42 ^b	409 ^b	248 ^b	31	445 ^a
HAUPT	52,8 ^a	366 ^b	71 ^a	30	213 ^a	645 ^b	959 ^a	41 ^b	399 ^{ab}	239 ^a	29	458 ^{ab}
NACH	55,8 ^b	412 ^c	71 ^a	30	205 ^a	655 ^c	961 ^b	39 ^a	392 ^a	231 ^a	29	468 ^b
Jahr												
2007	50,6 ^a	331 ^a	79 ^c	29 ^b	232 ^c	618 ^a	957 ^a	43 ^b	433 ^c	261 ^c	36 ^c	417 ^a
2008	56,8 ^c	408 ^c	68 ^a	34 ^c	190 ^a	668 ^c	961 ^b	39 ^a	373 ^a	215 ^a	24 ^a	486 ^c
2010	53,0 ^b	383 ^b	70 ^b	28 ^a	218 ^b	645 ^b	960 ^b	40 ^a	394 ^b	242 ^b	28 ^b	469 ^b
Statistische Parameter												
p-Wert Sorte	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	0,040	0,035	0,028	0,028	0,255	0,045	0,365	0,251
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	0,175	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,041	<0,001	0,387	0,007
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p-Wert Sorte × Ernte	0,569	0,690	0,053	0,464	0,206	0,317	0,602	0,602	0,347	0,123	0,437	0,439
p-Wert Sorte × Jahr	0,028	<0,001	<0,001	0,070	0,234	0,194	0,367	0,367	0,816	0,410	0,971	0,725
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	0,032	0,001	0,002	0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,004	0,312	0,001
RSD	2,4	13	2	1	14	15	2	2	24	14	5	25
R ²	73,2	94,0	87,0	83,4	69,7	73,5	53,2	53,2	58,3	71,4	44,7	63,8

einen signifikanten Einfluss der Sorte auf den ruminalen TM-Abbau zu verschiedenen Zeitstufen, wobei dieser, im Gegensatz zum vorliegenden Versuch, auch bei kurzen Zeitstufen auftrat. FERRET et al. (1997) stellten bei den drei Abbauparametern a, b und c deutliche Unterschiede zwischen den Sorten fest. In einem vorangegangenen Versuch von GRUBER et al. (2006) beeinflusste die Sorte die Abbauparameter a und b sowie die effektive Abbaubarkeit, jedoch nicht die potentielle Abbaubarkeit. Weiters wurde in diesem Versuch auch ein deutlicher Effekt der Sorte auf die lag-time festgestellt, die im Gegensatz zum aktuellen Versuch positiv war und je nach Sorte zwischen 0,5 und 1,3 Stunden betrug. Das weist darauf hin, dass der Beginn des TM-Abbaus im Pansen nicht sofort nach Aufnahme des Futtermittels erfolgt, sondern verzögert ist.

Der Erntezeitpunkt beeinflusste den ruminalen TM-Abbau während der ersten 48 Stunden nach der Aufnahme des Futtermittels. Zu den beiden letzten Zeitstufen (72 und 96 Stunden) wurden keine Unterschiede zwischen den Erntezeitpunkten festgestellt. Die Berechnung der potentiellen und effektiven Abbaubarkeit ergab signifikant unterschiedliche Werte für die drei Erntezeitpunkte, wobei vor allem der dritte Erntezeitpunkt bei der effektiven Abbaubarkeit deutlich abfiel, was vermutlich auf den hohen TM-Gehalt der Gesamtpflanze (41,2 %) zurückzuführen ist. Der überdurchschnittlich große Beitrag des Kolbens zur Abbaubarkeit der Gesamtpflanze zeigte sich auch bei den Abbauparametern a und b, da sie sich mit zunehmender Reife gleich wie beim Kolben entwickelten (signifikanter Abfall von a und Anstieg von b). In den Untersuchungen von GRUBER et al. (2006) wurden neben der sofort löslichen Fraktion a, der potentiell abbaubaren Fraktion b und der potentiellen Abbaubarkeit (a + b) auch die Abbaurrate c und die lag-time signifikant vom Erntezeitpunkt beeinflusst. Während a mit

fortschreitender Reife niedriger wurde, nahmen b, c und die lag-time zu. JOHNSON et al. (2003) beobachteten in mehreren Versuchen ebenfalls einen signifikanten Einfluss des Erntezeitpunktes, wobei jedoch in deren Untersuchungen, die verschiedene Sorten und Partikelgrößen der Maissilage verglichen, keine eindeutigen Trends hinsichtlich der Entwicklung der Abbaubarkeit mit fortschreitender Reife gefunden wurden.

Das Jahr beeinflusste, mit Ausnahme der beiden letzten Zeitstufen, alle Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen und Abbauparameter signifikant. Das Jahr 2010 wies meist die ungünstigsten Werte auf, was auf die geringe Abbaubarkeit des Kolbens zurückzuführen ist. Dagegen wirkte sich die geringe Abbaubarkeit der Restpflanze im Jahr 2008 nicht so dramatisch aus, wodurch es sich in manchen Parametern nicht vom Jahr 2007 (günstigste Werte) unterschied. HEPTING (1988b) untersuchte die Verdaulichkeit der OM der Gesamtpflanze und stellte dabei ebenfalls einen signifikanten Jahreseinfluss fest. JOHNSON et al. kamen zum Schluss, dass sich vor allem warmes und trockenes Wetter nachteilig auf die Abbaubarkeit der Gesamtpflanze auswirkt.

Die Wechselwirkung Erntezeitpunkt \times Jahr war bei sämtlichen untersuchten Parametern signifikant, während die Wechselwirkung Sorte \times Erntezeitpunkt meist keine signifikanten Ergebnisse lieferte. Die Wechselwirkung Sorte \times Jahr war für die meisten Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen, sowie für die potentielle und effektive Abbaubarkeit signifikant. Das bedeutet, dass je nach Jahr die Reihung der Sorten und Erntezeitpunkte hinsichtlich der potentiellen und effektiven Abbaubarkeit unterschiedlich war. Die Ergebnisse der *in situ*-Untersuchungen sind in den *Abbildungen 9 – 12* dargestellt.

Tabelle 9: Ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Inkubationszeiten sowie Abbauparameter der Gesamtpflanze

Sorte	ruminale Abbaubarkeit (%)										Abbauparameter								
	0	3	6	10	14	24	48	72	96	a	b	c	lag	(a + b)	ED 2	ED 5	ED 8		
	Inkubationszeit (h)										%					h	%		
NUESTRO	27,3	37,0	44,0 ^{ab}	50,8	55,8 ^{ab}	64,0 ^{ab}	72,7 ^b	76,0 ^{bc}	77,5 ^{bc}	30,5	46,6 ^{ab}	0,055	77,2 ^{bc}	77,2 ^{bc}	64,3 ^b	54,6 ^{ab}	49,2		
NK FALKONE	30,6	38,2	44,3 ^{ab}	50,7	55,7 ^{ab}	64,1 ^b	73,2 ^b	76,7 ^c	78,3 ^c	32,3	46,0 ^{ab}	0,050	78,3 ^c	78,3 ^c	64,9 ^b	55,0 ^{ab}	49,8		
BEATLE	27,2	35,8	42,4 ^a	49,1	54,1 ^{ab}	62,3 ^{ab}	71,0 ^{ab}	74,2 ^{ab}	75,5 ^{ab}	29,6	45,8 ^{ab}	0,054	75,3 ^{ab}	75,3 ^{ab}	62,7 ^{ab}	53,0 ^{ab}	47,8		
ROBERTO	27,5	36,5	43,3 ^{ab}	50,1	55,1 ^{ab}	63,4 ^{ab}	72,4 ^b	76,0 ^{bc}	77,5 ^{bc}	30,1	47,3 ^b	0,053	77,4 ^{bc}	77,4 ^{bc}	64,0 ^{ab}	54,1 ^{ab}	48,7		
PR39T45	30,1	37,2	42,9 ^{ab}	48,7	53,2 ^a	60,7 ^a	69,1 ^a	72,5 ^a	74,2 ^a	32,2	41,9 ^{ab}	0,048	74,1 ^a	74,1 ^a	61,6 ^a	52,6 ^a	47,8		
RONALDINIO	28,1	36,1	42,4 ^{ab}	49,1	54,1 ^{ab}	62,5 ^{ab}	71,6 ^b	75,1 ^{bc}	76,7 ^{bc}	30,2	46,4 ^{ab}	0,051	76,5 ^{bc}	76,5 ^{bc}	63,2 ^{ab}	53,3 ^{ab}	48,0		
DK315	32,0	40,4	46,6 ^b	52,7	57,2 ^b	64,3 ^b	71,8 ^b	75,0 ^{bc}	76,5 ^{bc}	35,2	40,8 ^a	0,052	76,0 ^{abc}	76,0 ^{abc}	64,6 ^b	56,0 ^b	51,3		
PR39F58	29,2	37,7	44,3 ^{ab}	51,0	56,0 ^{ab}	64,0 ^{ab}	72,2 ^b	75,1 ^{bc}	76,2 ^{abc}	31,5	44,5 ^{ab}	0,055	76,0 ^{abc}	76,0 ^{abc}	64,1 ^{ab}	54,7 ^{ab}	49,6		
FRIEDRIX	30,9	39,7	45,9 ^{ab}	51,9	56,2 ^{ab}	63,3 ^{ab}	71,3 ^{ab}	74,5 ^{abc}	76,0 ^{ab}	34,5	41,2 ^{ab}	0,051	75,7 ^{ab}	75,7 ^{ab}	63,9 ^{ab}	55,2 ^{ab}	50,5		
Ernte(zeitpunkt)																			
VOR	31,8 ^b	40,1 ^b	46,4 ^b	52,5 ^b	56,9 ^b	64,0 ^b	71,5 ^{ab}	74,6	76,1	35,0 ^c	40,6 ^a	0,052	75,6 ^a	75,6 ^a	64,3 ^b	55,7 ^b	51,0 ^b		
HAUPT	30,3 ^b	38,3 ^b	44,7 ^b	51,2 ^b	56,2 ^b	64,3 ^b	72,5 ^b	75,4	76,5	32,0 ^b	44,4 ^b	0,054	76,4 ^{ab}	76,4 ^{ab}	64,4 ^b	55,1 ^b	50,0 ^b		
NACH	25,6 ^a	34,4 ^a	41,0 ^a	47,7 ^a	52,7 ^a	61,3 ^a	71,1 ^a	75,1	76,9	28,4 ^a	48,5 ^c	0,050	76,8 ^b	76,8 ^b	62,4 ^a	52,0 ^a	46,5 ^a		
Jahr																			
2007	33,3 ^b	42,2 ^c	48,5 ^c	54,3 ^c	58,4 ^c	64,8 ^b	71,8 ^{ab}	74,8	76,2	37,3 ^c	38,4 ^a	0,053 ^{ab}	75,6 ^a	75,6 ^a	65,1 ^b	57,0 ^c	52,6 ^c		
2008	30,2 ^b	38,5 ^b	44,9 ^b	51,5 ^b	56,5 ^b	64,4 ^b	72,4 ^b	75,4	76,6	32,4 ^b	44,0 ^b	0,054 ^b	76,4 ^{ab}	76,4 ^{ab}	64,4 ^b	55,2 ^b	50,2 ^b		
2010	24,2 ^a	32,1 ^a	38,6 ^a	45,6 ^a	51,0 ^a	60,4 ^a	70,9 ^a	74,9	76,7	25,8 ^a	51,1 ^c	0,049 ^a	76,8 ^b	76,8 ^b	61,5 ^a	50,5 ^a	44,7 ^a		
Statistische Parameter																			
p-Wert Sorte	0,444	0,059	0,020	0,030	0,042	0,022	0,001	<0,001	<0,001	0,045	0,006	0,516	<0,001	<0,001	0,004	0,027	0,035		
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,012	0,127	0,120	<0,001	<0,001	0,088	0,013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,298	0,323	<0,001	<0,001	0,015	0,020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
p-Wert Sorte × Ernte	0,826	0,705	0,325	0,131	0,075	0,037	0,070	0,155	0,153	0,632	0,775	0,024	0,908	0,521	0,079	0,185	0,339		
p-Wert Sorte × Jahr	0,261	0,035	0,023	0,049	0,066	0,046	0,031	0,031	0,030	0,088	0,151	0,807	0,975	0,045	0,014	0,018	0,020		
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,015	0,011	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
RSD	5,3	3,2	2,6	2,6	2,5	2,1	1,6	1,4	1,3	3,9	4,1	0,007	0,73	1,5	1,6	2,1	2,4		
R ² (%)	54,0	76,6	81,3	79,6	76,8	69,9	53,5	51,7	55,4	73,3	75,8	47,1	55,5	69,9	77,5	78,8	78,8		

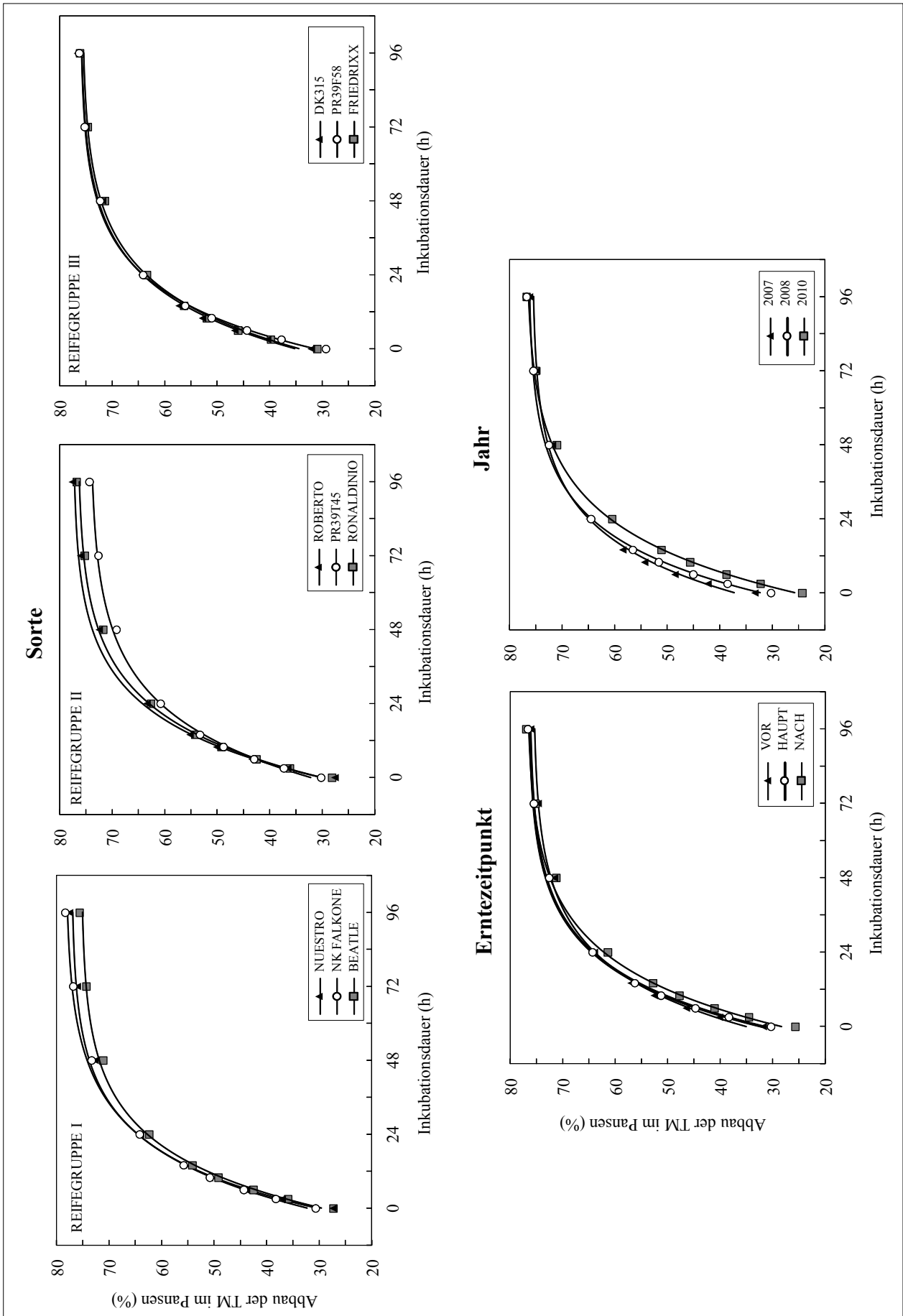


Abbildung 9: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaukinetik der Gesamtpflanze

