



Lehr- und Forschungszentrum (LFZ),
Raumberg-Gumpenstein

Institut für Nutztierforschung



Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien

Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften

Untersuchungen zum Einfluss des Absetztermins auf Fleckvieh – Mutterkühe unter extensiven Fütterungsbedingungen

Masterarbeit eingereicht von

Sandra Hörmann

Wien, November 2013

BetreuerInnen:

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Andreas Steinwider (LFZ)

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Birgit Fürst-Waltl (BOKU)

Johann Häusler (LFZ)

Danksagung

Diese Arbeit sei all jenen gewidmet, die mich immer unterstützt haben:

Meinen Eltern, die es mir ermöglicht haben, zu studieren und mich zu jenem gewissenhaften und engagierten Menschen gemacht haben, der ich heute bin.

Meinen Freunden, die immer für mich da waren, wenn ich sie brauchte.

Meinen Studienkollegen, mit denen ich viele schöne Stunden auf der Uni verbringen durfte und die mir auch beim Verfassen dieser Arbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Fragestellung	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Mutterkuhhaltung in Österreich und Europa	3
2.2	Rassenbeschreibung Fleckvieh	5
2.3	Fütterung	6
2.4	Saisonale bzw. kontinuierliche Abkalbung	8
2.5	Milchleistung von Mutterkühen	9
2.6	Blutparameter	13
2.6.1	Harnstoff	13
2.6.2	Creatinin	13
2.6.3	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT)	13
2.6.4	γ -Glutamyl-Transferase (GGT)	13
2.6.5	Gesamtbilirubin	14
2.6.6	Calcium	14
2.6.7	Phosphor	14
2.6.8	Magnesium	14
2.6.9	β -Hydroxy-Buttersäure (BHB)	15
2.6.10	Freie Fettsäuren (FFS)	15
2.7	Zwischenkalbezeit, Besamung	15
2.8	Lebendmasse, BCS	16
3	Tiere, Material und Methoden	17
3.1	Versuchsplan	17
3.2	Datenerhebung	19
3.2.1	Milchleistung und Milchinhaltsstoffe	19
3.2.2	Rationsgestaltung und Futteraufnahme	19
3.2.3	Lebendmasse und Körperkonditionsbeurteilung	20
3.2.4	Nährstoffanalyse der Futtermittel	20
3.2.5	Nährstoffbedarf und Bilanz	21
3.2.6	Blutparameter	22
3.2.7	Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter	22
3.3	Statistische Datenauswertung	23
4	Ergebnisse	25
4.1	Futter- und Nährstoffaufnahme, Energiebilanz	25

4.1.1	Futteraufnahme	26
4.1.2	Nährstoffaufnahme	29
4.1.3	Energiebedarfsdeckung	32
4.2	Milchleistung und Milchinhaltsstoffe	37
4.2.1	Milchleistung und Milchinhaltsstoffe aller Tiere	37
4.2.2	Milchleistung getrennt nach Gruppen.....	41
4.2.3	Zellzahl.....	48
4.3	Körperkondition, Lebendmasse	51
4.4	Fruchtbarkeit, Abkalbeverlauf	58
4.4.1	Zwischenkalbezeit	60
4.4.2	Besamungsindex	60
4.4.3	Abkalbeverlauf.....	60
4.5	Behandlungen der Mutterkühe	62
4.6	Blutparameter	63
5	Diskussion.....	66
6	Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis.....	76
7	Zusammenfassung	78
8	Literaturverzeichnis	80

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Milchleistung, Fett- und Eiweißprozentage sowie Zellzahl von Fleckviehmutterkühen
Tab. 2	Einteilung der Mutterkühe
Tab. 3	Analysenergebnisse der im Versuch eingesetzten Grundfuttermittel
Tab. 4	Futtermittelaufnahme aller Tiere
Tab. 5	Nährstoffaufnahme
Tab. 6	Erhaltungsbedarf, Leistungsbedarf, Gesamtbedarf, Energiebilanz
Tab. 7	Milchleistung und Milchbestandstoffe, gesamter Datensatz
Tab. 8	Geschätzte Wood-Parameter für Milchleistung und Milchbestandstoffe, gesamter Datensatz
Tab. 9	Milchleistung und Milchbestandstoffe
Tab. 10	Geschätzte Wood-Parameter für Milchleistung und Milchbestandstoffe in der 1. Laktation
Tab. 11	Geschätzte Wood-Parameter für Milchleistung und Milchbestandstoffe in der 2. Laktation und folgenden Laktationen, unterteilt nach Säugedauergruppen
Tab. 12	Statistische Auswertung der Kurvenverläufe von Milchleistung und Milchbestandstoffen (26 Wochen)
Tab. 13	Vergleich der Versuchsgruppen in der 2. Laktation und folgenden Laktationen (26 Wochen)
Tab. 14	Zellzahlgehalte der Milch
Tab. 15	Zellzahlgehalt
Tab. 16	Lebendmasse
Tab. 17	BCS (Skala 1-5)
Tab. 18	Besamungsindex (BI, Anzahl der Besamungen), Zwischenkalbezeit (ZKZ, in Tagen), Abkalbeverlauf (Skala 1 bis 3)
Tab. 19	Zuchtwerte für Kalbeverlauf und Totgeburtenrate der Besamungsstiere
Tab. 20	Krankheitsbefunde und Häufigkeit des Auftretens
Tab. 21	Blutparameter der ersten 10 Wochen der Laktation, Vergleich der Gruppen
Tab. 22	Blutparameter der ersten 10 Wochen der Laktation, Vergleich der Laktationen
Tab. 23	Unterschiede der Blutparameter zwischen den Gruppen innerhalb der Laktationen

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Mutterkuhhaltung in Österreich
Abb. 2	Anzahl der Mutterkühe und Halter nach Bundesländern im Jahr 2011
Abb. 3	Anzahl der Mutterkühe und Halter im Berggebiet nach Bundesländern im Jahr 2011
Abb. 4	Milchleistung von Mutterkühen bei Anwendung des Systems Wiegen-Saugen-Wiegen und Handmelken
Abb. 5	Milchleistungskurven von Mutterkühen mit niedrigem, mittlerem und hohem Milchleistungspotenzial
Abb. 6	Durchschnittliche Grundfutteraufnahme in kg TM zwischen erster und zweiter Abkalbung
Abb. 7	Durchschnittliche Grundfutteraufnahme in kg TM zwischen zweiter und dritter Abkalbung
Abb. 8	Energieaufnahme und –bedarf der Gruppe 1 in MJ NEL zwischen erster und zweiter Abkalbung
Abb. 9	Energieaufnahme und –bedarf der Gruppe 2 in MJ NEL zwischen erster und zweiter Abkalbung
Abb. 10	Energieaufnahme und –bedarf der Gruppe 1 in MJ NEL zwischen zweiter und dritter Abkalbung
Abb. 11	Energieaufnahme und –bedarf der Gruppe 2 in MJ NEL zwischen zweiter und dritter Abkalbung
Abb. 12	Laktationskurvenverlauf, gesamter Datensatz
Abb. 13	ECM-Verlauf, gesamter Datensatz
Abb. 14	Verlauf des Milchfettgehaltes, gesamter Datensatz
Abb. 15	Verlauf des Milcheiweißgehaltes, gesamter Datensatz
Abb. 16	Verlauf des Milchlaktosegehaltes, gesamter Datensatz
Abb. 17	Laktationskurvenverlauf in der 1. Laktation
Abb. 18	ECM-Verlauf in der 1. Laktation
Abb. 19	Verlauf des Milchfettgehaltes der 1. Laktation
Abb. 20	Verlauf des Milcheiweißgehaltes der 1. Laktation
Abb. 21	Verlauf des Milchlaktosegehaltes der 1. Laktation
Abb. 22	Laktationskurvenverlauf der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen
Abb. 23	ECM-Verlauf der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen
Abb. 24	Verlauf des Milchfettgehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen
Abb. 25	Verlauf des Milcheiweißgehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen
Abb. 26	Verlauf des Milchlaktosegehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen
Abb. 27	Zellzahlgehalte der Milch
Abb. 28	Lebendmasseentwicklung zwischen erster und zweiter Abkalbung
Abb. 29	Lebendmasseentwicklung zwischen zweiter und dritter Abkalbung
Abb. 30	BCS-Entwicklung zwischen erster und zweiter Abkalbung
Abb. 31	BCS-Entwicklung zwischen zweiter und dritter Abkalbung
Abb. 32	Geburtshilfe in den Laktationen

Abkürzungsverzeichnis

BCS	Body Condition Scoring
BHB	Beta-Hydroxy-Buttersäure
et al.	et alii/aliae
ECM	Energy corrected milk
f	folgende, eine Seite
ff	folgende, mehrere Seiten
FFS	freie Fettsäuren
GOT	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase
GGT	Gamma-Glutamyl-Transferase
GR	Gruppe
GRxLAK	Interaktion Gruppe x Laktation
GZW	Gesamtzuchtwert
IU	internationale Einheit
LAK	Laktation/en
LM	Lebendmasse
ME	umsetzbare Energie
MJ	Megajoule
NEL	Netto Energie Laktation
nXP	nutzbares Rohprotein
RNB	ruminale Stickstoffbilanz
s	Standardabweichung
s _e	Residualstandardabweichung
TM	Trockenmasse
XF	Rohfaser
XP	Rohprotein
ZW	Zuchtwert

1 Einleitung und Fragestellung

Die Mutterkuhhaltung nimmt bei der Bewirtschaftung von Grünlandflächen einen großen Stellenwert ein (BAUER und GRABNER, 2012, 7). In Österreich ist sie vor allem im Berggebiet (BMLFUW, 2013, Tab. 3.1.30) und dort überwiegend auf Nebenerwerbsbetrieben weit verbreitet (BAUER und GRABNER, 2012, 7).

Sie bildet eine Alternative zur Milchviehhaltung, denn freiwerdende Grünlandflächen können ebenso weiter genutzt werden wie freiwerdende Stallgebäude. Die Mutterkuhhaltung trägt so auch zur Erhaltung der Kulturlandschaft bei (STEINWENDER und GOLD, 1989, 335; BMLF, 1981, 3).

Ziel in der Mutterkuhhaltung ist es, jedes Jahr ein vitales, gut entwickeltes Kalb, das gute Zunahmen und ausgezeichnete Masteigenschaften aufweist, von der Mutterkuh absetzen zu können (STEINWIDDER, 2012, 103; BAUER und GRABNER, 2012, 31). Die aufgezogenen Kälber stellen nämlich die Haupteinnahmequelle dar und sind daher entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Systems (BAUER und GRABNER, 2012, 12 und 163ff). Um dieses Ziel zu erreichen, muss auch in der Mutterkuhhaltung das Management optimiert werden (STEINWIDDER, 2012, 103).

Fruchtbarkeit, Leichtkalbigkeit, eine gute Tiergesundheit sowie ein guter Mutterinstinkt sind die wichtigsten Faktoren. Daneben spielt die Milchleistung der Kuh eine zentrale Rolle. Je mehr Milch eine Kuh gibt, desto schneller kann das Kalb wachsen (BAUER und GRABNER, 2012, 31ff).

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.

In der Regel reichen Futterrationen bestehend aus Gras, Grassilage und Heu – ergänzt durch Mineralstoffe und Viehsalz – für die Versorgung der Mutterkuh aus (BAUER und GRABNER, 2012, 9). Der vorliegende Versuch wurde daher unter den genannten Fütterungsbedingungen erstellt und durchgeführt.

Neben der Genetik spielt die Futterqualität eine entscheidende Rolle. Sie beeinflusst die Futter- und Nährstoffaufnahme und damit sowohl die Nährstoffversorgung der Kuh als auch die Milchleistung und daraus resultierend die Kälberentwicklung. Die Nährstoffversorgung der Kuh spiegelt sich wiederum in der Lebendmasseentwicklung sowie in der Tiergesundheit und Fruchtbarkeit wider und beeinflusst die Wirtschaftlichkeit maßgeblich.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollten die Effekte des Absetztermins auf Futteraufnahme, Nährstoffversorgung, Milchleistung, Lebendmasseentwicklung, Tiergesundheit und Fruchtbarkeit von Fleckviehkühen unter extensiven Fütterungsbedingungen untersucht werden.

Konkret wurden folgende Fragen zur Mutterkuhhaltung bearbeitet:

1. In welchem Bereich liegt die Futter- und Nährstoffaufnahme von Mutterkühen?
2. Hat die Säugedauer einen Einfluss auf die Futter- und Nährstoffaufnahme in der 2. und 3. Laktation?
3. Welche Milchleistungen erreichen Fleckvieh-Mutterkühe bei Versorgung mit mäßiger Grundfutterqualität bei unterschiedlich langen Säugezeiten?
4. Hat die Säugedauer einen Einfluss auf die Milchleistung in der 2. und 3. Laktation?
5. Wirkt sich die Säugedauer auf die Nährstoffversorgung und Lebendmasseentwicklung aus?
6. Hat die Säugedauer einen Einfluss auf physiologische Parameter, Tiergesundheit bzw. Fruchtbarkeit der Mutterkühe?

2 Literaturübersicht

2.1 Mutterkuhhaltung in Österreich und Europa

Die Mutterkuhhaltung spielt bei der Bewirtschaftung von Grünlandflächen eine große Rolle. In Europa gibt es einige Länder mit großen Grünlandflächen, die viele Mutterkühe halten, unter ihnen etwa Frankreich mit einem Mutterkuhanteil von 48 % am Gesamt-Kuhbestand im Jahr 2004. In der gesamten EU-25 gab es 2004 einen Bestand von rund 12,5 Mio. Mutterkühen, das entspricht einem prozentualen Anteil am Gesamt-Kuhbestand von 34 % (BAUER und GRABNER, 2012, 7ff). In Österreich lag der Anteil der Mutterkühe am Gesamt-Kuhbestand im Jahr 2012 bei rund 32,2 % (Berechnung nach BMLFUW, 2013, Tab. 3.1.30).

Im Jahr 1989 wurde in Österreich erstmals die Anzahl der Mutterkühe vom Statistischen Zentralamt getrennt von den Milchkühen angeführt. Damals lag die Zahl der Mutterkühe bei rund 41.000 Stück. Vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft wird die Mutterkuhhaltung seit 1979 als eine Alternativmöglichkeit zur Milchviehhaltung gefördert. Die Anzahl der geförderten Kühe konnte von 1979 bis 1989 von rund 4.000 Tieren auf ca. 34.000 Tiere gesteigert werden (BMLF, 1990, 1f). 1993 wurden in Österreich 69.316 Mutter- und Ammenkühe gezählt. Das entspricht rund 8 % des damaligen Gesamt-Kuhbestandes (Berechnung nach BMLF, 1994, 184). 1995 lag die Zahl der Mutter- und Ammenkühe schon bei 210.479 Stück, was einem Anteil an der Gesamt-Kuhzahl von rund 23 % entspricht (Berechnung nach BMLF, 1996, 189) und die Zahl der Halter betrug 45.769 (BMLF, 1996, 189).

Abbildung 1 zeigt, wie sich die Anzahl der Halter und die Anzahl der Mutterkühe in den Jahren 2003 bis 2012 veränderten. In dieser Zeitspanne ging die Anzahl der Mutterkuhhalter um rund 12.000 zurück, während die Anzahl der Tiere pro Betrieb zunahm. Trotzdem ist die Mutterkuhhaltung in Österreich mit einer durchschnittlichen Tierzahl von 6,3 Kühen pro Betrieb im Jahr 2012 sehr klein strukturiert. Mittlerweile gibt es allerdings auch größere Betriebe mit einem Kuhbestand von bis zu 200 Tieren.

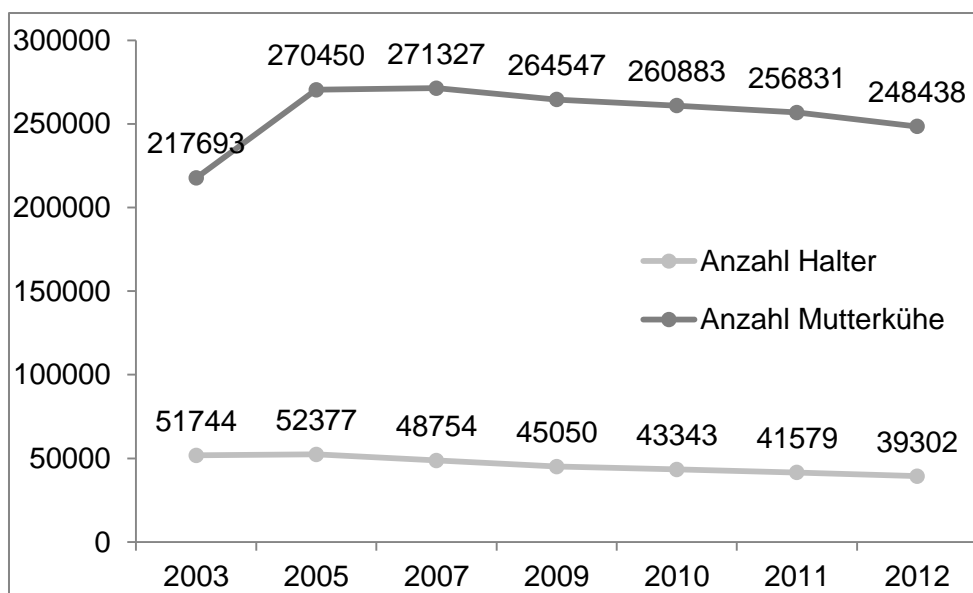


Abb. 1: Mutterkuhhaltung in Österreich (nach STATISTIK AUSTRIA, LEBENSMINISTERIUM, 2012; BMLFUW, 2013, Tab. 3.1.30)

2012 wurden die meisten Mutterkühe in Kärnten gehalten, gefolgt von der Steiermark, Oberösterreich und Niederösterreich (siehe Abbildung 2). In Kärnten sind 61,7 % des gesamten Kuhbestandes Mutterkühe (Berechnung nach BMLFUW, 2013, Tab. 3.1.30).