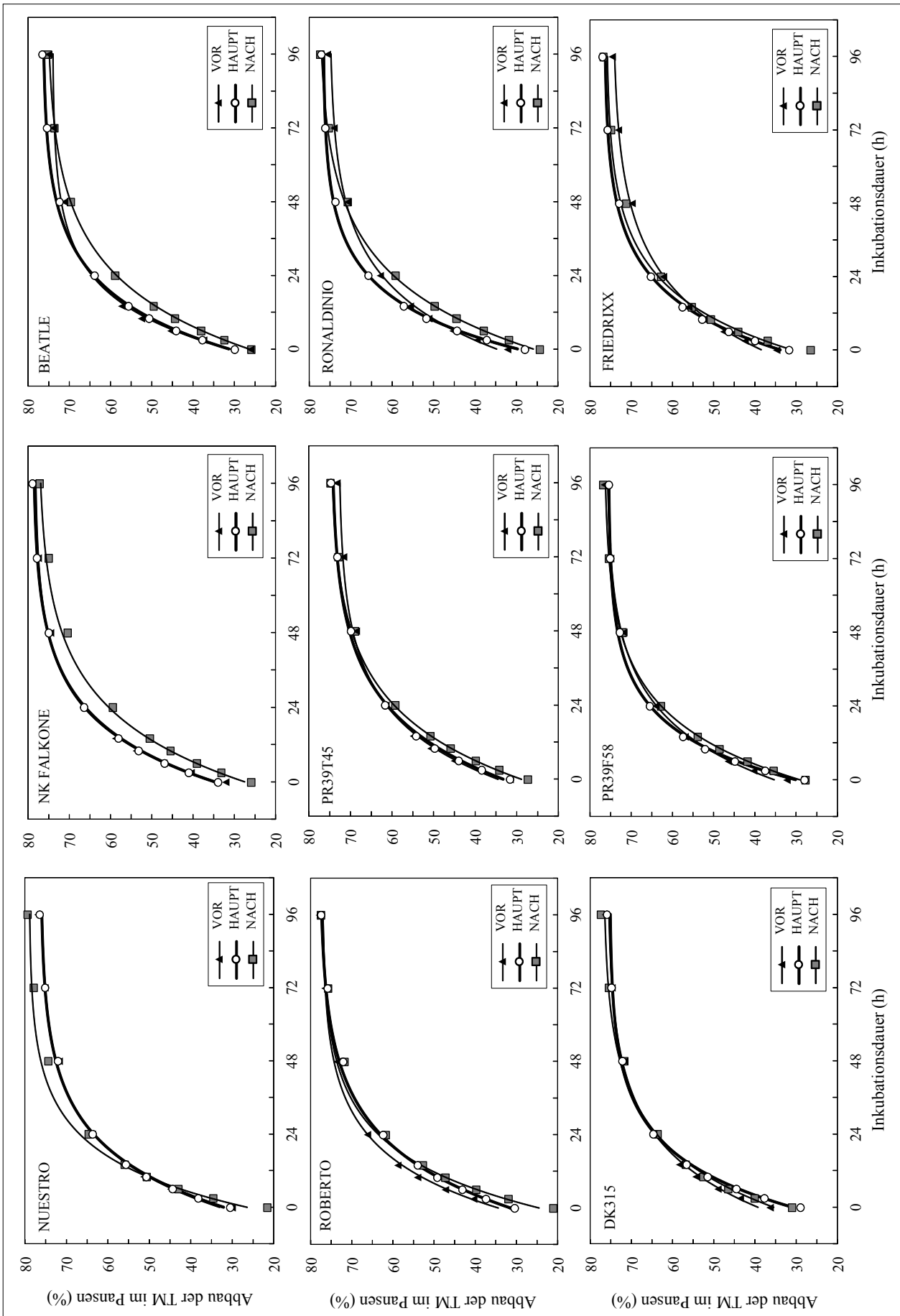


Abbildung 10: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die ruminale Abbaukinetik der Gesamtpflanze verschiedener Silomais-Sorten

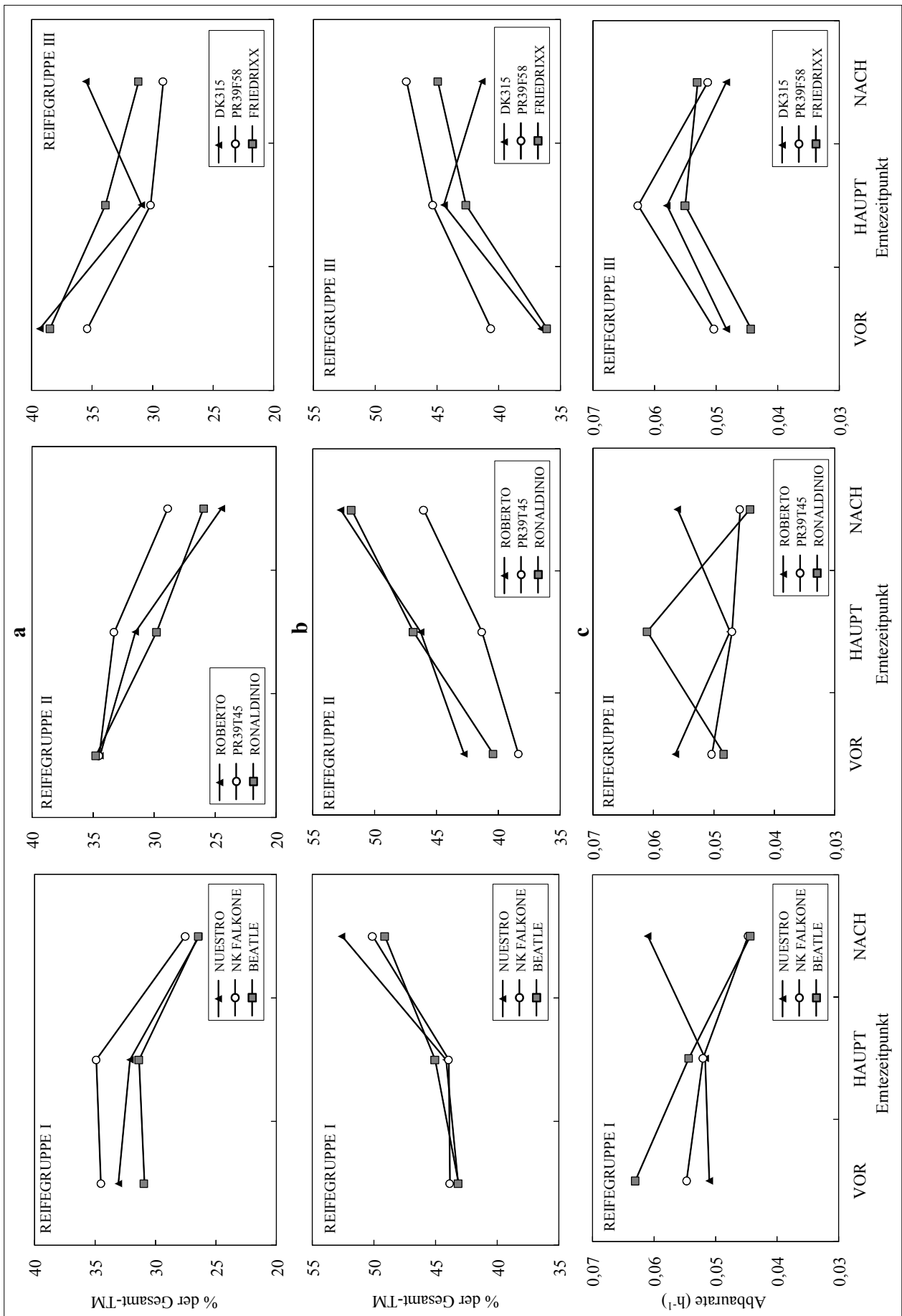


Abbildung 11: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter a, b, und c der Gesamtpflanze verschiedener Silomais-Sorten

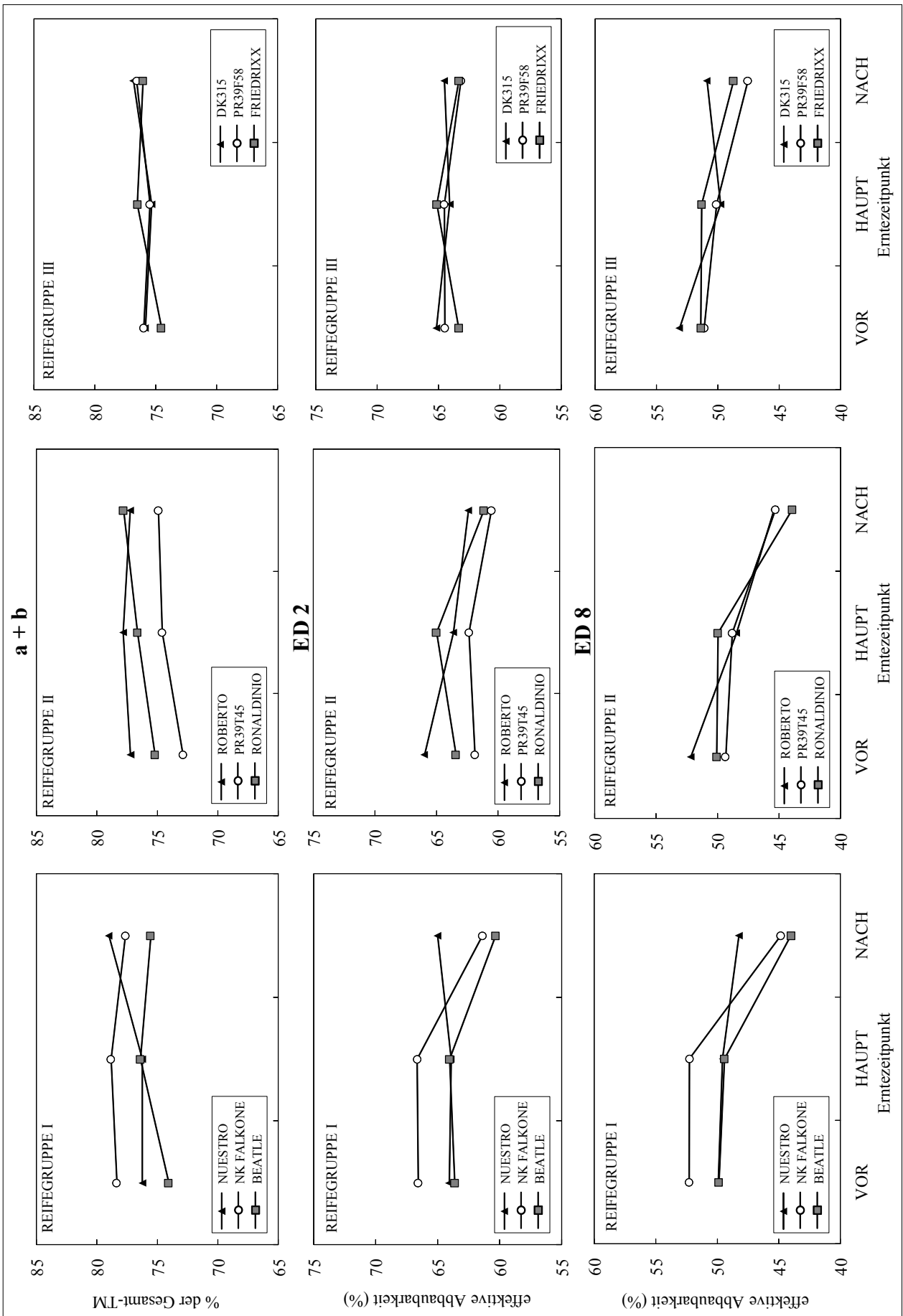


Abbildung 12: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter (a + b), ED 2 und ED 8 der Gesamtpflanze verschiedener Silomais-Sorten

4. Schlussfolgerungen

Auf die Nährstoffgehalte von Kolben und Gesamtpflanze hat die Sorte wenig bis keinen Einfluss. Dagegen können vor allem die Gehalte der Faserbestandteile in der Restpflanze je nach Sorte deutlich variieren, was sich im Endeffekt auch auf die ruminale Abbaubarkeit auswirkt. Frühreife Sorten weisen etwas höhere potentielle und effektive Abbaubarkeiten auf als spätreife, während beim Kolben genau das Gegenteil auftritt. Hinsichtlich der ruminale Abbaubarkeit der Gesamtpflanze treten deutliche Unterschiede zwischen den Sorten auf, wobei in allen Reifegruppen Sorten mit hohen ruminale Abbaubarkeiten zu finden sind. Für die Auswahl der richtigen Sorte sollte deshalb auch unbedingt das Anbaugesbiet, in dem die Sorte angebaut wird, berücksichtigt werden. In Grenzlagen des Silomais-Anbaus sind die frühreifen Sorten NUESTRO und NK FALKONE gut geeignet, da sie günstige Nährstoffgehalte sowie hohe ruminale Abbaubarkeiten der Rest- und Gesamtpflanze aufweisen. In Gunstlagen kann weiters auch die Sorte DK315 empfohlen werden, da sie die numerisch höchste effektive Abbaubarkeit der Gesamtpflanze aller Sorten und günstige Nährstoffgehalte aufweist. Neben diesen verdauungsphysiologischen Merkmalen sollten bei der Auswahl der Sorte aber auch pflanzenbauliche Merkmale, wie Wuchshöhe, Ertrag oder Krankheitsresistenz, berücksichtigt werden.

Entscheidend für den Futterwert von Maissilagen ist der richtige Erntezeitpunkt. Mit fortschreitender Reife nehmen einerseits der Fasergehalt der Restpflanze und andererseits der NFC-Gehalt des Kolbens zu. Je reifer der Kolben wird, desto geringer wird allerdings die Stärkeeinlagerung, während die Verholzung der Restpflanze zunehmend rascher vor sich geht. Das wirkt sich auch entscheidend auf die ruminale Abbaubarkeit der Gesamtpflanze aus. Je älter die Restpflanze wird, desto geringer ist ihre effektive Abbaubarkeit. Da auch im Kolben die Faserbestandteile mit zunehmender Reife leicht ansteigen und immer mehr verholzen, führt die abnehmende Stärkeeinlagerung auch im Kolben zu einer reduzierten effektiven Abbaubarkeit beim letzten Erntezeitpunkt. Das hat zur Folge, dass auch die effektive Abbaubarkeit der Gesamtpflanze, trotz abnehmender Faser- und steigender NFC-Gehalte, beim letzten Erntezeitpunkt deutlich niedriger ist als bei den beiden anderen. Aufgrund der Nährstoffe allein kann deshalb nicht auf den Futterwert von Silomais geschlossen werden, da anscheinend auch die Bindung der Nährstoffe in der Pflanze eine wichtige Rolle spielt. Deshalb sollten bei der Ernte TM-Gehalte des Kolbens von 50 – 55 % (mittlerer Erntezeitpunkt, Teigreife) angestrebt werden.

Auch wenn die optimale Sorte gewählt und zum besten Erntezeitpunkt geerntet wurde, kann es sein, dass der Futterwert des Silomais nicht ganz zufriedenstellend ist. Denn auch

das jeweilige Jahr beeinflusst den Nährstoffgehalt und die ruminale Abbaubarkeit von Silomais. Je nach Witterungsbedingungen kann es zu einer Beschleunigung oder Verzögerung der Reife kommen, die sich negativ auf den Futterwert auswirken können. Trockenes, warmes Wetter kann zu einer frühzeitigen Austrocknung der Restpflanze führen, während eine kühle und feuchte Witterung bewirkt, dass die Pflanze nicht rechtzeitig reif wird und möglicherweise aufgrund einer Fruchtfolge frühzeitig geerntet werden muss. Deshalb ist es auch wichtig, eine für ihr Anbaugesbiet passende Sorte (mit geeigneter Reifezahl) zu wählen, um auch in solchen Jahren eine vollständige Ausreife zu ermöglichen. Wenn Sorte, Erntezeitpunkt und Witterung bestmöglich kombiniert werden können, ist der höchste Futterwert und auch Ertrag bei Silomais zu erwarten.

Bei der Wahl der Sorte und des Erntezeitpunktes ist allerdings zu beachten, dass zwischen den entscheidenden Einflussfaktoren auf Futterwert und Ertrag vielfältige und meist negative Wechselbeziehungen bestehen (*Abbildung 13* und *14*). Als diese entscheidenden Faktoren sind die Verdaulichkeit der Restpflanze, der Kolbenanteil und das Ertragspotential einer Silomaisorte anzusehen.

Wie die Ergebnisse des vorliegenden Versuches zeigen, ist eine hohe Abbaubarkeit der Nährstoffe in der Restpflanze mit einer geringeren Abbaubarkeit der Nährstoffe im Kolben verbunden (Ausnahme Sorten DK315 und Friedrixx). Weiters ist im Trend ein höherer Futterwert der Restpflanze von einem niedrigeren Kolbenanteil begleitet (Ausnahme Sorte NK Falkone). Dennoch wirkt sich tendenziell eine bessere Restpflanze insgesamt positiv auf den Futterwert der Gesamtpflanze aus, übertrifft also den negativen Effekt auf Anteil und Futterwert des Kolbens. Für die Abbaubarkeit der Gesamtpflanze ist der Kolbenanteil ebenfalls sehr bedeutsam. Der Futterwert von Rest- und Gesamtpflanze korreliert negativ mit dem Ertrag an Trockenmasse und abbaubarer Trockenmasse. Den Ertrag an abbaubarer Trockenmasse bestimmt der Ertrag an Trockenmasse in wesentlich bedeutsamerem Ausmaß als die Abbaubarkeit. Somit ist in ökonomischer Hinsicht der Ertrag das entscheidende Kriterium für die Auswahl einer bestimmten Sorte. Allerdings ist zur Erzielung einer bestimmten Milch- oder Mastleistung auch die Energiekonzentration und Verzehrbarekeit des Silomais wichtig. Voraussetzung sowohl eines hohen Ertrages als auch eines hohen Futterwertes ist natürlich, dass die Sorte in pflanzenbaulicher Sicht für den beabsichtigten Standort hinsichtlich Temperatursumme, Standfestigkeit, Krankheits- und Schädlingsresistenz etc. geeignet ist. Abschließend werden die im vorliegenden Projekt untersuchten Sorten hinsichtlich Futterwert der Rest- und Gesamtpflanze, Kolbenanteil und Ertragspotential gereiht (*Tabelle 10* und *11*). Auch diese Aufstellungen zeigen, dass Quantität und Qualität häufig in negativer Beziehung stehen.