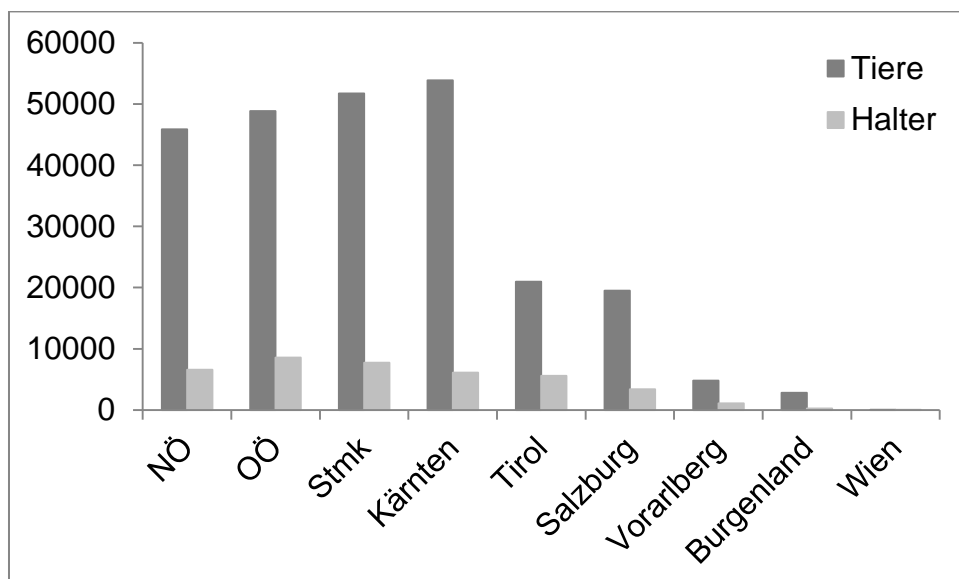


Abb. 2: Anzahl der Mutterkühe und Halter nach Bundesländern im Jahr 2012 (nach BMLFUW, 2013, Tab. 3.1.30)

Vor allem für Biobetriebe stellt die Mutterkuhhaltung eine wichtige Alternative dar. 2012 waren rund 33,6 % der Mutterkühe in Biobetrieben anzutreffen und die Anzahl der Halter, die biologisch wirtschafteten, lag bei etwa 25,9 % (Berechnung nach BMLFUW, 2013, Tab. 3.1.30).

Fast 81 % aller Mutterkühe in Österreich wurden im Berggebiet gehalten. Hier lebten auch rund 80 % der Mutterkuhhalter (Berechnung nach BMLFUW, 2013, Tab. 3.1.30). Diese Zahlen verdeutlichen, wie wichtig die Mutterkuhhaltung im Berggebiet ist. In diesen Bereichen steht vor allem Grundfutter (Heu, Grassilage, Gras) zur Verfügung und Kraftfutter muss oft teuer zugekauft werden.

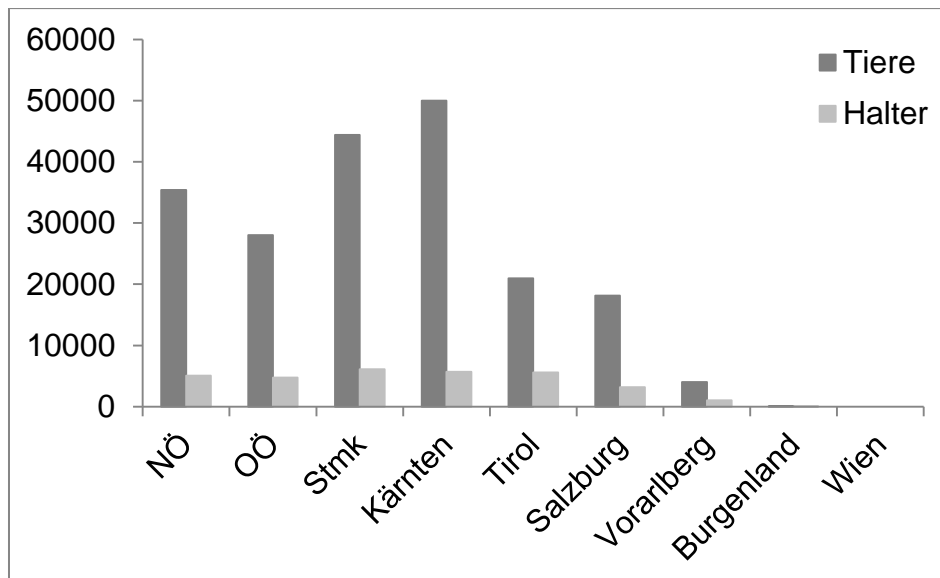


Abb. 3: Anzahl der Mutterkühe und Halter im Berggebiet nach Bundesländern im Jahr 2012 (nach BMLFUW, 2013, Tab. 3.1.30)

2.2 Rassenbeschreibung Fleckvieh

In Österreich stellt das Fleckvieh die Hauptrinderrasse dar. 2011 gab es in Österreich rund 1,5 Mio. Fleckvieh-Tiere, das entspricht einem Anteil von 76,3 % am Gesamt-Rinderbestand (BMLFUW, 2012, Tabelle 3.1.34).

Im Zuchtziel des Fleckviehs für Österreich ist festgelegt, dass die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion verbessert werden soll, die Fleischleistung und die Fitness jedoch nicht vernachlässigt werden dürfen. Eine typische Fleckviehkuh soll ein Stockmaß von 140 bis 150 cm aufweisen, 650 bis 850 kg schwer sein und eine Milchleistung von 7.000 kg oder darüber mit einem Fettgehalt von 4 % und einem Eiweißgehalt von 3,4 % erbringen (ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖSTERREICHISCHER FLECKVIEHZÜCHTER, 2012).

2011 lag die Milchleistung aller österreichischen Fleckviehkühe, die unter Milchleistungskontrolle standen, bei 6.808 kg Milch mit 4,15 % Fett und

3,41 % Eiweiß. Die Zuwachsleistung von versteigerten Stieren lag bei 1.391 g täglichen Zunahmen (ZAR, 2012, 68 und 73).

Es gibt ein eigenes Zuchtprogramm für fleischbetonte Fleckviehtiere. In diesem ist als Zuchtziel unter anderem eine Zuwachsleistung für männliche Absetzer von 1.400 g und für weibliche Absetzer von 1.150 g festgelegt (ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖSTERREICHISCHER RINDERZÜCHTER, s.a.).

Kühe der Rasse Fleckvieh sind deshalb in der österreichischen Mutterkuhhaltung weit verbreitet. Sie weisen gute Muttereigenschaften auf, haben eine gute Milchleistung und werden daher vor allem für Gebrauchskreuzungen mit Fleischrassen, die deutlich niedrigere Milchleistungen aufweisen, verwendet (BAUER und GRABNER, 2012, 136f).

2.3 Fütterung

Die Fütterung der Mutterkühe basiert auf Grundfutter (Gras, Grassilage und Heu), das mit Viehsalz und Mineralstoffen ergänzt wird, damit eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen und Spurenelementen zu jeder Zeit gesichert ist (BAUER und GRABNER, 2012, 104ff).

Energieversorgung:

Die Energieversorgung einer Mutterkuh ist an die verschiedenen Stufen der Säugeperiode anzupassen:

Bis zur 4. Laktationswoche sollten Mutterkühe mit hoher Milchleistung etwas zurückhaltender gefüttert werden, um einen zu raschen Anstieg der Milchleistung zu vermeiden.

Danach sollte die Nährstoffkonzentration erhöht werden, um ein zu großes Energiedefizit zu verhindern und so eine gute Milchleistung zu gewährleisten.

Zum Ende der Laktation sollte die Körperkondition als Maßstab bei der Fütterung herangezogen werden. Das bedeutet, dass einerseits eine Verfettung vermieden werden soll und andererseits Tiere in schlechter Kondition entsprechend besser versorgt werden müssen.

In der Trockenstehzeit schließlich gelten die selben Richtlinien wie am Ende der Säugeperiode. Sowohl ein zu starkes Verfetten als auch Gewichtsabnahmen sollten vermieden werden. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, trockenstehende Kühe nicht gemeinsam mit den laktierenden Kühen zu halten. Erst zum Ende der

Trockenstehzeit erhöht sich der Energiebedarf der Kuh wieder, da hier nun vermehrt Energie und Nährstoffe für den Fötus benötigt werden

(STEINWIDDER und HÄUSLER, 2004, 12f; STEINWIDDER, 2012, 103ff).

Proteinversorgung:

Das im Pansen gebildete Mikrobenprotein ist in der Regel für den Proteinbedarf der Mutterkuh ausreichend.