Tabelle 10 : Rangierung der untersuchten Maissorten nach Abbaubarkeit der Restpflanze, Kolbenanteil, Abbaubarkeit der Gesamtpflanze und Trockenmasse-Ertrag

Rang	Sorte	ED 5 Restpflanze (%)	Sorte	Kolbenanteil (%)	Sorte	ED 5 Gesamtpflanze (%)	Sorte	TM-Ertrag (kg/ha)
1	Nuestro (1)	33,2	NK Falkone (2)	55,8	DK315 (7)	56,0	Ronaldino (6)	20.416
2	NK Falkone (2)	30,8	PR39T45 (5)	55,0	Friedrixx (9)	55,2	PR39T45 (5)	19.774
3	Beatle (3)	30,5	PR39F58 (8)	54,2	NK Falkone (2)	55,0	PR39F58 (8)	19.741
4	Roberto (4)	30,3	Nuestro (1)	53,6	PR39F58 (8)	54,7	Beatle (3)	18.014
5	DK315 (7)	29,0	DK315 (7)	53,4	Nuestro (1)	54,6	NK Falkone (2)	17.524
6	Friedrixx (9)	29,0	Ronaldino (6)	53,4	Roberto (4)	54,1	Roberto (4)	17.489
7	Ronaldino (6)	28,9	Friedrixx (9)	52,8	Ronaldino (6)	53,3	Friedrixx (9)	16.989
8	PR39F58 (8)	25,0	Roberto (4)	51,9	Beatle (3)	53,0	Nuestro (1)	16.949
9	PR39T45 (5)	24,5	Beatle (3)	51,0	PR39T45 (5)	52,6	DK315 (7)	16.898

Tabelle 11: Bewertung der untersuchten Maissorten hinsichtlich Abbaubarkeit der Restpflanze, Kolbenanteil, Abbaubarkeit der Gesamtpflanze und Trockenmasse-Ertrag (1 – 9 Punkte)

	ED 5 Restpflanze (%)	Kolbenanteil (%)	ED 5 Gesamtpflanze (%)	Trockenmasse-Ertrag (kg/ha)
Nuestro (1)	*****	*****	****	**
NK Falkone (2)	*****	*****	*****	*****
Beatle (3)	*****	*	**	*****
Roberto (4)	*****	**	****	****
PR39T45 (5)	*	*****	*	*****
Ronaldino (6)	***	****	***	*****
DK315 (7)	*****	*****	*****	*
PR39F58 (8)	**	*****	*****	*****
Friedrixx (9)	****	***	*****	***

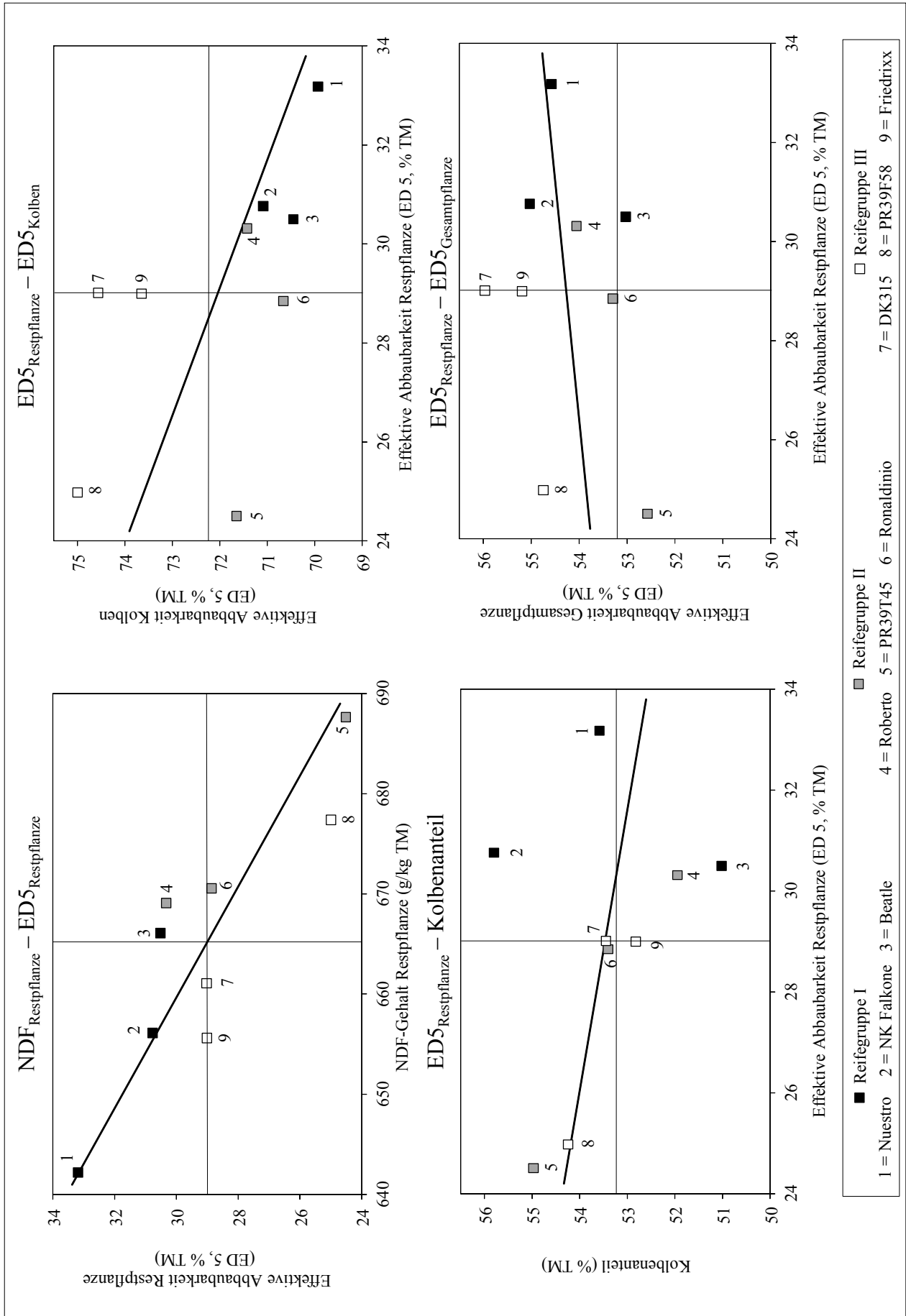


Abbildung 13: Beziehungen zwischen der effektiven Abbaubarkeit der Restpflanze und der effektiven Abbaubarkeit von Kolben und Gesamtpflanze sowie Kolbenanteil

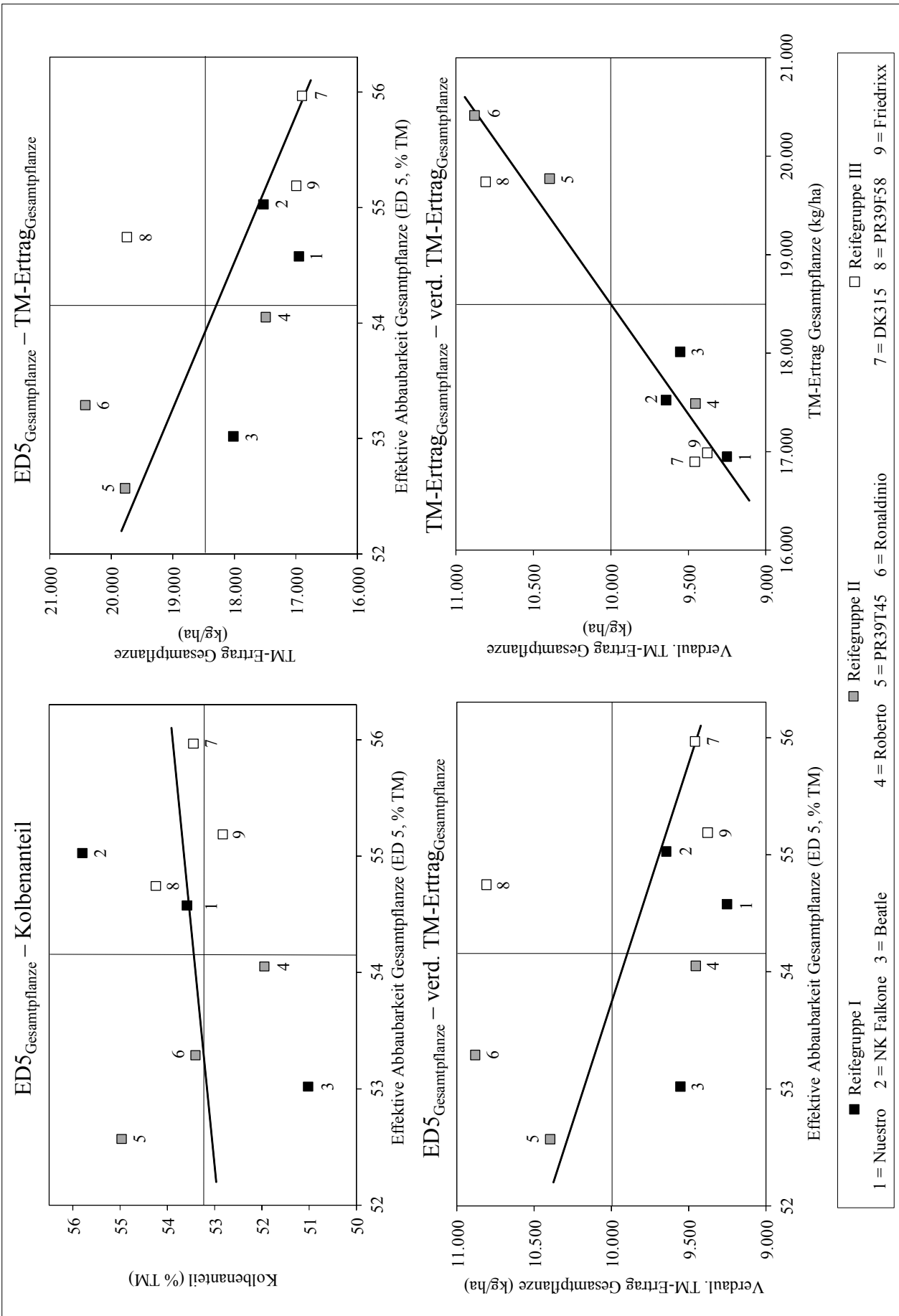


Abbildung 14: Beziehungen zwischen effektiver Abbaubarkeit der Gesamtpflanze und Kolbenanteil sowie Ertrag an Trockenmasse und abbaubarer Trockenmasse

5. Literatur

- AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit), 2012: Informationen der Internethomepage: <http://www.agrarinet.info/media.php?+content+&id=%2C%2C%2C%2CZmlsZ-W5hbWU9ZG93bmxvYWQIM0QIMkYyMDEyLjAxLjI1JTJGMT-MyNzQ4MTg2OS5wZGYmcm49U29yZGVuYmVzY2hyZWlidW5nJTlWTWpocyUyMCUyODE5OSUyMEtCJTl5LnBkZg%3D%3D>, besucht am 14.08.2013.
- AKBAR, M., P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 2002: Measurement of yield and in situ dry matter degradability of maize varieties harvested at two stages of maturity in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 100, 53-70.
- ANDRAE, J.G., C.W. HUNT, G.T. PRITCHARD, L.R. KENNINGTON, J.H. HARRISON, W.KEZAR und W. MAHANNA, 2001: Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *J. Anim. Sci.* 79, 2268-2275.
- BAL, M.A., J.G. COORS und R.D. SHAVER, 1997: Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. *J. Dairy Sci.* 80, 2497-2503.
- BAL, M.A., R.D. SHAVER, K.J. SHINNERS, J.G. COORS, J.G. LAUER, R.J. STRAUB und R.G. KOEGEL, 2000a: Stage of maturity, processing and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86, 83-94.
- BAL, M.A., R.D. SHAVER, H. AL-JOBEILE, J.G. COORS und J.G. LAUER, 2000b: Corn silage hybrid effects on intake, digestion and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 2849-2858.
- DACCORD, R., Y. ARRIGO und R. VOGEL, 1995: Nährwert von Mais-silage. *Agrarforschung* 2, 397-400.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwertta-bellen. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 212 S.
- ETTLE, T., P. LEBZIEN, G. FLACHOWSKY und F.J. SCHWARZ, 2001: Effect of harvest date and variety on ruminal degradability of ensiled maize grains in dairy cows. *Arch. Anim. Nutr.* 55, 69-84.
- ETTLE, T. und F.J. SCHWARZ, 2003: Effect of maize variety harvested at different maturity stages on feeding value and performance of dairy cows. *Anim. Res.* 52, 337-349.
- FERRET, A., J. GASA, J. PLAIXATS, F. CASANÑAS, L. BOSCH und F. NUEZ, 1997: Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. *Anim. Sci.* 64, 493-501.
- FLACHOWSKY, G., W. PEYKER, A. SCHNEIDER und K. HENKEL, 1993: Fibre analyses and in sacco degradability of plant fractions of two corn varieties harvested at various times. *Anim. Feed Sci. Technol.* 43, 41-50.
- GROSS, F., 1970a: Schlussfolgerungen für den Maiszüchter aus den Gruber Fütterungsversuchen mit Silo- und Körnermais. *Bayer. Landw. Jahrbuch* 47, 235-240.
- GROSS, F., 1970b: Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Futterwert von Maisgärfutter. *Wirtschaftseig. Futter* 16, 306-336.
- GROSS, F., 1980: Content and in vivo digestibility (sheep) of nutrients in maize varieties harvested at different stages for silage. In: POLL-MER W.G. und R.H. PHIPPS (Hrsg.): *Improvement of quality traits of maize for grain and silage*. Martinus Nijhoff Publishers b.v., The Hague, Boston, London, 429-455.
- GROSS, F. und W. PESCHKE, 1980: Nährstoffgehalt von Silomais – 3. Mitteilung: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit der Maiskolben. *Wirtschaftseig. Futter* 26, 184-192.
- GRUBER, L., H. KOPAL, F. LETTNER und F. PARRER, 1983: Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Nährstoffgehalt und den Ertrag von Silomais. *Wirtschaftseig. Futter* 29, 87-109.
- GRUBER, L., K. TAFFERNER, L. HABERL, G. MAIERHOFER, J. GAS-TEINER und M. URDL, 2006: Einfluss von Vegetationsstadium, Sorte, Standort und Konservierung von Silomais auf den Gehalt an Rohprotein- und Kohlenhydrat-Fractionen sowie den ruminalen in situ-Abbau der Trockenmasse. *Kongressband 118. VDLUFA-Kongress, Freiburg im Breisgau*, 19.–22. September 2006, 226-239.
- GRUBER, L. und W. HEIN, 2006: Ertrag und Futterqualität von Silomais in Abhängigkeit von Vegetationsstadium, Sorte und Standort. *Kongressband 118. VDLUFA-Kongress, Freiburg im Breisgau*, 19.–22. September 2006, 244-259.
- HEIN, W., L. GRUBER, G. URAY, J. HINTERHOLZER und G. PUCH-WEIN, 1996: Restpflanze ist nicht gleich Restpflanze – Sortenbedingte Unterschiede der Restpflanze beeinflussen Ertrag und Qualität von Silomais. *Mais* 24, 108-111.
- HEIN, W. und L. GRUBER, 2003: Unterschiede österreichischer Silomais-Sorten hinsichtlich Ertrag und Futterwert. *Bericht 54. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, BAL Gumpenstein, Irdning*, 25.–27. November 2003, 77-84.
- HEPTING, L., 1988a: Verdaulichkeit der Maispflanze – I. Kolben ist nicht gleich Kolben. *Mais* 4, 23-25.
- HEPTING, L., 1988b: Verdaulichkeit der Maispflanze – III. Verdaulichkeit der Gesamtpflanze ein Maß für den Nährstofftrag. *Mais* 4, 29-30.
- HERTER, U., A. ARNOLD, F. SCHUBIGER und M. MENZI, 1996: Verdaulichkeit, das wichtigste Qualitätsmerkmal bei Silomais. *Agrarforschung* 3, 535-538.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: *Ruminant Nutrition - Recommended Allowances and Feed Tables*. INRA & John Libbey Eurotext, Paris, 389 S.
- JENSEN, C., M.R. WEISBERG, P. NØRGAARD und T. HVELPLUND, 2005: Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118, 279-294.
- JOHNSON, L.M., J.H. HARRISON, D. DAVIDSON, C. HUNT, W.C. MAHANNA und K. SHINNERS, 2003: Corn silage management: Effects of hybrid, maturity, chop length and mechanical processing on rate and extent of digestion. *J. Dairy Sci.* 86, 3271-3299.
- KURTZ, H., F. FLASSHOFF und F.J. SCHWARZ, 2004: Effects of brown midrib 3 mutation in silage corn on ruminal degradability, digestibility and performance of beef cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 13, 82.
- KURTZ, H., 2006: *Vergleichende Untersuchungen zum Einfluss der Pflanzengenetik und der physiologischen Reife von Körnern und Restpflanzen verschiedener Maishybriden auf die ruminale Abbaubarkeit*. Dissertation, Technische Universität München, München-Weihenstephan, 264 S.
- DI MARCO, O., M. AELLO, M. NOMDEDEU und S. VAN HOUTTE, 2002: Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro). *Anim. Feed Sci. Technol.* 99, 37-43.
- MCDONALD, I., 1981: A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.* 96, 251-252.
- METWALLY, A. und F.J. SCHWARZ, 2010: Comparison of the ruminal degradability of different components of the maize plant. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 19, 119.
- NRC (National Research Council), 2001: *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th, revised edition, National Academy Press, Washington D.C., 381 S.

- ØRSKOV, E.R. und I. McDONALD, 1979: The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92, 499-503.
- ØRSKOV, E.R. und M. RYLE, 1990: *Energy Nutrition in Ruminants*. Elsevier Applied Science, London, 149 S.
- PARYS, C., A. MATTHÉ, P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 2000: In sacco Abbaubarkeit von Mais-Restpflanzen im Pansen von Milchkühen. Kongressband 112. VDLUFA-Kongress, Stuttgart-Hohenheim, 18.–22. September 2000, 80-83.
- PEX, E.J., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zum Einfluss des Erntezeitpunktes von Silomais auf Verdaulichkeit und Energiegehalt von Maissilage bei Rind und Schaf. *Wirtschaftseig. Futter* 42, 83-96.
- PIONEER, 2012: Produktkatalog 2012. Informationen der Internethomepage: http://www.mrol.ch/cms/images/mrol/pdf/pioneer_katalog_ch_2012_final_1seitig.pdf, besucht am 14.08.2013.
- SCHLAGHECK, A., 2001: Untersuchungen zum Einfluss ausgewählter Faktoren auf die in vitro-Verdaulichkeit von Silomais und auf Parameter der Pansenphysiologie. Dissertation, Georg-August-Universität, Göttingen, 135 S.
- SÜDEKUM, K.H., 2005: Möglichkeiten und Grenzen einer Standardisierung der in situ-Methodik zur Schätzung des ruminalen Nährstoffabbaus. *Übers. Tierernährung* 33, 71-86.
- TERLER, G., 2013: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den ruminalen Trockenmasse-Abbau neun aktueller Silomais-Sorten unterschiedlicher Reifezahl. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 115 S.
- THOMET, P., D. DUBOIS, T. RIHS und J. TROXLER, 1986: Prüfung der Verdaulichkeitsunterschiede von fünf ausgewählten Maissorten. *Mitteil. schweizerische Landw.* 34, 61-72.
- VERBIĆ, J., J.M.A. STEKAR und M. RESNIK-ČEPON, 1995: Rumen degradation characteristics and fibre composition of various morphological parts of different maize hybrids and possible consequences for breeding. *Anim. Feed Sci. Technol.* 54, 133-148.
- ZELLER, F., 2009: Zum Einfluss von Genotyp und physiologischer Reife von Mais auf die chemische Zusammensetzung und ruminale Abbaubarkeit der Restpflanze. Dissertation, Technische Universität München, München-Weihenstephan, 179 S.

Gibt es nach Mais eine Alternative in der Rinderfütterung?