Die Rohproteinkonzentration in der Ration sollte 10 bis 13 % pro kg Trockenmasse betragen. In der Trockenstehphase kann dieser Wert auf 8 bis 10 % pro kg Trockenmasse reduziert werden (STEINWIDDER und HÄUSLER, 2004, 14).

Strukturversorgung:

Eine Unterversorgung mit Strukturkohlenhydraten ist in Mutterkuhbetrieben eher unwahrscheinlich, da die Rationen ohnehin grundfutterbetont sind. Allerdings ist bei Weideauftrieb auf eine schonende Angewöhnung an das junge Grünfutter zu achten, damit keine Verdauungsstörungen auftreten (STEINWIDDER und HÄUSLER, 2004, 14).

Mineralstoff- und Vitaminversorgung:

Als Mindestempfehlung für die Praxis werden 20 bis 50 g einer Mineralstoffmischung (vitaminisiert) plus 20 bis 30 g Viehsalz angegeben (STEINWIDDER und HÄUSLER, 2004, 14; STEINWIDDER, 2012, 117f).

Im Folgenden wird kurz auf einige mögliche Mangelversorgungen hingewiesen:

Zu Magnesium-Mangelercheinungen und damit zu einer Weidetetanie kann es zum Beispiel bei der Verfütterung von jungem Grünfutter (Beginn der Weidesaison) kommen, da hier das Magnesium weniger gut verarbeitet werden kann (GfE, 2001, 78f).

Auch beim Selen ist erhöhte Vorsicht geboten, vor allem in den letzten zwei Trächtigkeitsmonaten sollte eine ausreichende Versorgung sichergestellt sein. Selenmangel kann zu lebensschwachen Kälbern führen, was gerade im Mutterkuh-Betrieb unbedingt zu vermeiden ist (STEINWIDDER, 2012, 117f).

Die Vitamin D-Versorgung der Mutterkühe stellt bei Weidegang oder Auslauf kein Problem dar. In reiner Stallhaltung sollte ein Mineralfutter mit Vitamin D-Ergänzung gewählt werden. Ebenso verhält es sich bei der Vitamin E-Versorgung. Im Grünfutter liegen hohe Werte vor, bei Trocknung und längerer Lagerung des Futters

(Futterkonserven) treten allerdings hohe Verluste auf, die durch eine Vitamin E-Ergänzung ausgeglichen werden müssen (STEINWIDDER und HÄUSLER, 2004, 14f).

Unter welchen Voraussetzungen ist ad libitum – Fütterung wie im vorliegenden Versuch durchführbar?

Eine ad libitum – Fütterung sollte sich an den Milchleistungen der Tiere orientieren. Bei einer Milchleistung von 3500 kg sollte die Energiekonzentration in der Ration 5,5 MJ NEL pro kg Trockenmasse betragen. Bei einer Milchleistung von lediglich 1500 kg kann die Energiekonzentration auf durchschnittlich 4,9 MJ NEL pro kg Trockenmasse sinken (STEINWIDDER und HÄUSLER, 2004, 11f).

Werden verschiedene Futtermittel angeboten, sind diese so zu vermischen, dass sich die Tiere nicht die besten Komponenten herausuchen können. Die Tiere in einer Herde bzw. Gruppe sollten sich in ihren Eigenschaften möglichst ähnlich sein, das heißt, sie sollten ähnlich hohe Milchleistungen aufweisen. Tiere mit Fruchtbarkeitsstörungen, die längere Zeit nicht tragend werden, sollten ausgemerzt werden (STEINWIDDER, 2012, 112).

Weidegang

Wenn die vorhandenen Futterflächen am Betrieb für die Weidehaltung von Mutterkühen geeignet sind, sollten die Tiere – aus Kostengründen und zur besten Ausnutzung der Nährstoffe des Grünlandes – den Sommer auf der Weide verbringen und dort das frische, nährstoffreiche Futter gleich direkt aufnehmen (BAUER und GRABNER, 2012, 107).

Die Umstellung auf die Weidehaltung sollte langsam erfolgen, um Durchfälle der Kühe zu vermeiden (BAUER und GRABNER, 2012, 107). Dies kann zum Beispiel durch Beifütterung von Heu oder gut angewelkter Grassilage geschehen (STEINWIDDER, 2012, 114).

2.4 Saisonale bzw. kontinuierliche Abkalbung

Eine Konzentrierung der Abkalbungen auf einen Zeitraum von 6 bis 12 Wochen (saisonale Abkalbung) bringt gewisse Vorteile. So haben die Kälber ein ähnliches Gewicht und die Muttertiere sind im selben Laktationsabschnitt. Dies vereinfacht die Fütterung und erspart in den meisten Fällen eine Herdentrennung, die aufgrund der geringen Herdengröße ohnehin schwierig zu bewerkstelligen ist.

Für die konzentrierte Abkalbung bieten sich verschiedene Zeiträume an:

Der erste oft gewählte Zeitraum ist die Winterabkalbung (Jänner bis März). Die Abkalbungen erfolgen hierbei im Stall unter guter Kontrolle. Beim Auftrieb auf die Weide sind die Kälber dann schon so groß, dass sie das Weidefutter gut verwerten können. Auch die Kühe können durch das gute Futter ihre Milchleistung für die Kälber noch einmal steigern, was für die Kälberentwicklung von Vorteil ist. Im Herbst (bei Weideabtrieb) erfolgt die Trennung der Kälber von den Kühen und die Herde kann gemeinsam trockengestellt werden.

Die zweite Möglichkeit ist die Frühsommerabkalbung (Mai bis Juli). Vorteile hierbei sind die geringeren Kälberverluste und die bessere Fruchtbarkeit der Muttertiere.

Der dritte mögliche Abkalbezeitraum ist im Herbst (September bis Oktober). Als vorteilhaft erweisen sich hier die Widerstandsfähigkeit der Kälber und die geringeren Kälberverluste (BAUER und GRABNER, 2012, 20ff und 100f).

Bei kontinuierlichen Abkalbungen – über das Jahr verteilt – muss die Beobachtung der Abkalbungen über das gesamte Jahr erfolgen, was hohe Anforderungen an das Management mit sich bringt. Ein großer Vorteil ist allerdings, dass Tiere, die nicht sofort trächtig werden, in der Herde bleiben können (BAUER und GRABNER, 2012, 22).

2.5 Milchleistung von Mutterkühen

Zur Erfassung der Milchleistung von Mutterkühen sind in der Literatur mehrere Methoden beschrieben.

Einerseits handelt es sich um das System Wiegen-Saugen-Wiegen. Hierbei wird das Kalb von der Mutter getrennt und nach einem definierten Zeitabschnitt wieder zur Kuh gelassen. Vor und nach dem Saugen erfolgt eine Wiegung des Kalbes und daraus wird die täglich aufgenommene Milchmenge errechnet. Dies wird mehrmals pro Säugeperiode wiederholt und so die Milchleistung der Mutterkuh ermittelt (BEAL et al., 1990, 938; NEVILLE, 1962, 315).

Andererseits gibt es das System des maschinellen Milchentzuges. Die Kuh wird für eine bestimmte Zeit von ihrem Kalb getrennt und die Milch maschinell entzogen (zumeist 2 Mal pro Abtrennung). Mit Hilfe der so ermittelten Milchmenge wird die Laktationsleistung errechnet. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass in den meisten Fällen eine Oxytocin-Gabe vor der Melkung erfolgen muss, um den Milchfluss in Gang zu bringen (ANTHONY et al., 1959, 1541; BEAL et al., 1990, 938; McMORRIS und WILTON, 1986, 1362).

Als dritte Möglichkeit wird der händische Milchentzug erwähnt. Eine mögliche Durchführungsvariante besteht darin, das Kalb an der einen Euterhälfte trinken zu lassen und die andere Euterhälfte händisch zu melken. Dies wird (wie beim maschinellen Milchentzug) zweimal täglich durchgeführt (zum Beispiel einmal pro Woche). Aus der händisch ermolkenen Milchmenge wird wiederum die Tages- bzw. Laktationsleistung errechnet (TOTUSEK et al., 1973, 154).

Im Folgenden werden Literatur-Ergebnisse der oben beschriebenen Systeme dargestellt:

TOTUSEK et al. (1973, 153ff) führten die Methode Wiegen-Saugen-Wiegen in Kombination mit händischem Milchentzug an verschiedenen Fleischrassen durch. Ab dem 10. Laktationstag kam an 6 Tagen pro Woche das System Wiegen-Saugen-Wiegen zur Anwendung, wobei die Kälber zweimal täglich bei ihrer Mutter trinken durften. Jeden 7. Tag wurde die Methode des Handmelkens angewandt. Dabei trank das Kalb an einer Seite des Euters und an der zweiten Euterhälfte wurde händisch gemolken (ebenfalls zweimal täglich). Die Milchmenge bei der Methode Wiegen-Saugen-Wiegen war immer höher als jene des Handmelkens (in 210 Tagen um 29 % höher). Die mittlere Milchleistung pro Tag beim System Wiegen-Saugen-Wiegen lag bei 5,85 kg, während die Milchmenge beim Handmelken einen durchschnittlichen Wert von 4,54 kg ergab. Beim Handmelken war der Höhepunkt der Milchleistung schon in der dritten Säugeweche erreicht, während beim Wiegen-Saugen-Wiegen der Milchleistungshöhepunkt erst viel später zu verzeichnen war (siehe Abbildung 4). Die Autoren stellten fest, dass das System Wiegen-Saugen-Wiegen besser geeignet ist, um die tatsächliche Milchmenge der Mutterkuh zu erfassen. Dies ist möglicherweise auf den größeren Oxytocin-Schub durch die Stimulation des Kalbes zurückzuführen. Es bestanden allerdings hohe Korrelationen zwischen dem Handmelken und Wiegen-Saugen-Wiegen, was anzeigt, dass auch das Handmelken eine gute Möglichkeit zur Bewertung der Milchmenge von Mutterkühen darstellt, obwohl es die Milchmenge unterbewertet, die das Kalb tatsächlich aufnimmt.

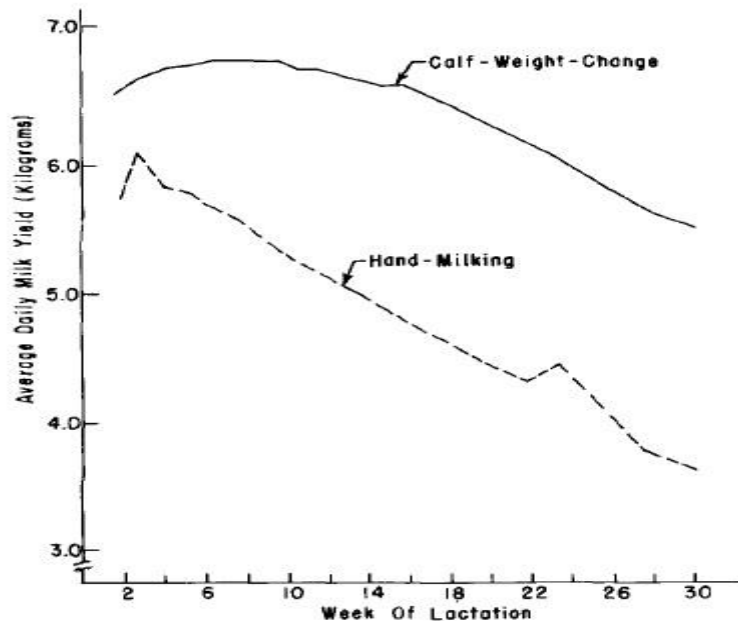


Abb. 4: Milchleistung von Mutterkühen bei Anwendung des Systems Wiegen-Saugen-Wiegen und Handmelken (aus: TOTUSEK et al. 1973, 155)

In einem Versuch von JENKINS und FERRELL (1992, 1653ff) wurden 9 Rassen hinsichtlich ihrer Milchleistung untersucht. Hierzu wurde die Methode Wiegen-Saugen-Wiegen 5 bis 7 Mal pro Laktation und Kuh angewendet. Bei Simmental-Kühen (internationale Bezeichnung für Fleckvieh) wurde die Milchleistungsspitze bei 9,6 Wochen und einer Milchleistung von 10,9 kg festgestellt. Die 210-Tage-Milchleistung lag bei 1.604 kg. Die Simmental-Kühe produzierten statistisch signifikant mehr Milch als die untersuchten englischen Rassen Hereford und Angus sowie die Fleischerassen Limousin und Charolais.

In einer Untersuchung von BEAL et al. (1990, 938f) wurde die Milchleistung von Tieren der Rasse Angus bzw. Angus x Holstein mittels der Methoden Wiegen-Saugen-Wiegen (4 Mal je Laktation) und maschinellen Milchentzug (3 Mal je Laktation) festgestellt. Hierbei erfolgte nach einer nächtlichen Trennung des Kalbes von der Kuh nur eine Wiegung bzw. Melkung. Die dabei durchschnittlich erhobene Milchleistung beim System Wiegen-Saugen-Wiegen lag bei 5,2 kg (Standardabweichung 0,5 kg) und die Milchleistung beim maschinellen Milchentzug lag bei 5,1 kg (Standardabweichung 0,2 kg). In diesem Versuch wurden auch die Inhaltsstoffe der ermolkenen Milch untersucht. Sie enthielt durchschnittlich 4,1 % Fett, 3,32 % Eiweiß und 4,7 % Laktose.

In einem Versuch von CLUTTER und NIELSEN (1987, 1313 und 1318) wurden Tiere mit verschiedenen Milchleistungspotenzialen mittels Wiegen-Saugen-Wiegen verglichen. Die Gruppe mit einem hohen Milchleistungspotenzial (Fleischrasse x Milchrasse) erreichte bei einer 205-Tage-Laktation eine Milchmenge von 1.718 kg, was einer täglichen Milchleistung von rund 8,4 kg entspricht (siehe Abbildung 5).

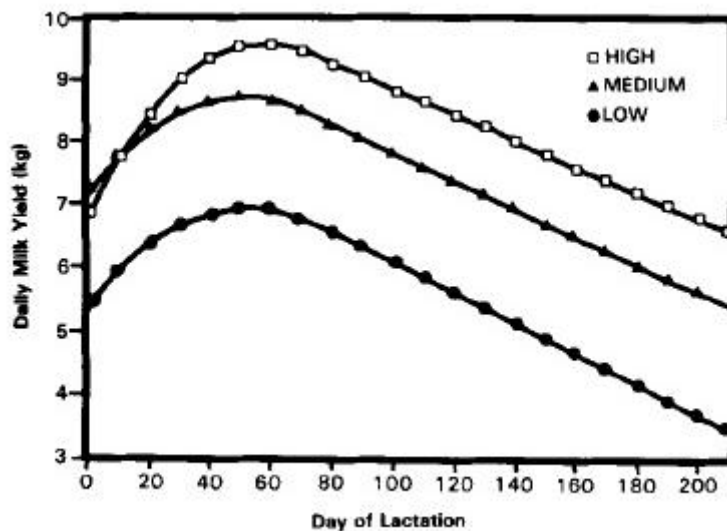


Abb. 5: Milchleistungskurven von Mutterkühen mit niedrigem, mittleren und hohem Milchleistungspotenzial (aus: CLUTTER und NIELSEN, 1987, 1318)

SIMPSON et al. (1995, 1552f) führten an Fleckviehmutterkühen eine Untersuchung zur Eutergesundheit durch, wobei die Tiere 6 Mal mittels vorheriger Oxytocingabe maschinell gemolken wurden und neben der Milchleistung auch die Fett- und Eiweiß-Prozente sowie die Zellzahl ermittelt wurden. Das Ergebnis ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Milchleistung, Fett- und Eiweißprozente sowie Zellzahl von Fleckviehmutterkühen (nach SIMPSON et al., 1995, 1554 und 1556).

Säugetag	Milchleistung	Fett	Eiweiß	Zellzahl
n	kg	%	%	*1000/ml
34	6,4	3,9 – 5,0	3,1 – 3,3	149
49	5,6	3,6 – 3,8	2,9 – 3,2	536
80	6,3	3,5 – 4,1	2,9 – 3,7	604
108	9,1	3,7 – 3,9	3,5 – 4,3	279
147	5,8	2,9 – 3,9	3,2 – 4,0	350
189	3,2	2,3 – 3,7	3,2 – 3,8	423

2.6 Blutparameter

Mittels Blutparametern lässt sich die Tiergesundheit abbilden. Im Folgenden werden die wichtigsten Blutparameter dargestellt und ihre Richtwerte angegeben.

2.6.1 Harnstoff

Der Gehalt an Harnstoff im Blut steht in engem Zusammenhang mit der Proteinversorgung. Ist im Blut ein hoher Wert nachzuweisen, deutet das auf einen Proteinüberschuss hin. Im Gegenzug darf Proteinmangel erst bei sehr niedrigen Harnstoffwerten (unter 2 mmol/l) angenommen werden. Niedrigere Harnstoffwerte sind ein Hinweis auf eine ausgewogene Energie/Proteinversorgung (LOTTHAMMER und WITTKOWSKI, 1994, 138; KRAFT und DÜRR, 2005, 210f). Als Richtwerte des Harnstoffgehaltes im Blut geben LOTTHAMMER und WITTKOWSKI (1994, 136) 2,5 – 6,0 mmol/l (15 – 35 mg/100 ml) an. KRAFT und DÜRR (2005, 210f) fassen den Referenzbereich mit 3,3 bis 5,0 mmol/l (20 – 30 mg/100 ml) etwas enger.

2.6.2 Creatinin

Die Creatinin-Gehalte im Blut sind nicht vom aufgenommenen Futter abhängig und können auch vom endogenen Proteinabbau nicht beeinflusst werden. Der Referenzbereich liegt zwischen 1 und 2 mg/100 ml (88 - 177 µmol/l) (KRAFT und DÜRR, 2005, 211f).