Karl Mayer^{1*}

Die Nachfolge der seit Jahrzehnten bewährten Hochleistungspflanze Mais zu beschreiten ist im Anforderungsprofil alles andere als leicht. Dennoch muss unter dem Druck eines seit Beginn dieses Jahrhunderts auftretenden Schädlings namens Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera* Leconte) über Alternativen zu Mais, der hauptsächlich Wirtspflanze dieses Schädlings, nachgedacht werden.

Als Alternative bietet sich zurzeit die seit Dezember 2013 zweite wichtige Hackfrucht aus der Gruppe der Hirsen an, nämlich für Rinderbetriebe die Silohirse/Silosorghum. Im Gegensatz zur Körnerhirse erreicht dieser Hirsetyp eine deutlich höhere Wuchshöhe von zwei- bis zweieinhalb Metern. Er kommt allerdings nicht an die Wuchshöhen der äußerst spät blühenden Biomassehirsen mit bis zu fünf Metern Wuchshöhe heran. Gerade darin liegt aber auch der Vorteil dieses Hirsetyps, weil damit eine deutlich bessere Standfestigkeit erreicht wird. Durch die Ausreife einer Rispe wird deutlich mehr Energie in die Pflanze gebracht als bei den Biomassehirsen. Die Restpflanze ist im Vergleich zu den kurzwüchsigen Körnerhirse höher.

In Frankreich ist die Silohirse vor allem in den warmen und trockenen Landesteilen schon lange verbreitet. Selbstverständlich erreicht sie nicht das Niveau von Silomais, aber sie stellt derzeit als Hackfrucht die beste Alternative zu Mais dar. Zu den weiteren Vorteilen dieser Kultur zählt, dass sie trockenheitstoleranter als Mais ist, äußerst standfest und in der Produktionstechnik von der Saat bis zur Ernte dem Mais, zumindest in der Jugendphase, im Aussehen ähnlich ist.

Das Ertragsniveau von Silohirse liegt im Durchschnitt bei 12 bis 16 Tonnen Trockenmasse je Hektar. Im Vergleich zu Silomais, der auf 15 bis 24 Tonnen Trockenmasse je Hektar zu liegen kommt, mag das bescheiden klingen. Diese Werte sind aber immer noch höher als die Erträge bei Feldfutter. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Logistik dem Mais angepasst ist. Hinzukommt, dass bei Silohirse eine Vorfucht mit Grünroggen oder Triticale, sofern diese bis Anfang Juni abgeerntet ist, möglich erscheint.

Die Aussaat von Silohirse erfolgt, wie bei Körnerhirse, in der Regel zwischen 20. April und Anfang Mai. Ergebnisse

der Versuchstätigkeit des Landes Steiermark unter der Leitung von Dr. Dagobert Eberdorfer zeigen, dass die optimale Reihenweite bei 70 cm liegt, analog dem Silomais. Der Vorteil dieses Abstandes besteht auch darin, dass damit im Notfall, sprich bei Versagen der chemischen Unkrautbekämpfung, eine mechanische Hacke durchgeführt werden kann. Genau darin liegt aber auch das größte Problem des Hirseanbaues, nämlich in den nur eingeschränkt vorhandenen registrierten Herbiziden. Die Unkrautbekämpfung sollte spätestens bis zur Bestockung der Unkrauthirse abgeschlossen sein, denn nach dem Bestocken der Unkrauthirse ist keine chemische Bekämpfung von Unkrauthirs in der Kulturhirse mehr möglich.

Die Saatstärke kann im Gegensatz zur Biomassehirse höher, nämlich 30 bis 40 Pflanzen je Quadratmeter, angesetzt werden, weil die Standfestigkeit deutlich höher ist. Später angebaute Bestände oder frühreifere Sorten sollten eher mit 40 Pflanzen je Quadratmeter bestellt werden. Um einen raschen Aufgang sicherzustellen, sollte unbedingt die Saattiefe von maximal 2 cm eingehalten werden. Einzelkornsäegeräte sind aus diesem Grund der Drillsaat vorzuziehen.

Durch die Deklaration der Silohirse zur Hackfrucht hat sich der Stickstoffdüngbedarf von früher maximal 120 kg Stickstoff je Hektar auf je nach Ertragshöhe definierten maximalen 210 kg N feldfallend je Hektar erweitert. Damit ist eine ideale stickstoffzehrende Kultur für wirtschaftsdüngerstarke Betriebe entstanden, die damit gleichwertig zu Silomais, Feldfutterbau und Grünland ist.

Die Ernte von Silohirse erfolgt bei den derzeit vorhandenen Sorten etwas später als bei Silomais. Hirse hat nämlich die Eigenschaft, bei Trockenstress nicht vorzeitig abzureifen, sondern eine Wachstumspause einzulegen und nach Eintritt von Niederschlägen das Wachstum fortzusetzen. Dieser Effekt hat im Vorjahr zu Reifeverzögerungen auf Trockenstressstandorten geführt.

Summa summarum kann diese Kultur zwar nicht mit Mais mithalten, aber in der angespannten Situation des Maiswurzelbohrerdrucks scheint diese Kultur noch den ökonomisch sinnvollsten Kompromiss darzustellen.

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8010 Graz

* Ansprechpartner: Dr. Karl Mayer, email: karl.mayer@lk-stmk.at

Futterwert von Sorghum-Hirse und deren Verwendung in der Milchproduktion

Nutritive value of sorghum forage and its use in milk production

Christian Fasching^{1*}

Zusammenfassung

Die Landwirte sind auf Grund der Problematik rund um den Maiswurzelbohrer gezwungen, sich um Alternativen zum Silomais zu kümmern. Dabei ist Sorghum-Hirse eine häufig diskutierte Kultur. Anhand von Literaturergebnissen sowie Ergebnissen heimischer Futtermitteluntersuchungen und Erhebungen der Landwirtschaftskammern Kärnten und Niederösterreich wird der Frage nachgegangen, in wie weit Hirsesilage eine Alternative zu Silomais sein kann.

Die Ergebnisse aus der Literatur und die der heimischen Untersuchungen vermitteln denselben Eindruck. Der Trockenmassegehalt der heimischen Sorghum-Hirse-Silage liegt mit 26,8 % deutlich unter dem von heimischen Silomais (36,7 %). Die Differenz beim Stärkegehalt beträgt 27,8 %. Auch bei den Gerüstsubstanzen zeichnen sich deutliche Unterschiede ab. Der Gehalt an aNDFom der heimischen Sorghum-Hirse-Silage liegt bei 61,0 % und der von heimischen Silomais bei 40,3 %. Dies wirkt sich auch auf die Verdaulichkeit der organischen Masse aus. Sie beträgt bei der heimischen Sorghum-Hirse-Silage 64,0 %. Der Gehalt an NEL liegt um 1,4 MJ/kg Trockenmasse unter dem von heimischem Silomais.

Auch der in der Literatur beschriebene Milchproduktionswert, entspricht nicht dem von Silomais. Die Trockenmasseaufnahme bei Hirserationen liegt geringfügig unter der von Silomaisrationen. Obwohl der Kraftfutteranteil der Hirserationen höher ist, liegt die tägliche Milchleistung um 1,5 kg unter der von Silomaisrationen. Bei Hirserationen wird auch ein deutlich höherer Verlust an Körpermasse beobachtet.

Neben dem Trockenmasseertrag pro Hektar, welcher mit dem von Silomais nicht mithalten kann, sind bei Sorghum-Hirsens große Sortenunterschiede wahrscheinlich. Die Untersuchungen und Analyseergebnisse lassen keinen kompromisslosen Austausch von Silomais mit Sorghum-Hirse-Silage erwarten. Der höhere Gehalt an Gerüstsubstanzen verringert die Verdaulichkeit und verdünnt die Ration. Aus diesem Grund muss diese mit zusätzlichem Kraftfutter aufgewertet werden. Speziell bei Betrieben mit hohen Milch- und Einsatzleistungen kann sich die zusätzliche Kraftfuttergabe problematisch auswirken und die Situation rund um den Energiemangel unnötig verschärfen.

Schlagwörter: Sorghum, Hirse, Silomais, Silage, Milch, Futterwert, Milchproduktionswert, Alternative

Summary

Due to the issues around the corn rootworm, farmers are forced to find alternatives to corn silage. In this regard, sorghum is a frequently discussed culture. Based on literature results, outcomes of local feed studies and surveys of the Chamber of Agriculture (Carinthia and Lower Austria) the use of sorghum is being investigated as an alternative to corn.

The results from the literature as well as the local investigations convey the same impression. Dry matter content of local sorghum silage is 26.8 %, and therefore significantly below that of the local corn silage (36.7 %). The difference in the starch content amounts to 27.8 %. Also with regard to the cell wall substances, remarkable differences can be observed. The content of aNDFom of local sorghum silage is 61.0 %, whereas that of local corn silage is 43.3 %. This affects the digestibility of the organic matter. Expressed in numbers, this means 64.0 % digestibility of the local sorghum silage. The content of NEL is 1.4 MJ/kg dry matter below that of the local corn silage.

Also, the milk production value of sorghum described in the literature does not match the value of corn silage. The dry matter intake of sorghum rations is slightly lower than that of corn silage rations. Even though the concentrate proportion of sorghum rations is higher, the actual milk yield is 1.5 kg below the value of corn rations. Additionally, in sorghum rations, a significantly higher live weight loss is observed.

In addition to the dry matter yield per hectare, which is lower than that of corn silage, large varietal differences in sorghum are likely. Based on the research and analytical results, an uncompromising exchange of silage corn on sorghum cannot be expected. The higher content of cell wall substances reduces the digestibility and dilutes the ration. For this reason, it must be upgraded with additional concentrates. Especially in herds with high milk yield, the additional concentrate feeding can lead to problematic impacts and can exacerbate the situation around the lack of energy unnecessarily.

Keywords: sorghum silage, corn silage, silage, dairy, nutrient value, milk performance, alternative

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

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Christian Fasching, email: christian.fasching@raumberg-gumpenstein.at

Einleitung

„Die Einwanderung eines neuen Schädling aus Osteuropa bedroht den heimischen Maisanbau: „*Diabrotica virgifera virgifera*“, kurz „Maiswurzelbohrer“, ist ein Käfer, der als Larve die Wurzeln der Maispflanze und als Käfer die oberirdischen Pflanzenteile schädigt. Breitet sich der Maiswurzelbohrer auf ein gesamtes Maisfeld aus, ist mit einer Vernichtung von bis zu 80 Prozent der Ernte zu rechnen.

„Wenn österreichweit keine wirksamen Maßnahmen gegen den Befall des Schädling getroffen werden, ist in wenigen Jahren mit einem Ausfall von mindestens einem Fünftel der gesamten Maisernte zu rechnen“, so Dr. Friedrich Polesny, Bereichsleiter für Landwirtschaft in der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES). Derzeit sind Maisbauern des gesamten Burgenlandes, des östlichen Bereichs von Niederösterreich und der Bezirke Fürstenfeld und Radkersburg in der Steiermark betroffen.“

So lautete die Presseinformation der AGES am 22.04.2004. Seitdem breitet sich der Schädling kontinuierlich aus. Am stärksten betroffen sind die Bundesländer Niederösterreich, Burgenland, Steiermark und Kärnten. Befallsfrei hingegen sind nur mehr Salzburg und Vorarlberg (*Abbildung 1*).

Mittlerweile füllt die Problematik rund um den Maiswurzelbohrer unzählige Seiten. Die Prognosen für das Jahr 2014 sind düster. Landwirte, Berater und Experten, alle sind auf der Suche nach erfolgsversprechenden Bekämpfungsmaßnahmen. Doch die Möglichkeiten sind begrenzt! Nach Einschätzung der Experten zählt die Fruchtfolgemaßnahme zu einer der wirkungsvollsten. Sofort stellt sich die Frage nach Alternativen. „*Sorghum-Hirse!*“ Sie ist eine in diesem Zusammenhang häufig diskutierte Kultur. Inwieweit die Leistungen von Sorghum-Hirse mit denen von Silomais vergleichbar sind und ob sie den Erwartungen entspricht, soll im folgenden Beitrag geklärt werden.

Mit einer Produktion von 57 Mio. Tonnen (2012) (FAO Stat 2014) ist Sorghum nach Mais, Reis, Weizen und Gerste die weltweit fünft wichtigste Getreideart. Ihren Ursprung nimmt die monokotyle Pflanze im Gebiet des Tschadsees im Nordosten Afrikas. Es wird angenommen, dass sie dort

erstmalig vor 8.000 bis 10.000 Jahren domestiziert wurde. Durch Anpassung an die Umweltbedingungen werden heute in fast allen Industrieländern Hybridsorten angebaut. In den Hauptanbauregionen finden die Körner vorwiegend in der Tierernährung Verwendung. Die Weide-, Heu- oder Silagenutzung spielt dabei eine untergeordnete Rolle. In den Ländern Afrikas und Asiens wird Sorghum hauptsächlich zur Körnerproduktion für die menschliche Ernährung angebaut (ZELLER 2000).

Sorghum-Hirse ist eine C₄-Pflanze und wird als sehr dürretolerant beschrieben. Sie gehört wie Reis und Mais zur Familie der Poaceae (Süßgräser). Es werden etwa 30 Arten unterschieden. Die größte Bedeutung für die Nutzung in der Landwirtschaft haben die Arten „*Sorghum-bicolor*“ (Mohrenhirse oder Zuckerhirse zur Körner-, Faser- oder Futternutzung) und „*Sorghum-sudanese*“ (Futternutzung) sowie die Kreuzung aus den beiden.

Ertrag und Futterwert von Sorghum-Hirse

Im Sommer 2009 legten ETTLE et al. (2011) am Versuchsfeld der LfL am Standort Freising einen Versuch zur Untersuchung der Ertragsleistung und Verdaulichkeit von Hirse-Silage an. Untersucht wurden die Sorten (*Sorghum-bicolor*), Grazer N (Monsanto), Inka (KWS) und Branco (KWS). Bei Branco handelt es sich um eine Sorte vom Typ „*Brown-Midrib*“ (BMR).

Der Trockenmassegehalt zur Ernte war bei allen drei Sorten ähnlich niedrig und lag zwischen 20,3 % und 21,9 %. Zu größeren und auch signifikanten Unterschieden kam es beim Trockenmasseertrag. Die Brown-Midrib-Sorte Branco war mit 9.400 kg TM/ha die schwächste, gefolgt von Inka und Grazer N mit 11.000 kg TM/ha bzw. 12.900 kg TM/ha.

Die Ergebnisse der Nährstoffuntersuchung und der Verdaulichkeit sind in *Tabelle 1* dargestellt. Der Rohfasergehalt der Silagen unterscheidet sich maximal um 0,3 % und liegt bei mindestens 31,1 %. Die Brown-Midrib-Sorte Branco zeichnet sich beim Gehalt an aNDFom und aADFom durch deutlich niedrigere Werte aus. Dieser Brown-Midrib-Effekt wird auch von anderen Autoren beschrieben (BECK et al. 2007, CERNEY et al. 1990).

Nach 19 Wochen Silierdauer wurden die Proben auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe bei Hammeln geprüft. Wie der niedrigere Gehalt an aNDFom und aADFom erwarten lässt, liegt die Verdaulichkeit der organischen Substanz der Sorte Branco mit 70 % deutlich über jener der Sorten Grazer N und Inka. Branco liegt mit diesem Verdaulichkeitswert nur 4 % unter dem der in den letzten Jahren an der LfL Bayern geprüften Maissilagen.

Mit einem Energiegehalt von 5,9 MJ NEL/kg TM hebt sich Branco auch signifikant von dem der anderen beiden Sorten ab. Grazer N und Inka liegen bei 4,42 MJ NEL/kg TM bzw. 4,57 MJ NEL/kg TM und damit

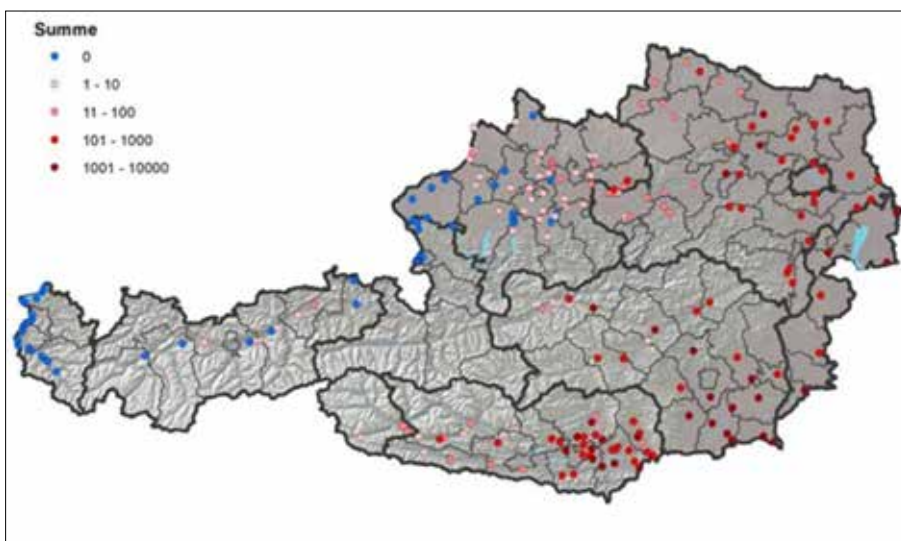


Abbildung 1: Verbreitung des Maiswurzelkäfers in Österreich, Stand Ende 2013 (AGES 2013)

Tabelle 1: Versuchsergebnisse verschiedener Autoren zum Futterwert von Sorghum-Hirse und Silomais