2.6.3 Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT)

Die GOT ist ein Enzym, das Leberschädigungen anzeigt. Leberschädigungen vor dem Abkalben stehen in Zusammenhang mit Störungen der Fruchtbarkeit und des Stoffwechsels in der nachfolgenden Laktation. Der Wert sollte vor dem Abkalben unter 35 IU/l, in der 1. bis 3. Laktationswoche unter 45 IU/l und ab der 4. Laktationswoche über 35 IU/l liegen (LOTTHAMMER und WITTKOWSKI, 1994, 99, 136 und 139). KRAFT und DÜRR (2005, 150) beschreiben einen Wert bis zu 80 IU/l als Referenzbereich.

2.6.4 γ -Glutamyl-Transferase (GGT)

Bei der GGT handelt es sich um ein Enzym, das verstärkt bei Leber- und Gallenkrankheiten auftritt und daher leberspezifisch ist. Der Normalbereich liegt beim Rind bei bis zu 50 IU/l (KRAFT und DÜRR, 2005, 156).

2.6.5 Gesamtbilirubin

Bilirubin ist ein Farbstoff und stammt zu einem großen Teil vom Abbau von Hämoglobin (KRAFT und DÜRR, 2005, 157).

Hohe Bilirubin-Werte sind ein Hinweis auf Leberschädigungen aufgrund von Energiemangel (subklinische Azetonämien = Ketose). Der Gehalt im Blut sollte vor dem Abkalben unter $4,5 \mu\text{mol/l}$ ($0,25 \text{ mg}/100 \text{ ml}$), in den ersten beiden Laktationswochen unter $7,0 \mu\text{mol/l}$ ($0,45 \text{ mg}/100 \text{ ml}$) und danach unter $5,0 \mu\text{mol/l}$ ($0,30 \text{ mg}/100 \text{ ml}$) liegen (GRUNERT und BERCHTOLD, 1999, 64f). KRAFT und DÜRR (2005, 159) hingegen nehmen für die erste Laktationswoche einen noch höheren Maximalwert von $8,5 \mu\text{mol/l}$ an. Anschließend sollte der Höchstwert unter $5,0 \mu\text{mol/l}$ liegen.

2.6.6 Calcium

Der Calcium-Stoffwechsel verläuft sehr rasch, weshalb die Calcium-Blutwerte keine gesicherte Aussage über eine ausreichende Ca-Versorgung des Tieres liefern können. Sind die Werte jedoch niedrig, könnte das ein Hinweis auf eine Pansenübersäuerung sein. Vor der Abkalbung sollte der Wert über $2,5 \text{ mmol/l}$ ($10,0 \text{ mg}/100 \text{ ml}$) und in der Laktation über $2,3 \text{ mmol/l}$ ($9,2 \text{ mg}/100 \text{ ml}$) liegen (LOTTHAMMER und WITTKOWSKI, 1994, 136f; GRUNERT und BERCHTOLD, 1999, 63f). KRAFT und DÜRR (2005, 267f) nehmen einen Referenzbereich von $2,3$ bis $2,8 \text{ mmol/l}$ an.

2.6.7 Phosphor

Die Phosphor-Werte sollten vor der Abkalbung in einem Bereich zwischen $1,6$ und $2,1 \text{ mmol/l}$ ($5,0 - 6,5 \text{ mg}/100 \text{ ml}$), während der 1. Laktationswoche zwischen $1,1$ und $1,7 \text{ mmol/l}$ ($3,4 - 5,3 \text{ mg}/100 \text{ ml}$) und ab der 2. Laktationswoche wieder zwischen $1,6$ und $2,1 \text{ mmol/l}$ liegen. Zu niedrige Werte können nicht nur allein durch Unterversorgung, sondern auch durch Stress entstehen (LOTTHAMMER und WITTKOWSKI, 1994, 136f). KRAFT und DÜRR (2005, 269) beschreiben ähnliche Werte: Rund um die Geburt ist der Gehalt erniedrigt (bis auf $1,25 \text{ mmol/l}$), während in der übrigen Zeit $1,6$ bis $2,3 \text{ mmol/l}$ als Normalbereich angesehen werden.

2.6.8 Magnesium

Das Metall Magnesium ist ein Enzymaktivator und spielt im ATP-Stoffwechsel eine wichtige Rolle. Ein zu hoher Magnesium-Wert kann beispielsweise zu Gebärpause (Milchfieber) führen, während ein zu niedriger Wert zum Beispiel Weidetetanie

(Krämpfe) auslösen kann. Der Normalbereich beim Rind liegt bei 1,9 bis 3,2 mg/100 ml (0,8 – 1,3 mmol/l) (KRAFT und DÜRR, 2005, 270f).

2.6.9 β -Hydroxy-Buttersäure (BHB)

BHB gehört so wie Azeton und Azetessigsäure zu den Ketonkörpern. Sie entstehen bei unvollständigem Abbau von Fettsäuren, wenn zu wenig Glukose vorhanden ist.

Werte ab 0,6 mmol/l sind als erhöht anzusehen und werden als Hyperketonämie bezeichnet. Als Ursachen gelten einerseits eine Energieunterversorgung der Tiere und andererseits eine erhöhte Mobilisation als Folge einer zu starken Verfettung der Tiere vor der Abkalbung (KRAFT und DÜRR, 2005, 308f).

2.6.10 Freie Fettsäuren (FFS)

Die Konzentration der freien Fettsäuren im Blut zeigt den Grad der Lipolyse an. Wenn am Anfang der Laktation viel Energie benötigt wird, wird Körperfett abgebaut und der Anteil der freien Fettsäuren im Blut steigt an. Ist der Wert hoch, zeigt das eine Energie- und Nährstoffunterversorgung an. Der Gehalt an freien Fettsäuren im Blut ist mit dem Gehalt an BHB im Blut positiv korreliert, da die FFS in der Leber zu Ketonkörpern abgebaut werden (WANNER, 1991, zit. nach FISCHER, 1996, 14f). STÖBER und GRÜNDER (1990, in ROSENBERGER, 216) geben einen Referenzwert von 0,1 bis 0,5 mmol/l an.

2.7 Zwischenkalbezeit, Besamung

Die Zwischenkalbezeit ist einer der wichtigsten Wirtschaftlichkeitsparameter. Jede Mutterkuh sollte pro Jahr ein gesundes Kalb zur Welt bringen, das heißt, im Idealfall eine Zwischenkalbezeit von 365 Tagen aufweisen. Dieses Ziel wird jedoch von vielen Mutterkuhbetrieben nicht erreicht. In den Arbeitskreisbetrieben in Österreich lag die durchschnittliche Zwischenkalbezeit 2009 bei 408 Tagen (BAUER und GRABNER, 2012, 10). 2012 konnte eine Zwischenkalbezeit von 390 Tagen in den Arbeitskreisbetrieben verzeichnet werden (HAGER, 2013).

Der Besamungsindex – also jener Wert, der anzeigt, wie viele Besamungen bis zu einer erfolgreichen Trächtigkeit notwendig sind – sollte auf Herdenniveau unter 2 liegen (BAUER und GRABNER, 2012, 49).

Um eine optimale Zwischenkalbezeit zu gewährleisten, ist ein gutes Besamungsmanagement wichtig. Der beste Zeitpunkt zum Decken der Mutterkuh ist

in der zweiten Brunst. Es besteht die Möglichkeit, einen Deckstier mit der Herde mitlaufen zu lassen oder die Kühe mittels Sprung aus der Hand bzw. mittels künstlicher Besamung zu decken. Bei einem Altstier kann die Mutterkuhherde zwischen 30 und 40 Kühe umfassen. Jungstieren sollte eine Herde mit etwa 10 Kühen zugeteilt werden, um eine Überforderung zu vermeiden und ein möglichst gutes Deckergebnis zu erreichen. Künstliche Besamung wird vorwiegend bei kleinen Herden eingesetzt. Ein Problem hierbei stellt das Erkennen der Brünstigkeit dar. Eine genaue Herdenbeobachtung ist daher unbedingt notwendig (BAUER und GRABNER, 2012, 23f). In einem Praxisversuch an der LFS Grabnerhof verringerte sich mit Deckstier die Zwischenkalbezeit von 407 auf 383 Tage (persönliche Mitteilung Häusler, 04.10.2013).

2.8 Lebendmasse, BCS

Zur Ermittlung der Körperkondition einer Kuh besteht einerseits die Möglichkeit, die Kuh regelmäßig zu wiegen und andererseits kann man eine Körperkonditionsbeurteilung (BCS) vorgenommen werden.

BCS steht für Body Condition Scoring. Hierbei wird mittels Adspektion und Palpation die Körperkondition des Tieres bestimmt. Es gibt verschiedene Skalen, wie etwa von 1 bis 5 (EDMONSON et al., 1989, 69), 1 bis 10 (RUTTER und RANDEL, 1984, 266) oder 0 bis 100 (PENNINGTON et al., 1986, 2927).