Quelle	Sorte	Art	TM %	TM Ertrag kg/ha	XP % TM	XA % TM	Stärke % TM	aNDFom % TM	aADFom % TM	Verdaulichkeit % TM	Methode
ETTLER et al. (2009)	Branco	<i>S. bicolor</i> ; <i>bmr</i>	20,3	9.400	8,68	5,94		62,5	35,6	70,0	dOM, GfE (1991)
	Inka	<i>S. bicolor</i>	21,7	11.000	8,73	5,90		69,0	40,4	56,0	
	Grazer N	<i>S. bicolor</i>	21,9	12.900	8,82	5,92		74,1	40,8	55,0	
COLOMBINI et al. (2012)	Silo 8416	<i>S. bicolor</i>	29,0		12,30	5,90	20,80	45,2	29,8		
	Sweet Creek	<i>S. bicolor</i> × <i>S. sudangrass</i>	31,8		10,50	14,40	3,40	62,5	46,4		
	Agnister	<i>Corn hybrid</i>	34,1		8,70	4,30	31,50	39,5	23,5		
COLUMBINI et al. (2010)	333 hybrid	<i>S. bicolor</i> × <i>S. sudangrass</i> , <i>bmr</i>	18,5	7.200	9,00	9,40	2,80	61,1	42,7	59,6	dOM, NRC (2001)
	Nikaia	<i>Corn hybrid</i>	28,2	15.400	8,90	4,80	22,80	46,5	30,6	69,8	
MIRON et al. (2005)	FS-5	<i>S. bicolor</i>	26,8	16.400	5,40	8,20		58,4	32,0	68,0	dDM, TILLEY und TERRY (1963)
	Silobuster	<i>S. bicolor</i>	27,2	16.500	5,63	8,41		59,1	33,1	67,0	
	Supersile 20	<i>S. bicolor</i>	27,7	16.400	5,73	8,14		61,0	34,9	67,0	
MIRON et al. (2007)	BMR-101	<i>S. bicolor</i> ; <i>bmr</i>	27,8	15.300	6,31	9,30		53,2	29,7	69,0	
	FS-5	<i>S. bicolor</i>	27,6	13.000	4,61	7,72		61,2	38,5	64,0	dDM, TILLEY und TERRY (1963)
	BMR-101	<i>S. bicolor</i> ; <i>bmr</i>	25,7	10.800	5,61	9,02		59,6	34,8	67,0	
OLIVER et al. (2004)	Oropesa	<i>Corn hybrid</i>	34,1	17.800	6,28	5,90		50,7	31,7	67,0	
	Normal	<i>S. bicolor</i>	30,6	14.600	7,30	4,10	10,90	58,1	37,7	52,5	dDM, COCHRAN und GALYEAN (1994)
	BMR-6	<i>S. bicolor</i> ; <i>bmr</i>	32,9	9.700	7,50	4,50	16,80	50,2	33,6	62,9	
THOMAS et al. (2013)	BMR-18	<i>S. bicolor</i> ; <i>bmr</i>	34,1	13.500	7,80	3,30	14,50	48,2	28,5	69,1	
	Silomais	<i>Corn hybrid</i>	34,4	12.800	8,40	2,70	19,90	46,1	28,5	60,9	
	DBMR	<i>S. bicolor</i> ; <i>bmr</i>			6,03			61,3	36,1	57,6	IVTD, VAN SOEST et al. (1966)
BOYD et al. (2008)	PS	<i>S. bicolor</i>			6,22			59,0	37,0	58,3	
	S700D	<i>S. bicolor</i>			6,12			61,2	38,4	56,3	
	MMR	<i>S. bicolor</i>			7,22			56,8	33,5	58,5	
AYDIN et al. (1999)	Silo Master D	<i>S. bicolor</i>	30,1		7,90	4,70	20,10	51,9	35,2	45,7	IVDMD, GOERING und VAN SOEST (1970)
	SG-Sile All	<i>S. bicolor</i>		16.300	6,80			51,7	34,7		
	SG-BMR 100	<i>S. bicolor</i> ; <i>bmr</i>		13.700	7,30			50,4	36,5		
	Pioneer 3211	<i>Corn hybrid</i>		12.500	7,40			41,0	26,4		

auch bei einem für Hirse-Silage üblichen Niveau. Auf Grund der Vergleichbarkeit der energiebestimmenden Inhaltsstoffe führen ETTLE et al. (2011) die Differenzen im Energiegehalt vorwiegend auf die Unterschiede in der Verdaulichkeit zurück. Sie schlussfolgern, dass ein Ertrag und Futterwert, wie dieser von Silomais zu erwarten ist, mit den untersuchten Sorghum-Hirsen nicht erreicht werden kann.

In der Po-Ebene verglichen COLOMBINI et al. (2012) in einem Fütterungsversuch Sorghum-Hirse (*Sorghum-bicolor* Hybrid, Silo 8416, Syngenta) und eine spezielle, mehrmähdige Futter-Sorghum-Hirse (*Sorghum-bicolor* × *Sorghum-sudangrass*, Sweet Creek) mit Silomais (Agrister). Der Saattermin bei der Sorghum-Hirse und Silomais war der 8. Juni und Erntetermin der 4. Oktober. Bei der Futter-Sorghum-Hirse wurde der zweite Aufwuchs untersucht.

Die chemische Zusammensetzung der Silagen ist in *Tabelle 1* dargestellt. Der Silomais weist mit 34,1 % den höchsten Trockenmassegehalt auf, gefolgt von der Futter-Sorghum-Hirse mit 31,8 % und der Sorghum-Hirse mit 29,0 %. Auch wenn die Sorghum-Hirse den niedrigsten Trockenmassegehalt aufweist, ist dieser im Vergleich zu den Proben von ETTLE et al. (2011) hoch.

Mit 14,4 % der Trockenmasse ist der Rohaschegehalt der Futter-Sorghum-Hirse überdurchschnittlich und liegt um 8,5 % bzw. 10,1 % deutlich über dem von Sorghum-Hirse bzw. Silomais. Der Stärkegehalt von Silomais (31,5 % der TM) ist um das fast 10-fache höher als der von Futter-Sorghum-Hirse (3,4 % der TM) und um 10,7 % höher als der von Sorghum-Hirse. Der Gehalt an Gerüstsubstanzen im Vergleich zu Silomais ist relativ hoch. Bei Futter-Sorghum-Hirse beträgt der Gehalt an aNDFom 62,5 % der Trockenmasse und bei Sorghum-Hirse 45,2 %. Dieser ist um 23,0 % bzw. 5,7 % höher als der von Silomais (39,5 % der TM). Auch die Unterschiede beim Gehalt an aADFom lassen keinen kompromisslosen Austausch von Silomais mit Hirse erwarten. Dieser liegt bei Futter-Sorghum-Hirse um 22,9 % und bei Sorghum-Hirse um 6 % über dem von Silomais (23,5 % der TM).

COLOMBINI et al. (2012) untersuchten auch die potentiell ruminale Abbaubarkeit der aNDFom. Der Silomais hebt sich mit 80,6 % auch hier deutlich ab und liegt über der von Sorghum-Hirse (72,6 %) und der von Futter-Sorghum-Hirse (73,4 %).

Im Jahr 2005 verglichen COLOMBINI et al. (2010) in der Po-Ebene in einem ähnlichen Versuch Silomais der Sorte Nikaia mit einer einmähdigen Futter-Sorghum-Hirse (*Sorghum-bicolor* × *Sorghum-sudangrass*, 333 hybrid), wobei es sich bei der Hirse um eine Sorte vom Typ Brown-Midrib handelt.

Silomais erreichte bei der Ernte am 22. September im Vergleich zur Futter-Sorghum-Hirse einen mehr als doppelt so hohen Ertrag (15.400 kg TM/ha zu 7.200 kg TM/ha). Der Trockenmassegehalt der Silagen war mit 18,5 % nicht nur bei der Futter-Sorghum-Hirse niedrig sondern mit 28,2 % auch beim Silomais.

Obwohl es sich bei der Sorte 333-hybrid um einen BMR-Typ handelt, sind die Ergebnisse aus der Hirseanalytik wenig überzeugend. Auch der in diesem Versuch vergleichsweise unterdurchschnittliche Silomais macht die Hirse nicht konkurrenzfähig (*Tabelle 1*). Entgegen den Erwartungen liegt die potentielle ruminale Abbaubarkeit der aNDFom (66 %)

der Futter-Sorghum-Hirse (BMR-Typ!) unter jener der konventionellen Hirse-Typen von COLOMBINI et al. (2012).

Hirse wird auch in Israel auf Grund ihrer Dürretoleranz als Futterpflanze angebaut. Im Sommer 2003 legten MIRON et al. (2005) einen Hirseversuch mit 4 Sorten der Art *Sorghum-bicolor* an. Die Sorte BMR-101 ist, wie ihr Name bereits verrät, eine vom Typ Brown-Midrib. Die Sorten FS-5, Silobuster und Supersile-20 sind konventionelle Sorghum-Typen, wobei es sich bei der Sorte FS-5 um die in Israel am häufigsten angebaute Sorte handelt. Der Niederschlag in dieser Region bleibt während der Sommermonate aus. Berechnet wurden die Versuche mit 242 mm.

Der Trockenmasseertrag der Sorte BMR-101 war mit 15.300 kg/ha im Vergleich zu den restlichen drei Sorten (16.400 kg/ha bis 16.500 kg/ha) leicht unterdurchschnittlich. Der Trockenmassegehalt lag bei allen Sorten zum Zeitpunkt der Ernte zwischen 27 % und 28 %. Dieser änderte sich während der Silierung nicht.

Der Gehalt an aNDFom wird von MIRON et al. (2005) als ähnlich beschrieben und liegt bei allen 4 Sorten zwischen 53 % und 61 % der Trockenmasse. Größere Unterschiede beobachten sie hingegen beim Ligningehalt. Hier weist die Sorte BMR-101 mit 3,9 % der Trockenmasse einen signifikant niedrigeren Gehalt auf.

Auch bei der Verdaulichkeit der organischen Masse konnten MIRON et al. (2005) keine bedeutenden Unterschiede feststellen. Es überrascht, dass auch die der Sorte vom Typ Brown-Midrib BMR-101 auf einem ähnlich hohen Niveau liegt (67 % bis 69 %). Entgegen den Erwartungen bildet diese Brown-Midrib-Sorte bei der Verdaulichkeit der aNDFom sogar das Schlusslicht.

MIRON et al. (2007) verglichen in einer weiteren Studie den Futterwert der Sorghum-Hirse FS-5 und BMR-101 mit dem von Silomais der Sorte Oropesa. Auf Grund der gänzlich fehlenden Niederschläge wurde die Hirse in diesem Versuch mit 250 mm und Silomais mit 550 mm beregnet. Der Silomais konnte mit 17.800 kg TM/ha den mit Abstand höchsten Ertrag aufweisen, gefolgt von den Sorghum-Hirsen FS-5 (13.000 kg TM/ha) und BMR-101 (10.800 kg TM/ha). Der Unterschied beim Trockenmassegehalt ist signifikant und reicht von 25,7 % bis 34,1 % (FS-5: 27,6 %; BMR-101: 25,7 %; Oropesa: 34,1 %).

Bei der aNDFom unterscheiden sich ebenfalls alle drei Proben signifikant voneinander. Auch hier zeichnet sich der Silomais durch einen um 8,9 % bzw. 10,5 % niedrigeren Gehalt aus (FS-5: 61,2 %; BMR-101: 59,6 %; Oropesa: 50,7 %).

Der Brown-Midrib-Effekt der Sorte BMR-101 macht sich erst bei der Verdaulichkeit der Trockenmasse bemerkbar. Sie liegt bei 67 % und damit auf selben Niveau wie die von Silomais. Die Verdaulichkeit der konventionellen Sorghum-Hirse FS-5 liegt um 3 % niedriger (64 % dDM).

Auch OLIVER et al. (2004) prüften in ihrem Versuch im Jahr 2001 an der Universität Nebraska den Futterwert von zwei Brown-Midrib-Sorten (*Sorghum-bicolor*) und verglichen diesen mit dem einer konventionellen Sorghum-Hirse (*Sorghum-bicolor*) und dem von Silomais.

Die Sorten vom Typ Brown-Midrib, BMR-6 und BMR-18, erreichten einen Ertrag von 9.700 kg TM/ha bzw. 13.500 kg TM/ha. Der Ertrag der konventionellen Sorghum-Hirse lag bei 14.600 kg TM/ha und jener des Silomais

Autoren untersuchten Sorghum-Hirsens der Art *Sorghum-bicolor* und verglichen diese mit ihren Alternativen wie Silomais und Raygras.

Beim Versuch von AYDIN et al. (1999) in Nebraska fällt die Sorghum-Hirse SG-Sile All durch ihren, im Vergleich zum Silomais, überdurchschnittlich hohen Trockenmasseertrag von 16.300 kg auf. Außer, dass die Versuchsfelder nicht beregnet wurden, verzichteten AYDIN et al. (1999) auf die Beschreibung der Klimadaten. In wie weit die Sorghum-Hirse ihre Stärke als dürrerolerante Kultur ausspielen konnte, kann an dieser Stelle nur vermutet werden. Die restlichen Ergebnisse dieser Studien sind den bisherigen Ergebnissen ähnlich und ändern wenig am gewonnenen Bild über den Futterwert der Hirse. Sie können in *Tabelle 1* nachgelesen werden.

Der durchschnittliche Trockenmassegehalt der, in den Versuchen untersuchten konventionellen Sorghum-Hirsens beträgt 27,0 % und bei Sorten vom Typ Brown-Midrib 28,2 %. Die Hirsens liegen damit um 5,7 % bzw. 4,5 % unter den Ergebnissen von Silomais (32,7 %). Der Stärkegehalt ist im Vergleich mit dem in den Versuchen verwendeten Silomais (24,7 %) relativ niedrig. Er liegt bei 17,3 % für konventionelle Hirsens und 15,7 % für Hirsens vom Typ Brown-Midrib. Auch beim Gehalt an Gerüstsubstanzen unterscheiden sich die Ergebnisse deutlich. Wie der Brown-Midrib-Typ erwarten lässt, liegt der Gehalt an aNDFom um 3,9 % unter dem der konventionellen Typen (55,1 % bzw. 59,0 %). Mit 44,8 % ist jener von Silomais am niedrigsten. Dasselbe Bild zeigt sich beim Anteil an aADFom. Silomais liegt mit 28,1 %, gefolgt vom Hirse-Typ Brown-Midrib (33,5 %) und konventioneller Hirse (35,9 %), am niedrigsten. Die Ergebnisse der Gerüstsubstanzen machen sich auch bei der Verdaulichkeit der organischen Masse bemerkbar. Diese beträgt für Silomais und dem Brown-Midrib Hirse-Typ 66,0 % und für konventionelle Hirse-Typen 59 %. Die detaillierten Ergebnisse können in *Tabelle 2* nachgelesen werden.

Vergleich mit heimischen Hirsens

Um den Futterwert der konventionellen Hirsens (*Sorghum-bicolor*) aus der Literatur mit dem der heimischen Hirsens zu vergleichen, stehen 151 Analyseergebnisse von Hirse-Silagen zur Verfügung. Untersucht wurden die Proben im Futtermittellabor Rosenaus. Sie stammen aus den Jahren 2011 bis 2013 (*Tabelle 2, Abbildung 1* und 2).

Der Trockenmassegehalt der Hirsens aus der Literatur ist mit dem der heimischen Hirsens vergleichbar und liegt bei

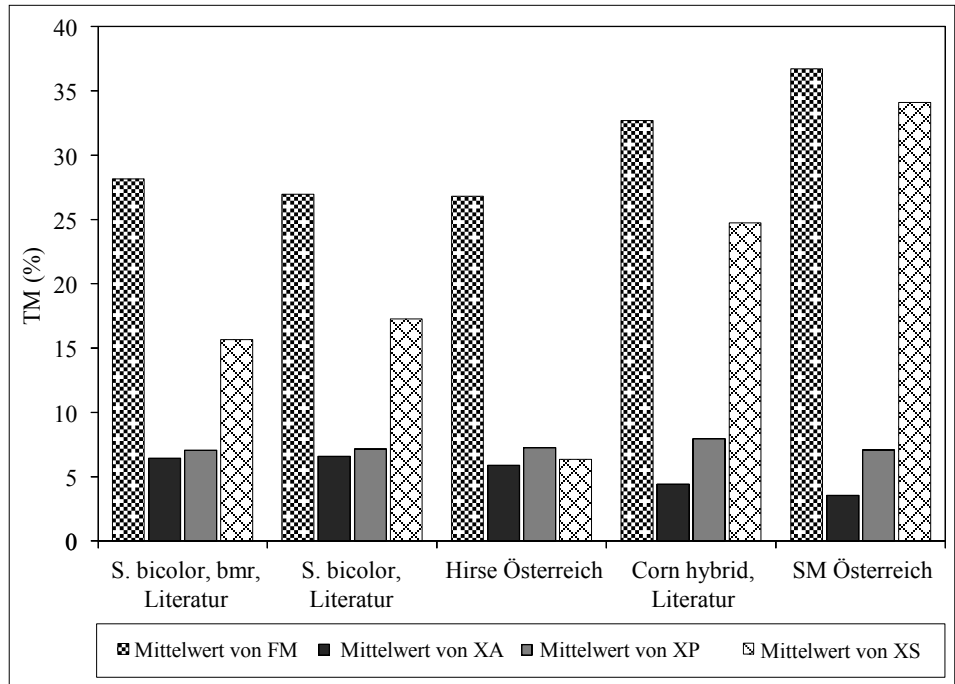


Abbildung 1: Futterwert von Sorghum-Hirse und Silomais verschiedener Autoren sowie heimischer Untersuchungen I

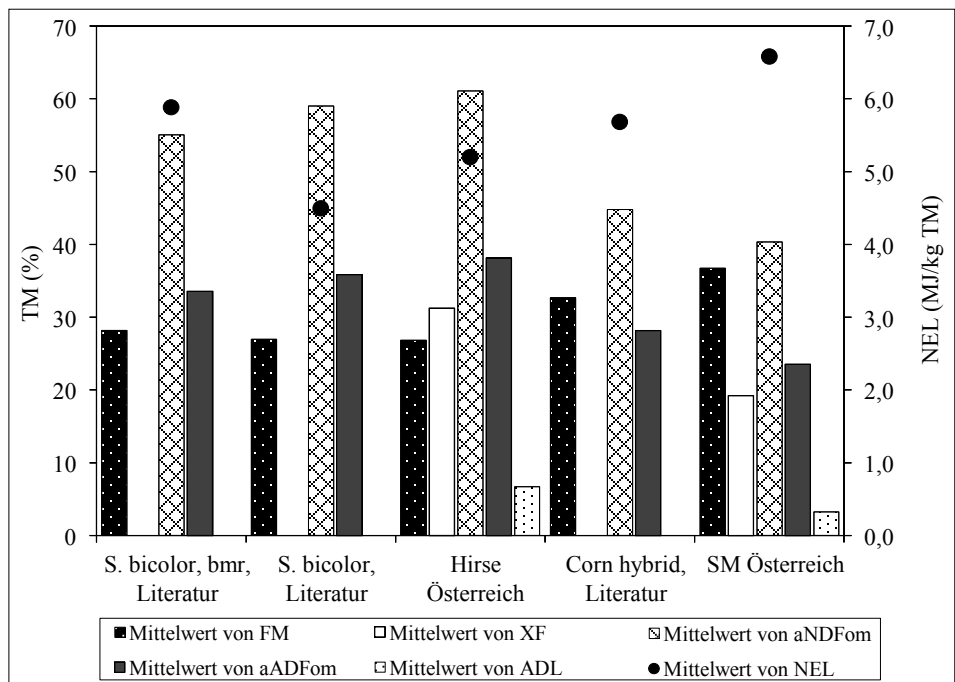


Abbildung 2: Futterwert von Sorghum-Hirse und Silomais verschiedener Autoren sowie heimischer Untersuchungen II

27,0 % bzw. 26,8 %. Auch beim mittleren Gehalt an Rohprotein (7,1 % bzw. 7,2 %) gibt es keinen nennenswerten Unterschied. Große Unterschiede zeichnen sich hingegen beim Stärkegehalt ab. Dieser liegt im Mittel bei 6,3 % und damit um 11 % unter dem der Hirsen aus der Literatur. Die in Rosenau untersuchten Hirse-Silagen werden auch von einem leicht höheren Gehalt an Gerüstsubstanzen gekennzeichnet. Bei der Verdaulichkeit der organischen Masse heben sich die heimischen Hirsen wieder deutlich ab. Diese liegt bei 64,0 % und damit um 5,0 % über der Verdaulichkeit der Hirsen aus der Literatur.