Bei einer verwendeten Skala von 1 bis 5 (1 bedeutet sehr abgemagert, 5 bedeutet sehr fett) sollte der BCS bei der Abkalbung zwischen 3,25 und 3,75 liegen. Bei Färsen sollte ein BCS von maximal 3,5 angestrebt werden, um mögliche Geburtsprobleme so gering wie möglich zu halten. In der Säugezeit verlieren die Tiere an Körpersubstanz. Der optimale Minimumwert in dieser Zeit liegt bei 3,00 bis 3,25, wobei er auf 2,75 absinken kann, wenn das Tier in gutem Allgemeinzustand ist. Ab ca. 5 Monate nach der Abkalbung ist ein erneuter Aufbau von Körpersubstanz anzustreben, damit genügend Reserven für die nächste Abkalbung und Säugezeit gebildet werden können. In der Trockenstehzeit ist eine Konstanthaltung der Körperkondition anzustreben (DLG, 2009, 11).

3 Tiere, Material und Methoden

Der vorliegende Versuch wurde am Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein in den Jahren 2004 bis 2008 durchgeführt und von den dortigen Mitarbeitern betreut. Der Versuchsaufbau sowie erste Ergebnisse, die mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft EXCEL berechnet wurden, wurden bereits publiziert (HÄUSLER et al., 2011, 25ff).

3.1 Versuchsplan

In den Versuch wurden 8 Mutterkühe der Rasse Fleckvieh mit einem Erstkalbealter von 772 bis 947 Tagen (25,4 bis 31,1 Monate) eingestellt. Die Jungtiere stammten aus der Milchviehherde des Instituts für Nutztierforschung am LFZ Raumberg-Gumpenstein (Herdendurchschnitt Fleckvieh 2004: 7380 kg Milch mit 4,23 % Fett und 3,36 % Eiweiß).

Um möglichen Schweregeburten vorzubeugen, wurden die Kalbinnen mit der Vaterrasse Limousin (Stier: Legionär) belegt. In den weiteren Laktationen erfolgte die Besamung mit Charolais-Stieren (Stiere: Ahn, Orion, Zeus).

Der vorliegende Versuch erstreckte sich über 3 vollständige Säuge- und Trockenstehperioden, um auch mögliche Langzeiteffekte auf die Tiergesundheit und Fruchtbarkeit beurteilen zu können. Bei 2 Kühen konnte auch noch eine vollständige 4. Laktation erfasst werden.

Wie in Tabelle 2 ersichtlich, wurden die Tiere in zwei Gruppen zu je 4 Tieren aufgeteilt. Berücksichtigt wurden das Erstkalbealter, der Abkalbetermin, die Lebendmasse und die Zuchtwerte.

Das Absetzen der Jungtiere erfolgte in Gruppe 1 nach durchschnittlich 180 und in Gruppe 2 im Schnitt nach 270 Säugetagen.

Die Versuchsgruppen wurden getrennt voneinander im Laufstall auf Tretmist gehalten. Es wurde kein Weidegang gewährt, da sonst die Erfassung der Futteraufnahme nicht möglich gewesen wäre.

Tab. 2: Einteilung der Mutterkühe (nach HÄUSLER et al., 2011, 26)

Gruppe	Abkalbealter	Abkalbetermin	Lebendmasse	Vorgeschätzter	GZW	Milchwert
1	Tage	Tage (2004)	kg	GZW	Mutter	Mutter
Juliane	947	234	627	109	109	109
Unita	811	275	538	95	96	107
Horende	879	264	621	96	94	88
Pandura	853	277	652	106	103	97
<i>Mittelwert</i>	873	263	610	102	101	100
Gruppe	Abkalbealter	Abkalbetermin	Lebendmasse	Vorgeschätzter	GZW	Milchwert
2	Tage	Tage (2004)	kg	GZW	Mutter	Mutter
Honey	883	244	665	102	106	100
Berti	884	283	685		103	107
Pauke	798	314	532		101	98
Lilo	772	250	616	100	95	95
<i>Mittelwert</i>	834	273	625	101	101	100

3.2 Datenerhebung

3.2.1 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Im vorliegenden Versuch wurde in der Säugeperiode durchschnittlich einmal wöchentlich die Milchleistung der Mutterkühe durch zweimal tägliche Melkung erfasst (System des maschinellen Milchentzuges, siehe Kapitel 2.5) und anschließend die Milchinhaltsstoffe analysiert. Zu diesem Zweck wurden die zu melkenden Kühe 24 Stunden von den Kälbern getrennt in Anbindehaltung gehalten. Das Abspänen erfolgte um 18.00 Uhr. Die erste Melkung wurde um 06.00 Uhr des folgenden Tages durchgeführt und die zweite Melkung um 18.00 Uhr. Gleich im Anschluss daran 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 Anrücken und Ansetzen des Melkzeuges offensichtlich kein ungestörter Milchfluss auftrat, erfolgte eine Oxytocin-Gabe. Diese war (wie in der Literatur beschrieben) in den meisten Fällen notwendig (ca. 75 % aller Melkungen, persönliche Mitteilung Häusler, 03.01.2013). Die Milchinhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff, Zellzahl) wurden bei jeder gewonnenen Milchprobe im LKV-Labor (St. Michael) festgestellt.

3.2.2 Rationsgestaltung und Futteraufnahme

Der Versuch sollte die Mutterkuhhaltung unter extensiven Fütterungsbedingungen widerspiegeln. Die Mutterkühe erhielten daher spät geerntetes Grünlandfutter (Mitte bis Ende der Blüte, Energiekonzentration 4,8 bis 5,2 MJ NEL) einer zweischnittig genutzten Dauergrünlandfläche (1. Aufwuchs Grassilage, 2. Aufwuchs Heu) zur freien Aufnahme. Eine zusätzliche Kraftfutterergänzung erfolgte nicht.

Die Ration setzte sich aus einem Grassilageanteil von ca. 60 % und einem Heuanteil von ca. 40 %, jeweils bezogen auf die Gesamttrockenmasseaufnahme, zusammen, wobei die Rationszusammensetzung jährlich an die Erntemenge der einzelnen Komponenten angepasst wurde.

Pro Fütterungszeit erfolgte eine Mineralstoffzufuhr von 30 g Rimin-Phos (60 g/Tag) und 20 g Viehsalz (40 g/Tag).

Grassilage und Heu wurden getrennt verabreicht und jede Mahlzeit frisch eingewogen. Die Mineralstoffe wurden auf die Grassilage appliziert. Nach jedem Futtergang erfolgte die Rückwaage der nicht verzehrten Futtermittel.

Die Futtervorlage erfolgte ad libitum, wobei darauf geachtet wurde, dass zumindest 5 % Futterreste (als Basis diente die Trockenmasse vom Gesamtfutter) im Trog zurückblieben.

Erhebung der Futtermittelaufnahme:

Die Futtermittelaufnahme der Kühe und Jungrinder wurde täglich tierindividuell mittels Calan-System erhoben. Beim Calan-System sind die Fressplätze mit Klappen versperrt und pro Fressplatz bekommt nur jeweils eine Kuh Zutritt. Dies wird durch einen Sensor, der am Halsband der Kuh befestigt ist, ermöglicht.

3.2.3 Lebendmasse und Körperkonditionsbeurteilung

Die Erfassung der Lebendmasse der Tiere erfolgte einmal wöchentlich durch Wiegung. Zusätzlich 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, 69) beschrieben, beurteilt. Bei der weiteren Bearbeitung der Daten wurden die Werte an jenen Tagen, an denen mehrere Bewerter tätig waren, gemittelt.

Zur Veranschaulichung der Lebendmasse und des BCS der Mutterkühe während und nach der Laktation wurden verschiedene wichtige Abschnitte herangezogen. Für den Wert unmittelbar nach der Abkalbung wurde die Lebendmasse der Kühe in der ersten Woche post partum und der BCS innerhalb der ersten 2 Wochen post partum verwendet. Zusätzlich wurden die Lebendmasse und der BCS der Kühe am tiefsten Punkt während der Laktation (Nadir) sowie die Werte beim Absetzen herangezogen. Daraus wurde die Lebendmasseabnahme und BCS-Abnahme zwischen Abkalbung und tiefstem Punkt sowie zwischen Abkalbung und Absetzen ermittelt. Weiters wurde die Dauer von der Abkalbung bis zum tiefsten Punkt der Laktation ermittelt.

3.2.4 Nährstoffanalyse der Futtermittel

Die Nährstoffgehalte der Grassilagen sowie des Heus 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 bestimmt. Der Trockenmassegehalt der Einwaage des Heus wurde 7-tägig bestimmt.

Die Berechnung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie (ME) bzw. an Netto-Energielaktation (NEL) des Grundfutters erfolgte nach den Formeln der GfE (2008,

194) auf der Grundlage des Gehaltes an Rohnährstoffen sowie der Enzymlöslichkeit (ELOS) nach der Cellulase-Methode (VDLUFA, 1976, Kap. 6.6.1, 3ff).

3.2.5 Nährstoffbedarf und Bilanz

Der Nährstoffbedarf einer Kuh setzt sich aus dem Erhaltungsbedarf und dem Leistungsbedarf zusammen.