Ist Hirse eine echte Alternative zu Silomais?

Um einen Eindruck zu gewinnen, ob die heimische Sorghum-Hirse-Silage eine Alternative zum heimischen Silomais sein kann, werden die Ergebnisse der Hirse- und Silomaisanalysen vom Futtermittellabor Rosenau gegenübergestellt. 190 Silomaisergebnisse aus den Jahren 2010 bis 2013 werden mit den Ergebnissen von 151 Hirseproben aus den Jahren 2011 bis 2013 verglichen.

Beim Vergleich des Futterwertes wird schnell klar, dass kein kompromissloser Austausch von Silomais mit Hirse erwartet werden kann. Bereits der Trockenmassegehalt unterscheidet sich um 9,9 %, wobei der von Silomais bei 36,7 % und jener von Hirse bei 26,8 % liegt. Die heimischen Silomaisergebnisse fallen auch durch den sehr niedrigen Rohaschegehalt auf. Dieser liegt bei 3,5 % und damit um 2,4 % unter dem der Hirsen (5,9 %).

Der niedrige Stärkegehalt der heimischen Hirse-Silagen (6,3 %) ist nicht erklärbar. In wie weit dieser mit der unvollständigen Abreife in Verbindung steht, kann nur vermutet werden. Mit 34,1 % beim Silomais beträgt die Differenz über 27 %. Auch im Vergleich mit den Gehaltswerten der DLG-Futterwerttabelle schlägt sich der heimische Silomais sehr gut. Dieser liegt für Silomais (Ende Teigreife, Kolbenanteil 45 – 55 %) mit einem Trockenmassegehalt von 35 % bei 28,6 %. Der Zuckergehalt der heimischen Hirsen liegt bei 9,3 % und der von Silomais bei unter 1 %.

Auch beim Gehalt an Gerüstsubstanzen können die heimischen Hirseergebnisse nicht mit denen von Silomais konkurrieren. So liegt die aNDFom von Silomais (40,3 %) um mehr als 20 % unter der von Hirse (61,0 %). Beim Gehalt an aADFom beträgt die Differenz über 14 % (23,5 % bzw. 38,2) und beim Gehalt an ADL 3,5 %

Nachdem vom Silomais zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Verdaulichkeit der organischen Masse vorlag, kann diese nur mit der von der DLG-Futterwerttabelle verglichen werden. Für Silomais mit 35 % Trockenmasse, Ende Teigreife und mittleren Kolbenanteil von 45 – 55 % gibt die DLG-Futterwerttabelle eine Verdaulichkeit der organischen Masse von 73 % an. Der Mittelwert der insgesamt 132 Untersuchungen der heimischen Sorghum-Hirse beträgt 64 %. Die Differenz zu denen von der DLG angegebenen Verdaulichkeitswerten beträgt 9 %, was sich in weiterer Folge auch bei der Energiedichte bemerkbar macht. Diese beträgt 6,6 MJ NEL für die heimischen Silomaisuntersuchungen und 5,2 MJ NEL für die Hirseuntersuchungen. Neben den Nährstoffen sollte aber auch der Ertrag seine Bewertung finden. Von den Landwirtschaftskammern Kärnten und Niederösterreich liegen 35 Ergebnisse aus den Jahren 2011 und 2013 vor. Bei einer Standardabweichung von

4.574 kg/ha liegt der durchschnittliche Trockenmasseertrag bei 13.526 kg/ha. Es ist zu beobachten, dass vor allem zwischen den Sorten erhebliche Unterschiede auftreten können. Trotzdem kann, auch bei ertragreichen Sorghum-Sorten, welche am selben Standort wie Silomais angebaut werden, nur in Ausnahmefällen ein vergleichbarer Ertrag erwartet werden. Dieser liegt in Österreich zwischen 15.000 kg TM/ha und 24.000 kg TM/ha.

Sortenunterschiede

Wie Untersuchungsergebnisse von Rosenau und Erhebungen der Landwirtschaftskammern Kärnten und Niederösterreich zeigen, entsprechen die heimischen Hirsen dem Anforderungsprofil einer „Maisalternative“ nicht. Beim Studieren der Analyseergebnisse fällt jedoch auf, dass die Standardabweichung der Nährstoffe aus den Hirseanalysen deutlich höher ist als jene von Silomais. Dies ist mitunter ein Hinweis auf Sortenunterschiede. Um die Sorten miteinander zu vergleichen, werden die Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse von den Sorgen gebildet, von denen mindestens zwei Energiebewertungen vorliegen. Von den insgesamt 151 Ergebnissen aus den Jahren 2011 bis 2013 erfüllten 14 Sorten das Kriterium, sodass diese in den Vergleich mitaufgenommen werden können (*Tabelle 3 und Abbildung 3*).

Bei Reihung nach der Verdaulichkeit der organischen Masse belegen die Sorten Topsilo, Inka und Vegga die Plätze 1 bis 3, wobei die Platzierung auf 5, 2 bzw. einem Messwert basiert. Topsilo und Inka (vOM: 69,1 % bzw. 67,5 %) zeichnen sich durch eine um 4,7 % bzw. 3,0 % höhere Verdaulichkeit aus als die drittplatzierte Sorte Vegga.

Auch wenn nur ein Verdaulichkeitsmesswert bei der Sorte Vegga vorliegt, beträgt der Mittelwert des Energiegehaltes beider Messwerte 5,4 MJ NEL. Sie liegt damit um nur 0,1 MJ NEL hinter der Erst- bzw. Zweitplatzierten. Die Viertplatzierte Sorte Sucrosorgho hat zwar mit 64,2 % eine ähnliche Verdaulichkeit, liegt aber beim Energiegehalt um 0,2 MJ NEL bzw. 0,3 MJ NEL hinter der Drittplatzierten bzw. den ersten beiden Sorten.

Trotzdem die Sorte Topsilo die Erstplatzierung in Anspruch nimmt, liegt der Trockenmassegehalt mit 21,8 % auf sehr niedrigem Niveau. Der Stärkegehalt ist mit 6,8 % im oberen Bereich und Zucker (4,5 %) im unteren Bereich angesiedelt. Letztendlich ist es die Kombination mit dem unterdurchschnittlichen Gehalt an Gerüstsubstanzen, was den ersten Platz dieser Sorte begründet.

Um Sortenunterschiede abzusichern, sind Exaktversuche und weiterführende Untersuchungen notwendig. Letztendlich sollte dabei auch der Trockenmasseertrag in die Bewertung aufgenommen werden.

Hirse und ihr Milchproduktionswert

Nachdem noch keine Ergebnisse von heimischen Fütterungsversuchen vorliegen, wird der Milchproduktionswert von Sorghum-Hirse und Silomais anhand von Versuchen verschiedener Autoren dargestellt. Der Futterwert der jeweils in diesen Versuchen verwendeten Silagen (Hirse und Silomais) kann in *Tabelle 1* nachgelesen werden.

Um den Milchproduktionswert festzustellen, stellten AYDIN et al. (1999) einen Fütterungsversuche an. Sie untersuchten den kurzfristigen Einfluss unterschiedlicher

Tabelle 3: Futterwert und Anzahl der Ergebnisse ausgewählter Sorghum-Hirse-Sorten der Jahre 2011 bis 2013

	TM Ertrag kg/ha	FM % TM	XA % TM	XP % TM	XS % TM	XZ % TM	XF % TM	aNDFom % TM	aADFom % TM	ADL % TM	NEL MJ/kg TM	vOM %
EUG121F	15.000	26,4	4,9	6,5	3,6	13,8	34,3	62,6	38,8	6,9	4,9	59,2
Biomasse 150	11.790	24,3	5,0	6,9	4,0	10,4	35,4	64,1	40,1	6,8	4,8	59,3
Bulldozer	12.577	22,9	6,4	7,0	1,7	4,9	36,1	65,6	42,9	7,9	4,7	59,3
Amiggo	10.962	30,4	4,7	6,5	2,6	2,6	36,4	66,6	44,7	8,7	4,8	59,7
Tarzan	12.452	29,5	5,0	7,0	1,2	7,3	34,8	65,1	39,2	7,1	5,0	61,5
Sole	9.583	30,3	5,4	6,9	6,9	2,6	36,1	67,6	44,9	7,8	4,8	61,6
Maja	23.517	29,7	5,4	7,8	5,4	34,3	34,3				5,0	61,8
Zerberus	14.494	29,0	5,4	6,8	3,1	9,6	32,7	61,0	37,0	6,1	5,1	62,9
Goliath	13.487	27,0	5,1	7,3	1,1	10,0	33,1	62,9	38,9	8,3	5,2	63,3
Harmattan	7.619	20,6	6,9	8,6	7,5	1,9	30,8	59,2	36,9	6,3	5,1	63,9
Sucrosorgho	13.180	27,6	5,8	6,5	1,7	13,9	31,4	61,8	37,9	6,9	5,2	64,2
Vegga	10.068	23,7	6,5	8,8	8,7	2,8	29,2	54,9	34,4	5,4	5,4	64,4
Inka	23.240	30,7	5,6	6,0	6,0	29,5	29,5				5,5	67,5
Topsilo	13.232	21,8	6,5	8,0	6,8	4,6	30,4	59,0	37,8	5,2	5,5	69,1
Anzahl												
EUG121F	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Biomasse 150	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Bulldozer	3	7	7	7	2	2	7	2	2	2	7	7
Amiggo	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2
Tarzan	2	4	4	4	2	2	4	2	2	2	4	4
Sole	1	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2
Maja	1	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	4
Zerberus	3	10	10	10	3	2	10	2	2	2	10	10
Goliath	3	6	6	6	2	5	6	2	2	2	6	6
Harmattan	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Sucrosorgho	5	26	26	26	5	4	26	4	4	4	26	26
Vegga	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Inka	1	2	2	2	7	8	2	2	2	2	2	2
Topsilo	2	11	11	11	7	8	11	7	7	7	11	5

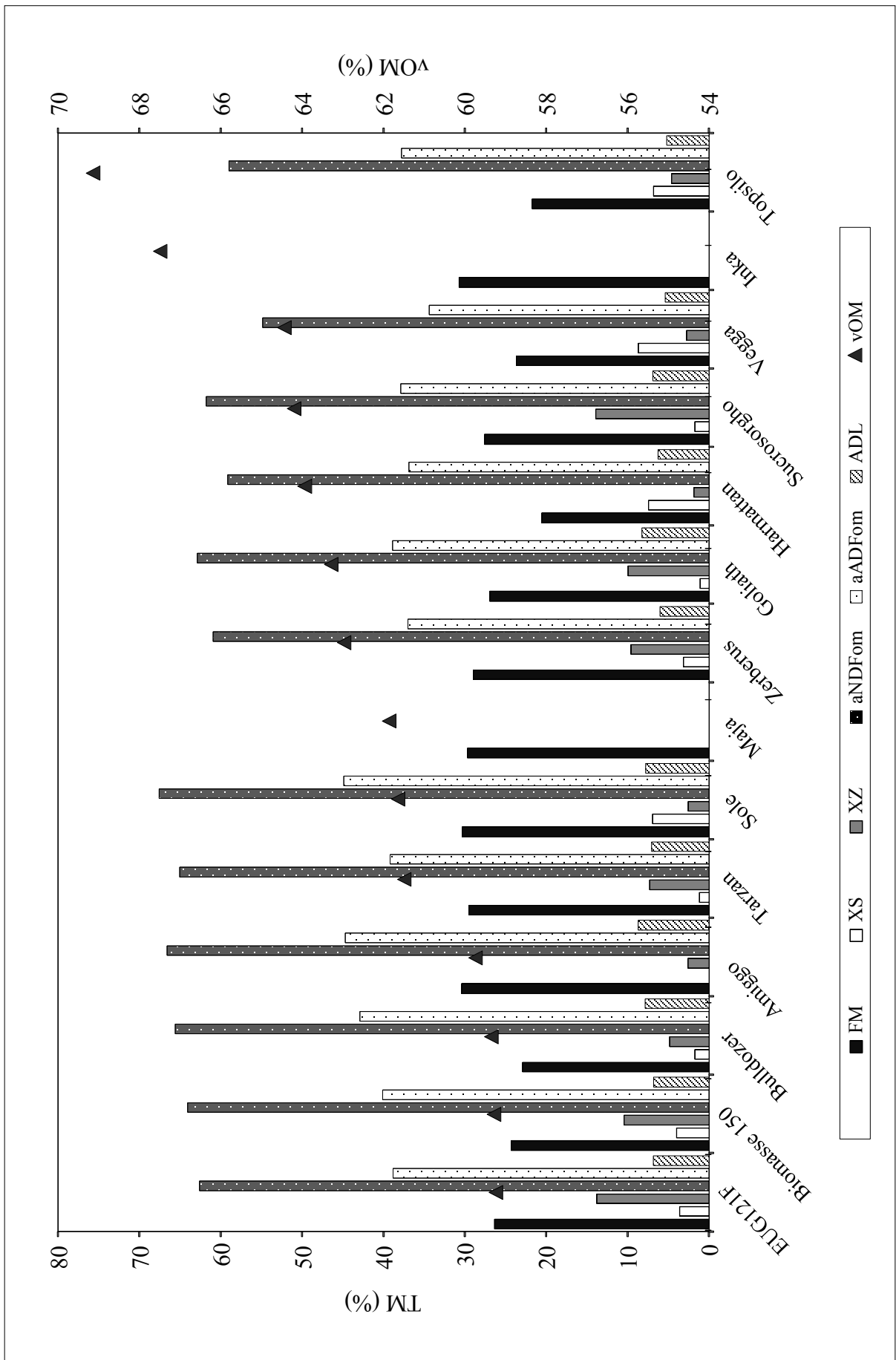


Abbildung 3: Futterwert ausgewählter Sorghum-Hirse-Sorten der Jahre 2011 bis 2013

Rationen auf Futtermittelaufnahme und Milchleistungsparameter. Der Versuch dauerte 4 Wochen und wurde mit 16 Holstein-Kühen angestellt. Der Grundfutteranteil betrug 65 % und bestand zur Gänze entweder aus Sorghum-Hirse-Silage vom Typ Brown-Midrib, konventionellen Sorghum-Hirse-Silage, Luzernesilage oder Silomais. Der Rohproteingehalt der Gesamtration betrug bei allen Varianten 16,5 %. Dementsprechend wurden auch die Anteile der verschiedenen Kraftfutterkomponenten gewählt.

Die Trockenmasseaufnahme war mit 25,3 kg/Tag bei der Silomaisvariante am höchsten, gefolgt von der Luzernevariante (24,0 kg/Tag), BMR Sorghum-Hirse (22,7 kg/Tag) und der Sorghum-Hirse-Variante (21,5 kg/Tag). Die Milchleistung der Silomaisvariante war am höchsten und die der Variante mit konventioneller Sorghum-Hirse am niedrigsten. Sie unterscheiden sich von den beiden anderen Varianten signifikant. Beim Anteil an Milchinhaltsstoffen kam es zu keinen gravierenden Unterschieden. Allein bei der Silomaisvariante ist der Gehalt an Milcheiweiß signifikant höher als jener der anderen Varianten.

Auch OLIVER et al. (2004) untersuchten mit 16 Holstein-Kühen, in einem 4 wöchigen Versuch den Einfluss von unterschiedlichen Rationen auf den Milchproduktionswert. Dabei kamen unterschiedliche Silagen, welche einen Anteil von 40 % in der Gesamtration ausmachten, zum Einsatz. Sie untersuchten konventionelle Sorghum-Hirse-Silage, zwei Sorghum-Hirse-Silagen vom Typ Brown-Midrib (BMR-6 und BMR-18) sowie Silomais. Luzerneheu wurde allen Rationen im Ausmaß von 10 % beigemischt. Die Kraftfütterzusammensetzung war bei allen Varianten dieselbe, der Anteil an der Gesamtration betrug 50 %.

Bei der Trockenmasseaufnahme kam es zu keinem signifikanten Unterschied. Sie war bei der Variante mit der Sorghum-Hirse der Sorte BMR-6 am höchsten (25,2 kg/Tag) und bei jener mit der konventionellen Sorghum-Hirse am niedrigsten (23,2 kg/Tag). Die höchste Milchleistung und der höchste Fettgehalt trat bei den Varianten mit BMR-6 und Silomais auf. Signifikant unterscheidet sich die Milchleistung dieser Varianten (34,1 kg/Tag, 33,8 kg/Tag) nur von der mit konventioneller Sorghum-Hirse (31,0 kg/Tag). Diese verzeichnet mit 3,57 % auch den niedrigsten Fettgehalt. Den höchsten nimmt die Variante BMR-6 mit 3,89 % in Anspruch, gefolgt von der Variante Silomais mit 3,88 %. Kein Unterschied konnte beim Milcheiweißgehalt beobachtet werden.

Auch MIRON et al. (2007) verglichen in einem Fütterungsversuch den Milchproduktionswert von Hirserationen mit dem einer Silomaisration. 42 Holstein-Kühe mit durchschnittlich 128 Laktationstagen wurden im Lateinischen Quadrat für die Dauer

von jeweils 7 Wochen mit einer der drei Versuchsrationen gefüttert. Das Grundfutter der jeweiligen Ration bestand entweder aus der konventionellen Sorghum-Hirse FS-5, der Sorghum-Hirse vom Typ Brown-Midrib BMR-101 oder der Silomaisorte Oropesa. Der Anteil an der Gesamtration, was gleichzeitig auch dem Grundfutteranteil entspricht, betrug bei den Hirserationen 35 % und bei der Silomaisration 41 %. Die Grundfutteranteile wurden so gewählt, dass der Gehalt an aNDFom aus dem Grundfutter 21 % beträgt. Entscheidend für die Kraftfütterzusammensetzung war ein Rohproteingehalt von 16,5 % in der Gesamtration.

Die Trockenmasseaufnahme war bei der Silomaisgruppe am höchsten. Sie lag mit 25,8 kg/Tag um 0,4 kg bzw. 0,9 kg über den Hirsegruppen FS-5 bzw. BMR-101. Die signifikant höchste Milchleistung wurde ebenfalls aus der Silomaisration ermolken. Sie liegt bei 42,1 kg/Tag, gefolgt von der Milchleistung der Hirsegruppen BMR-101 mit 41,4 kg/Tag und der Gruppe FS-5 mit 40,7 kg/Tag. Die Silomaisgruppe wird auch vom tiefsten Fettgehalt (3,52 %) und höchsten Eiweißgehalt (3,28 %) gekennzeichnet. Auffallend ist auch der in der Silomaisgruppe niedrige Verlust an Körpermasse. Innerhalb von 5 Wochen verloren die Versuchstiere 10 kg. Trotz des hohen Kraftfütteranteils verloren die Kühe der Gruppen FS-5 und BMR-101 Lebendmasse im Ausmaß von 49 kg bzw. 33 kg.

COLOMBINI et al. (2012) verglichen ebenfalls den Milchproduktionswert einer Hirseration mit dem einer Silomaisration. Dabei war der Gehalt an aNDFom maßgeblich für den Grundfutteranteil. Dieser betrug für die Gruppe mit Sorghum-Hirse der Sorte Silo 8416 auf TM-Basis 36,7 % und für die Gruppe mit Silomais der Sorte Agrister 41,5 %. Neben 13,6 % Luzernepellets enthielten die Rationen noch 1,3 % Weizenstroh. Die Kraftfütterzusammensetzung wurde so gewählt, dass der Gehalt an Stärke in der Gesamtration 26,0 % erreicht.

Was die Trockenmasseaufnahme angeht, konnten COLOMBINI et al. (2012) keinen Unterschied feststellen.

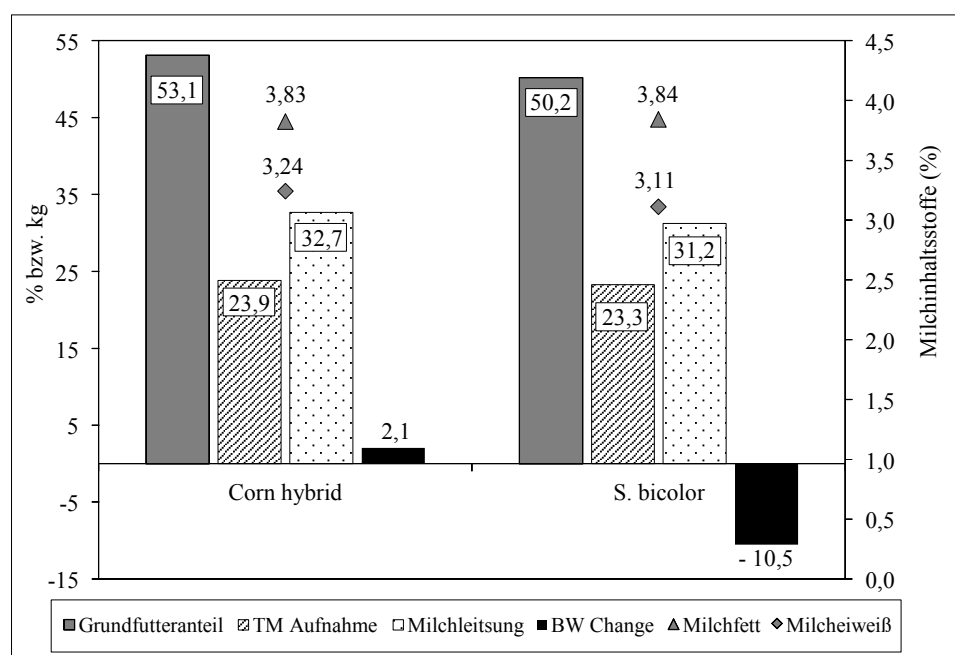


Abbildung 4: Versuchsergebnisse verschiedener Autoren zum Milchproduktionswert von Sorghum-Hirse und Silomais

Tabelle 4: Versuchsergebnisse verschiedener Autoren zum Milchproduktionswert von Sorghum-Hirse und Silomais

Quelle	Sorte	Art	GF Anteil %	Anteil Testsilage %	DMI kg/Tag	Milchleistung kg/Tag	Milchfett %	Milcheiweiß %	BW Change kg
COLOMBINI et al. (2012)	Silo 8416 Agnister	<i>S. bicolor</i>	52	37	20,0	24,6	4,33	3,28	
		<i>Corn hybrid</i>	56	42	20,0	25,4	4,08	3,36	
MIRON et al. (2007)	FS-5 BMR-101 Oropesa	<i>S. bicolor</i>	35	35	25,4	40,7	3,88	3,23	-49,0 ¹
		<i>S. bicolor, bmr</i>	35	35	24,9	41,4	3,81	3,25	-33,0 ¹
		<i>Corn hybrid</i>	41	41	25,8	42,1	3,52	3,28	-10,0 ¹
OLIVER et al. (2004)	Normal BMR-6 BMR-18 Corn Hybrid	<i>S. bicolor</i>	50	40	23,2	31,0	3,57	2,89	-1,4 ²
		<i>S. bicolor, bmr</i>	50	40	25,2	34,1	3,89	2,89	1,0 ²
		<i>S. bicolor, bmr</i>	50	40	23,4	32,2	3,77	2,89	3,8 ²
		<i>Corn hybrid</i>	50	40	24,3	33,8	3,88	2,97	4,4 ²
AYDIN et al. (1999)	SG-Sile All SG-BMR 100 Alfalfa Pioneer 3211	<i>S. bicolor</i>	65	65	21,5	21,5	3,73	3,21	3,7 ²
		<i>S. bicolor, bmr</i>	65	65	22,7	24,3	3,73	3,23	1,3 ²
		Alfalfa	65	65	24,0	25,2	3,78	3,14	1,2 ²
		<i>Corn hybrid</i>	65	65	25,3	29,5	3,82	3,36	11,8 ²

¹, BW Change innerhalb von 5 Wochen
², BW Change innerhalb von 4 Wochen

Diese beläuft sich in beiden Fällen auf 20,0 kg/Tag. Die Milchleistung der Silomaisgruppe lag bei 25,4 kg/Tag. Trotz des niedrigeren Kraftfutteranteils sind das um 0,8 kg mehr als bei der Hirsegruppe. Diese kennzeichnet wiederum ein um 0,25 % höherer Milchfett- und ein um 0,08 % niedriger Milcheiweißgehalt.

Die Studien bestätigen, dass Sorghum-Hirse auch beim Milchproduktionswert nicht mit den Ergebnissen von Silomais mithalten kann. Sie zeigen auch, dass es selbst durch höhere Kraftfutteranteile in der Ration nicht möglich ist, die Nachteile der Sorghum-Hirse-Silage zu kompensieren (Abbildung 4, Tabelle 4).

Resümee

Wer schließlich versucht, Silomais mit Hirse-Silage zu ersetzen, muss mit einer niedrigeren Energieversorgung aus dem Grundfutter rechnen. Es ist notwendig, die Ration mit zusätzlichen Energiefuttermitteln aufzuwerten. Dies bedeutet, dass während der Standardlaktation (305 Tage) und einer täglichen Trockenmasseaufnahme von durchschnittlich 6 kg Silomais bzw. Hirse-Silage insgesamt 2.562 MJ NEL im Laufe der Laktation ergänzt werden müssen. Bei einer Energiekonzentration von 7,3 MJ NEL pro kg Kraftfutter entspricht dies einer zusätzlichen Kraftfutteraufwandsmenge von 350 kg pro Laktation. Dabei ist die Grundfuttermenge noch nicht berücksichtigt.

Der Austausch von Silomais mit Hirse-Silage kann für Betriebe mit Schwierigkeiten bei der Energieversorgung im ersten Laktationsdrittel nicht empfohlen werden. Betriebe, welche diese Schwierigkeiten nicht kennen, können sich Hirse als Alternative zum Silomais leisten. Die Vor- und Nachteile der zusätzlichen Kraftfuttergabe müssen genau geprüft werden. Dabei gilt es, die betriebswirtschaftlichen Aspekte nicht zu vergessen.

Sofern die Möglichkeit besteht Feldfutter anzubauen, sollte auch dieser Aspekt in die Überlegung mitaufgenommen werden. Der Futterwert ist dem von Hirse-Silagen überlegen. Ob auch der Ertrag mit dem der Sorghum-Hirse konkurrieren kann, muss in weiteren Recherchen geprüft werden.

Literatur

- AGES, 2013: (<http://www.ages.at/typo3temp/pics/422d440c8a.jpg>)
- AGES, 2014: (http://www.ages.at/uploads/media/PA_Maiswurzelbohner_220404.doc)
- AYDIN, G., R.J. GRANT und J. O'REAR, 1999: Brown Midrib Sorghum in Diets for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 82, 2127-2135.
- BECK, P.A., S. HUTCHISON, S.A. GUNTER, T.C. LOSI, C.B. STEWART, P.K. CAPPAS und J.M. PHILLIPS, 2007: Chemical composition and in situ dry matter and fiber disappearance of *sorghum* × *Sudangrass* hybrids. *J. Anim. Sci.* 85, 545-555.
- BOYD, J.A., J.K. BERNARD, J.W. WEST und A.H. PARKS, 2008: Performance of Lactating Dairy Cows Fed Diets Based on Sorghum and Ryegrass Silage and Different Energy Supplements. *Prof. Anim. Sci.* 24, 349-354.
- CHERNEY, D.J., J.A. PATTERSON und K.D. JOHNSON, 1990: Digestibility and feeding value of pearl millet as influenced by the brown-midrib, low-lignin trait. *J. Anim. Sci.* 68, 4345-4351.
- COLOMBINI, S., L. RAPETTI, D. COLOMBO, G. GALASSI und G.M. CROVETTO, 2010: Brown midrib forage sorghum silage for the dairy

- cow: nutritive value and comparison with corn silage in the diet. *Italian J. Anim. Sci.* 9, 273-277.
- COLOMBINI, S., G. GALASSI, G.M. CROVETTO und L. RAPETTI, 2012: Milk production, nitrogen balance, and fiber digestibility prediction of corn, whole plant grain sorghum, and forage sorghum silages in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 95, 4457-4467.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG Frankfurt am Main.
- ETTLE, T., J. EDER, M. LANDSMANN, A. OBERMAIER und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2011: Ertragsleistung von Hirsesorten zur Fütterung-Verdaulichkeit von Hirsesilagen. Tagungsband, 10. BOKU-Symposium Tierernährung.
- FAO Stat, 2014: (<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>)
- LK (Landwirtschaftskammer Kärnten), 2011: Hirseversuch, persönliche Mitteilung.
- LK (Landwirtschaftskammer Kärnten), 2013: Hirseversuch, persönliche Mitteilung.
- LK (Landwirtschaftskammer Niederösterreich), 2013: Biogashirse Sortenversuch.
- MIRON, J., E. ZUCKERMAN, G. ADIN, R. SOLOMON, E. SHOSHANI, M. NIKBACHAT, E. YOSEF, A. ZENOU, Z.G. WEINBERG, Y. CHEN, I. HALACHMI und D. BEN-GHEDALIA, 2007: Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 139, 23-39.
- MIRON, J., E. ZUCKERMAN, D. SADEH, G. ADIN, M. NIKBACHAT, E. YOSEF, D. BEN-GHEDALIA, A. CARMİ, T. KIPNIS und R. SOLOMON, 2005: Yield, composition and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 120, 17-32.
- OLIVER, A.L., R.J. GRANT, J.F. PEDERSEN und J. O'REAR, 2004: Comparison of brown midrib-6 and-18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 637-644.
- THOMAS, M.E., J.L. FOSTER, K.C. McCUISTION, L.A. REDMON und R.W. JESSUP, 2013: Nutritive value, fermentation characteristics, and in situ disappearance kinetics of sorghum silage treated with inoculants. *J. Dairy Sci.* 96, 7120-7131.
- ZELLER, F.J., 2000: Sorghumhirse (*Sorghum bicolor* L. Moench); Nutzung, Genetik, Züchtung. *Die Bodenkultur* 71, 71-85.

Sinn und Nutzen der Futtermitteluntersuchung – Analysemöglichkeiten im Futtermittellabor Rosenau der Landwirtschaftskammer Niederösterreich

Sense and profit of feedstuff analysis – possibilities in analysing at feedstuff laboratory Rosenau of the chamber of agriculture in Lower Austria

Gerald Stögmüller^{1*}

Zusammenfassung

Die Fütterung von Nutztieren auf hohem Leistungsniveau erfordert viel Wissen über die verwendeten Futtermittel und deren Kombinationsmöglichkeiten. Für die Rationserstellung sind daher die Inhaltsstoffe und die Futterhygiene der eingesetzten Futtermittel die Grundlagen und erfolgsversprechenden Faktoren. Das genetische Leistungspotential, die Erhaltung der Tiergesundheit, die Futterkosten aber auch die Emissionsziele stellen hohe Ansprüche an die Ration. Im hohen Leistungsbe- reich reicht es nicht mehr aus, die Futterzuteilung auf allgemeine Richtwerte oder Tabellenwerte aufzubauen. Grund- und Krafftuttermittel variieren in ihren Gehalten an Nähr- und Mineralstoffen sowie Vitaminen je nach Pflanzenbestand, Bewirtschaftung, Witterung, Düngung, Erntezeitpunkt und vielen weiteren Einflussfaktoren. Futtermitteluntersuchungen ermöglichen eine leistungsorientierte und trotzdem nachhaltige Versorgung der Tiere. Das Futtermittellabor Rosenau der LK-NÖ steht als Dienstleister und Berater den Landwirten, Futtermittelfirmen und Forschungsanstalten zur Verfügung.

Schlagwörter: Weender Nährstoff-Analyse, Mineralstoff-Analyse, mikrobiologische Untersuchung, NIRS, Gärsäuren, Futteranalyse

Summary

The feeding of farm animals on a high performance level requires high knowledge about feedstuffs and their possibilities of combination. Therefore, the nutrient and mineral content as well as feed hygiene are the basics and promising factors of designing the ration. The genetic potential, the maintenance of animal health, feed costs and the emission targets set high standards for the ration. At high performance levels it is no longer sufficient to base the diet composition on general figures or table values. Roughage and concentrates vary in nutrient, mineral and vitamin concentration depending on plant composition, management, weather conditions, fertilization, harvest time and many other factors. Feed analyses allow a performance-oriented and also sustainable supply of animals. The feed laboratory Rosenau of the Chamber of Agriculture of Lower Austria is a service provider and consultant to farmers, feedstuff companies and research institutes.

Keywords: weender proximate analysis, mineral analysis, microbiological analysis, near-infrared-analysis, fermentation acids, feedstuff analyses

Einleitung

Die Futteranalyse gibt in der Praxis wertvolle Rückmeldung zum Erfolg futterbaulicher Maßnahmen, liefert Daten für die Erstellung von Rationen, ist ein wichtiges Instrument zur Fehlersuche bei tiergesundheitslichen Problemen und ist oft die Basis für die Verrechnung beim Handel mit (Grund-) Futtermitteln.

In der Fütterung der Nutztiere soll die Versorgung mit Nähr- und Mineralstoffen sowie Vitaminen bestmöglich an den Bedarf angepasst sein. Wiederkäuer erfordern auf Grund ihres besonderen Verdauungssystems (mikrobielle Fermentation in den Vormägen) eine zweifache Betrachtung der Ration. Die Pansenmikroben benötigen eine gleichmäßig über den Tag verteilte Versorgung mit Nährstoffen und reagieren auf generelle oder zeitweise Über- und Unterversorgung sehr

empfindlich. Ziel einer jeden Wiederkäuerfütterung sollte die bestmögliche Förderung der Pansenmikroben sein. Der große Vorteil des Vormagensystems ist die Verwertung von Futtermitteln und Futterkomponenten, die von den Verdauungsenzymen des Magen-Darm-Traktes nicht aufgespalten werden können. Es werden dadurch auch Pflanzen für die menschliche Ernährung verfügbar, die durch direkten Verzehr größtenteils unverdaulich wären.

Es gibt viele einfache Hilfsmittel zur Beurteilung der Ration: Sinnenprüfung des Grobfutters, Kotbeschaffenheit, Milchinhaltstoffe, Tierverhalten und vieles mehr, sie liefern aber leider nur grobe Hinweise über die Rationszusammensetzung. Man erkennt hier am ehesten die Verfügbarkeit der Nährstoffe am Dünndarm und dadurch für den Stoffwechsel, nicht aber die Effizienz der Verdauung.

¹ Futtermittellabor Rosenau der Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Wiener Straße 64, A-3100 St. Pölten

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



Abbildung 1: Ergebnis einer mikrobiologischen Untersuchung (Futtermittellabor Rosenau)

Neben den Inhaltsstoffen der Futtermittel hat auch die Futterhygiene einen erheblichen Einfluss auf die Futterakzeptanz und die Tiergesundheit. Einzelne Futterkomponenten können aufgrund mikrobieller Belastung durch Bakterien, Hefen und Schimmelpilze sowie durch Toxine und Lager-schädlinge trotz bester Nährstoffgehalte in der Verfütterung nur eingeschränkt oder sogar nicht einsetzbar sein.

Das Futtermittellabor Rosenau als idealer Partner zur Futteruntersuchung

Das Futtermittellabor (FML) Rosenau hat sich in 35 Jahren zu einem Routinelabor mit über 8.000 Futterproben pro Jahr entwickelt. Der Schwerpunkt liegt in der nasschemischen Untersuchung von Grundfuttermitteln. Zusätzlich werden auch mikrobiologische und toxikologische Untersuchungen angeboten, deren Ergebnisse entsprechend der Tierkategorie interpretiert werden. Neu im Programm sind Schnellanalysen auf Rohnährstoffe durch Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) bei bestimmten Futtermitteln. Der Gasbildungstest mit Pansensaft (Hohenheimer Futterwerttest, HFT) wird vor allem bei Wiederkäuer-Mischfuttermitteln sowie Grundfutter zur Ermittlung des Energiegehaltes durchgeführt. Toxikologische Untersuchungen (speziell Vomitoxin und Zearalenon) werden in einem Partnerlabor durchgeführt.

Das FML Rosenau ist vor kurzem in ein neues Laborgebäude übersiedelt. Dieses ermöglicht eine höhere Schlagkraft und neue Entwicklungen in der Futteruntersuchung. Durch die Einbindung in die Landwirtschaftskammer Niederösterreich und den intensiven Kontakt mit den Fütterungsreferenten aller Bundesländer steht nach der erfolgten Futteruntersuchung die Beratung der LK zur Befundinterpretation, Rationsberechnung bis hin zur Fehlersuche bei Problemen zur Verfügung.

Material und Methoden

Die klassische nasschemische Analyse der Inhaltsstoffe erfolgt entweder durch die Behandlung mit Chemikalien, durch Messung mittels technischer Geräte oder durch Wiegen. Eine Vielzahl von Parametern wird analytisch ermittelt, einige Parameter werden durch Differenzbildung mit analytisch erfassten Inhaltsstoffen rechnerisch ermittelt (z.B. OM, NfE).



Abbildung 2: Mitarbeiterin vor dem NIRS-Gerät (Futtermittellabor Rosenau)

Die chemische Untersuchung von Futtermitteln ist im amtlichen Methodenbuch III des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) genau geregelt. Die Genauigkeit der Analyseergebnisse wird anhand jährlicher Enqueteproben kontrolliert, organisiert von der Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (ALVA). Das Futtermittellabor Rosenau ist nicht akkreditiert und steht daher für die Überprüfung von Warenausgangspuben für Futtermittelfirmen nicht zur Verfügung. Trotzdem werden viele Versuchs- und interne Kontrollproben für Firmen im Futtermittellabor Rosenau untersucht.

Die Analysemethoden zur Bestimmung der Inhaltsstoffe sind wie – oben beschrieben – standardisiert. Dies gewährleistet eine gleichbleibende und vergleichbare Untersuchung in und zwischen Laboratorien. Die Charakterisierung der einzelnen Futtermittel bezüglich Abbaubarkeit im Pansen und die Berechnung des Energiegehaltes erfolgt in Österreich und dem deutschsprachigen Raum nach den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE), den Verdaulichkeitskoeffizienten der DLG-Tabelle (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) und der aktuellen Futtermittelverordnung 2010.

Die Analyseschritte im Futtermittellabor Rosenau

Probenvorbereitung

Nach dem Probeneingang werden die Proben sofort mit einer laufenden Probennummer versehen und die gewünschten Untersuchungen vermerkt.

Die Bestimmung der Trockenmasse erfolgt nach dem Wäge-Trocknungs-Verfahren. Das Futter wird vor und nach der Trocknung gewogen. Feuchtfutter (z.B. Silagen, Grünfutter etc.) werden in Trockenschränken auf eine Restfeuchte von ca. 5 – 10 % vorgetrocknet (lagerfähig). Die Trocknung bis zum totalen Wasserentzug erfolgt in einem zweiten Arbeitsschritt.

Die Vermahlung der Futtermittel erfolgt mittels Mühlen nach einer definierten Mahlfineinheit.



Abbildung 3: Nasschemische Analyse der Gerüstsubstanzen (Futtermittellabor Rosenau)

Weender Roh Nährstoff-Analyse

Die Wender- bzw. Roh Nährstoff-Analyse liefert eine grobe Einteilung der Nährstoffe. Der Begriff „Roh“ kennzeichnet dabei die Einteilung in Stoffgruppen. Routinemäßig werden die Roh Nährstoffe im Futtermittellabor Rosenau mittels nasschemischer Methoden durchgeführt. Dabei werden die Inhaltsstoffe getrennt durch Behandlung der Futterprobe mit Chemikalien bis hin zur Messung in hoch-technischen Geräten ermittelt.

Bei der Roh Nährstoff-Analyse werden die Parameter Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, Rohasche nasschemisch bestimmt. Die Parameter organische Masse (OM) und N-freie Extraktstoffe (NfE) werden durch Differenzbildung rechnerisch ermittelt. Die Protein-Bewertung nach dem nXP-System (nutzbares Rohprotein am Dünndarm, nXP) erfolgt auf Basis der Gleichungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 2001) unter Zugrundelegung des Energiegehaltes (MJ ME) und dem Gehalt an unabbaubarem Protein (UDP) der DLG-Tabelle (1997). Die Energiekonzentration (ME, NEL) wird ebenfalls nach den Gleichungen der GfE (2001) unter Verwendung der Verdauungskoeffizienten der DLG-Tabelle (1997) rechnerisch ermittelt. Die konkreten Verdauungskoeffizienten für eine bestimmte Futtermittelgruppe (z.B. Wiesenfutter, Silomais etc.), Konservierungsform (Grünfutter, Silage, Heu) und Aufwuchs (1. Aufwuchs, Folgeaufwüchse) werden nach Regressionsgleichungen von GRUBER et al. (1997) ermittelt, welche zwischen den in den Tabellen angeführten Vegetationsstadien linear interpolieren.

Alternativ zur nasschemischen Methode wird für bestimmte Futtermittel die Schnellbestimmung der Roh Nährstoffe mittels NIRS (Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie) angeboten. Die Futtermittel werden nach der Probenvorbereitung (Trocknung und Vermahlung) in einem Apparat mit infrarotem Licht verschiedener Wellenlängen bestrahlt und die Reflexion mit einem hoch-sensiblen Detektor gemessen. Dieses Verfahren ist deutlich schneller und weniger ressourcenaufwendig, allerdings sind die ermittelten Nährstoffgehalte nicht so genau. Entscheidend für die Genauigkeit dieses Systems ist die Qualität der Eichkurven. Hierzu zählen die Anzahl in die Erstellung der Eichkurve aufgenommenen Futterproben, die Abstimmung der NIRS-Eichungen auf die regional vorhandenen Futtermittel und der Probenstruktur aus der Vermahlung.



Abbildung 4: Mikroskopische Betrachtung eines Dünnschichtpräparates (Futtermittellabor Rosenau)

Im Futtermittellabor Rosenau wird derzeit die Analyse mittels NIRS-Schätzung für die Futtermittel Maissilage, Maiskornsilage, Ganzkornsilage, CCM, Grassilage, Grünfütter und Heu angeboten.

Kohlenhydrate: Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL), Stärke und Zucker

Die Ermittlung der Gerüstkohlenhydrate gibt eine verbesserte Rückmeldung bezüglich der langsam abbaubaren bzw. schwer verdaulichen Kohlenhydrate. Die Gerüstsubstanzen werden aschekorrigiert als NDFom, ADFom und ADL ausgewiesen.

Die Untersuchung der Parameter Stärke und Zucker zeigt den Anteil an sehr rasch bis rasch verfügbaren Kohlenhydraten im Pansen.

Mengen- und Spurenelemente

Die Analyse von Mengen- und Spurenelementen erfolgt mittels eines optischen Emissionsspektrometers (ICP-OES), einer Art Flammenfärbung, bei der ein hoch-technisches Gerät die Art und Menge der Mineralstoffe bis in den Milligrammbereich messen kann.

Die Analyse mittels ICP-OES ermöglicht die Messung der Mengenelemente Ca, P, Mg, K, Na, (S) sowie der Spurenelemente Fe, Mn, Zn, Cu, (B); S und B werden standardmäßig nicht analysiert.

Gärqualität

Die Untersuchung der Gärqualität gibt Rückschlüsse auf Art sowie Verlauf der Vergärung und dadurch auf die Stabilität nach der Öffnung sowie auch die Futterakzeptanz durch den Anteil weniger schmackhafter Gärsäuren und Fermentationsprodukte. Gärsäuren (Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure, Propionsäure) und Ethanol werden mit einem Gaschromatographen bestimmt und gemessen.

Die pH-Wert-Bestimmung wird mit einem pH-Meter durchgeführt.

Der Ammoniakgehalt wird im Rahmen der Gärqualitätsanalyse mit einer NH_3 -Elektrode bestimmt und prozentuell zum Gesamt-N in Beziehung gesetzt.

Futterhygiene

Die Futterhygiene spielt besonders in der Schweine- und Pferdefütterung eine bedeutende Rolle, mikrobiell belastete

tes Futter wird aber auch in der Wiederkäuerfütterung öfters als Ursache für tiergesundheitsliche Probleme oder Probleme der Milchqualität (Zellzahl) ausgemacht. Im Futtermittellabor Rosenau werden die Gesamtkeimzahlen an Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen durch Plattenausstrichverfahren ermittelt. Bei Schimmelpilzen erfolgt eine Pilzdifferenzierung anhand der charakteris-

tischen Ausprägung auf den Nährmedien. Zusätzlich zu den Keimzahlen wird die Futterprobe durch ein Mikroskop betrachtet, um die Verpilzung zu bestätigen bzw. zu kontrollieren und um Lagerschädlinge wie Motten, Kornkäfer, Milben zu erkennen. Das Futtermittel wird auf seine Eignung für die Fütterung entsprechend der gewünschten Tierkategorie bewertet.

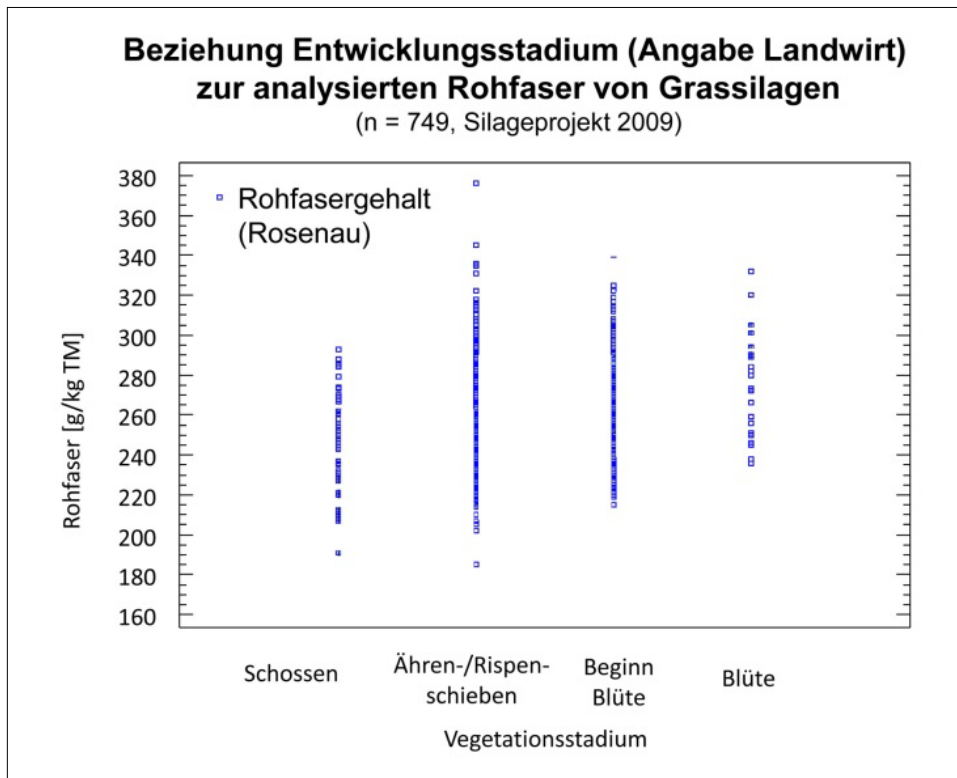
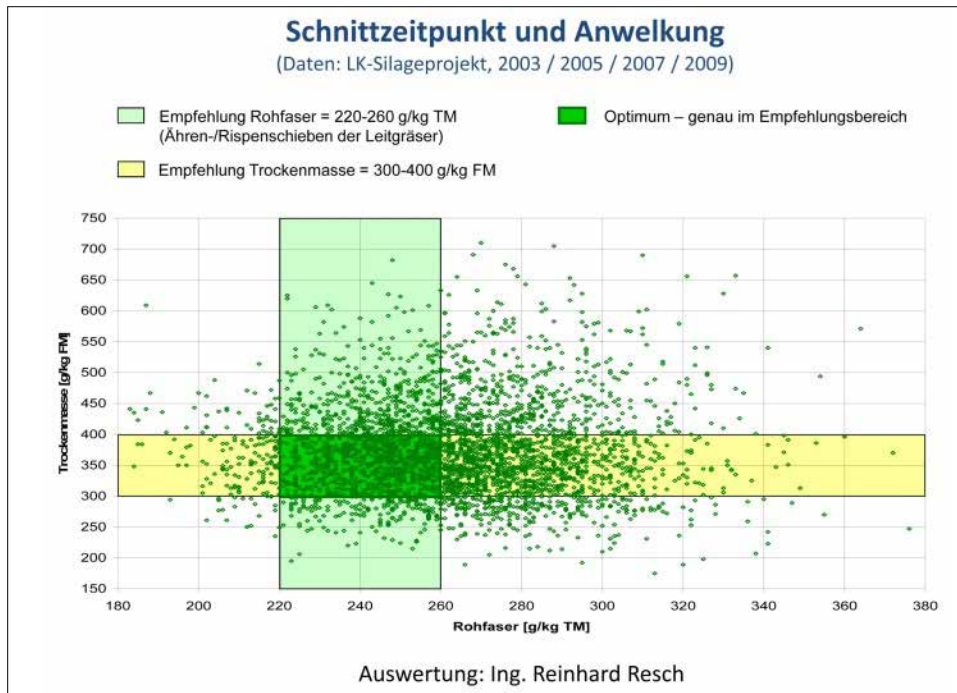


Abbildung 6: Vergleich der Einschätzung des Landwirtes und tatsächlicher Rohfasergehalt (Auswertung des österreichweiten Silageprojektes: Ing. Reinhard Resch, LFZ Raumberg-Gumpenstein)

Toxine

Toxine können von bestimmten Feldpilzen, Lagerpilzen oder Lagerschädlingen gebildet werden. Speziell bei nicht optimalen Witterungs- und Lagerbedingungen können bestimmte Pilze und Lagerschädlinge Toxine bilden, die gewebsschädigend oder hormonell wirksam sind. Die Toxinuntersuchungen werden in einem Partnerlabor durchgeführt. Getreide werden standardmäßig mittels ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) untersucht, einem antikörperbasierten Nachweisverfahren, auf Wunsch auch mittels Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie (HPLC). Maissilagen und Futtermischungen werden mittels HPLC auf Toxine geprüft. Die Ergebnisse werden vom Futtermittellabor Rosenau entsprechend der gewünschten Tierkategorie interpretiert.

Weitere mögliche Analysen: Carotin, Ureaseaktivität, Peroxidzahl, Salzsäureunlösliche Asche, Hektolitergewicht, Siebanalysen.

Befundung

Die ermittelten Daten werden im Labor bereits auf Plausibilität geprüft und bei Auffälligkeit wiederholt. Bei der Eingabe in ein spezielles Laborprogramm erfolgt ebenfalls eine Prüfung der Analysenwerte. Die durch Differenzbildung ermittelten Werte werden berechnet. Anschließend werden die Daten am Befund vom Laborleiter überprüft und bei einem Zweifel

werden Parameter noch einmal analysiert, um Fehler ausschließen zu können.

Der Befund wird mit beiliegendem Zahlschein per Post zugestellt. Zusätzlich können Kunden auch von der Homepage des Futtermittellabors die Daten jederzeit via Passwort abrufen.

Ergebnisse und Diskussion

In einem österreichweit organisierten Silageprojekt wurden 4 Erntejahre hindurch (2003, 2005, 2007, 2009) von mehr als 3.600 Grundfutterproben weitreichende Erhebungen bezüglich Düngung, Silierbedingungen bis hin zur Siliertechnik durchgeführt und Beziehungen zu den Analyseergebnissen hergestellt. In Zusammenarbeit des LFZ Raumberg-Gumpenstein (Ing. Reinhard Resch), den Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern und dem Futtermittellabor Rosenau suchte man nach Einflussfaktoren auf Inhaltsstoffe und Futterqualität. Ergebnisse dieser und weiterer Futteruntersuchungen zeigen starke Schwankungen in den Inhaltsstoffen und auch der Futterqualität. Obwohl jeder Landwirt bestrebt ist, die bestmögliche Futterqualität zu erzeugen, gelingt dies nicht immer wie gewünscht. Es stellt sich zudem heraus, dass viele Landwirte die Qualität des vorhandenen Futters schwer einschätzen können und oftmals der richtige Erntezeitpunkt unbewusst falsch gewählt wird.

Die *Abbildung 5* „Schnittzeitpunkt und Anwelkung“ zeigt die große Schwankung zwischen den untersuchten Grassilagen. Besonders der große Anteil an Silagen mit hohem Rohfasergehalt weist auf den großen Bedarf an Futteruntersuchungen hin.

Interessante Ergebnisse brachte die Befragung bezüglich des geschätzten Vegetationsstadiums der Grassilage und des ermittelten Rohfasergehaltes durch die Futteranalyse.

Auch hier zeigt sich die Schwierigkeit der Einschätzung einer Silage (*Abbildung 6*).

Informationen über die richtige Futterprobenziehung, Verpackung und Versand, über mögliche Untersuchungen sowie den Probenbegleitschein zum Herunterladen findet sich auf unserer Homepage www.futtermittellabor.at.

Literatur

- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim - Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.
- GASTEINER, J. und H. RIEGLER, 2006: Praktische Hilfsmittel zur Beurteilung von Tiergesundheit und Fütterung. ÖAG-INFO 7/2006.
- 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/Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (2. Auflage 1997).
- RESCH et al., 2009: Abschlussbericht Silageprojekt – Qualitätsbewertung von österreichischen Grassilagen und Silomais aus Praxisbetrieben, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 86 S.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e.V.), 2007: Landwirtschaftliche Versuchs- und Untersuchungsmethodik, VDLUFA-Methodenbuch Band III: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WIEDNER, G., 1998: Futteruntersuchungen – Leistung sichern und trotzdem Geld sparen! ÖAG INFO 7/98.

Bericht

41. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2014

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2014

ISBN-13:978-3-902849-05-2

ISSN:1818-7722