Der Erhaltungsbedarf bezieht sich auf die metabolische Lebendmasse und wurde entsprechend der GfE (2001, 20f) berechnet:

$$\text{Erhaltungsbedarf (MJ NEL/Tag)} = \\ 0,293 \text{ MJ} * \text{LM}^{0,75}$$

Zur Berechnung des Leistungsbedarfs für die Milchproduktion wurde folgende Formel verwendet:

$$\text{Leistungsbedarf (MJ NEL/Tag)} = \\ (0,95 + 0,37 * \% \text{ Fett} + 0,21 * \% \text{ Eiweiß}) * \text{Milch (kg/Tag)}$$

Kühe mobilisieren insbesondere zu Laktationsbeginn Energie aus den Körperreserven und nehmen zu Laktationsende wieder zu. Die Lebendmasseveränderung wurde im Leistungsbedarf allerdings nicht berücksichtigt.

In der letzten Phase der Trächtigkeit besteht ein zusätzlicher Energiebedarf: In den letzten 6 bis 4 Wochen vor dem Abkalbetermin sollten zusätzlich zum Erhaltungsbedarf etwa 13 MJ NEL/Tag verabreicht werden. Ab der 3. Woche vor dem Abkalben sollte die zusätzliche Futtermenge 18 MJ NEL/Tag betragen (GfE, 2001, 23). Dieser zusätzliche Energiebedarf für die Trächtigkeit wurde in den Berechnungen berücksichtigt.

Der Gesamtbedarf (MJ NEL/Tag) setzt sich dementsprechend aus dem Erhaltungsbedarf, dem erhöhten Bedarf am Ende der Trächtigkeit und dem Leistungsbedarf für die Milchproduktion zusammen.

Die MJ NEL-Bilanz je Tier und Tag errechnet sich aus der Differenz von Energieaufnahme zu Gesamtbedarf:

$$\text{MJ NEL-Bilanz} = \\ \text{Energieaufnahme (MJ NEL)} - \text{Gesamtbedarf (MJ NEL)}$$

3.2.6 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 Blutproben wurden im Bio-Institut von Ing. Gallnböck bzw. Dr. L. Podstatzky an der Außenstelle in Wels-Thalheim untersucht.

3.2.7 Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter

Alle Behandlungen der Kühe im Versuchszeitraum, die Anzahl und der Zeitpunkt der Besamungen sowie Zeitpunkt und Verlauf der Abkalbung wurden dokumentiert.

3.3 Statistische Datenauswertung

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. Mittelwertsvergleiche 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.

Das Modell 1 für die Berechnung der Milchleistungskurven nach WOOD (1967, 164f) sowie zur Berechnung der Kurven für ECM, Fett, Eiweiß und Laktose lautete:

$$\text{Modell 1: } y_t = a * t^b * e^{-c*t}$$

y_t = Beobachtungswert der abhängigen Variablen (kg Milch, kg ECM, % Fett, % Eiweiß, % Laktose)

a = Anfangswert für die durchschnittliche tägliche Leistung in der Anfangsphase der Laktation

b = Faktor für den Leistungsanstieg

c = Abnahmefaktor

t = Laktationswoche

Das Modell 2 wurde zum Vergleich der Milchleistung, der ECM-Leistung, der Milchinhaltstoffe und der Zellzahl, der Futter- und Nährstoffaufnahme sowie des Energiebedarfes und der Energiebilanz, der Lebendmasse, der Zwischenkalbezeit und des Besamungsindex verwendet (Prozedur MIXED):

$$\text{Modell 2: } Y_{ijkl} = \mu + G_i + LAK_j + G_i * LAK_j + K_k(G_i) + e_{ijkl}$$

- Y_{ijkl} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
 μ = gemeinsame Konstante für alle Y_{ijkl}
 G_i = fixer Effekt der Gruppe i mit $i = 1$ und 2
 LAK_j = fixer Effekt der Laktationszahl j mit $j = 1, 2, 3+$
 $G_i * LAK_j$ = Wechselwirkung zwischen Gruppe i und Laktationszahl j
 $K_k(G_i)$ = zufälliger Effekt der Kuh k innerhalb der Gruppe i
 e_{ijkl} = Restkomponente von Y_{ijkl}

Das Modell 3 wurde zur statistischen Auswertung des Kalbeverlaufes und des BCS herangezogen, da hier klassierte Daten vorlagen (Prozedur GLIMMIX):

$$\text{Modell 3: } Y_{ijkl} = \mu + G_i + LAK_j + G_i * LAK_j + K_k(G_i) + e_{ijkl}$$

- Y_{ijkl} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
 μ = gemeinsame Konstante für alle Y_{ijkl}
 G_i = fixer Effekt der Gruppe i mit $i = 1$ und 2
 LAK_j = fixer Effekt der Laktationszahl j mit $j = 1, 2, 3+$
 $G_i * LAK_j$ = Wechselwirkung zwischen Gruppe i und Laktationszahl j
 $K_k(G_i)$ = zufälliger Effekt der Kuh k innerhalb der Gruppe i
 e_{ijkl} = Restkomponente von Y_{ijkl}

Zum Vergleich der gemessenen Blutwerte der Mutterkühe wurde zur statistischen Auswertung das Modell 4 mittels Prozedur MIXED zur Anwendung gebracht:

$$\text{Modell 4: } Y_{ijklm} = \mu + G_i + LAK_j + G_i * LAK_j + T_l + K_k(G_i) + e_{ijklm}$$

- Y_{ijklm} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
 μ = gemeinsame Konstante für alle Y_{ijklm}
 G_i = fixer Effekt der Gruppe i mit $i = 1$ und 2
 LAK_j = fixer Effekt der Laktationszahl j mit $j = 1, 2, 3+$
 $G_i * LAK_j$ = Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktation
 T_l = Termin der Blutabnahme mit $l = 1$ bis 10
 $K_k(G_i)$ = zufälliger Effekt der Kuh k innerhalb der Gruppe i
 e_{ijklm} = Restkomponente von Y_{ijklm}

4 Ergebnisse

4.1 Futter- und Nährstoffaufnahme, Energiebilanz

In Tabelle 3 sind die Analysenergebnisse der im Versuch eingesetzten Grundfuttermittel zusammengefasst.

Die Grassilage wies im Durchschnitt eine Energiekonzentration von 5,13 MJ NEL pro kg Trockenmasse mit einem Rohproteingehalt von 120 g und einem Rohfasergehalt von 317 g auf.

Beim Heu wurde eine durchschnittliche Energiekonzentration von 5,20 MJ NEL pro kg Trockenmasse festgestellt. Die Gehalte an Rohprotein und Rohfaser lagen bei 131 bzw. 288 g.

Tab. 3: Analysenergebnisse der im Versuch eingesetzten Grundfuttermittel

	Einheit	Grassilage	Heu
Rohprotein (XP)	g/kg TM	120	131
Rohfett (XL)	g/kg TM	28	20
Rohfaser (XF)	g/kg TM	317	288
Stickstofffreie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	458	489
Rohasche (XA)	g/kg TM	77	73
Organische Masse (OM)	g/kg TM	923	928
Kohlenhydrate (CHO)	g/kg TM	775	776
Neutral-Detergenz- Faser (NDF)	g/kg TM	568	548
Säure-Detergenz-Faser (ADF)	g/kg TM	359	320
Säure-Detergenz-Lignin (ADL)	g/kg TM	40	37
Hemicellulose (HEM)	g/kg TM	209	227
Cellulose (CEL)	g/kg TM	319	283
Nicht-Faser-Kohlenhydrate (NFC)	g/kg TM	206	228
nutzbares Rohprotein (nXP)	g/kg TM	115	122
ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	g/kg TM	1	2
Energiekonzentration	MJ ME/kg TM	8,86	8,95
Energiekonzentration	MJ NEL/kg TM	5,13	5,20
Calcium	g/kg TM	7	7
Phosphor	g/kg TM	3	3
Magnesium	g/kg TM	3	4

Kalium	g/kg TM	18	14
Natrium	g/kg TM	0,4	0,3
Mangan	mg/kg TM	114	158
Zink	mg/kg TM	30	34
Kupfer	mg/kg TM	10	10

4.1.1 Futteraufnahme

Tabelle 4 stellt die Auswertung der Futteraufnahme aller Tiere im Versuch dar. Die Gesamtfutteraufnahme 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 3. Abkalbung nicht mehr alle Daten bis zur Geburt des nächsten Kalbes aufgezeichnet wurden, weil manche Tiere vorher aus dem Versuch ausschieden.

Die tägliche Futteraufnahme war 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 Futteraufnahmen pro Jahr von 4858 kg (Gruppe 1) und 4919 kg (Gruppe 2) bzw. 4898 kg (1. Laktation) und 4879 kg (2. Laktation). Sowohl bei der Tages- als auch der Jahresfutteraufnahme konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen bzw. Laktationen festgestellt werden.

Die Gesamtfutteraufnahme pro Zwischenkalbezeit betrug in Gruppe 1 5097 kg und in Gruppe 2 6061 kg Trockenmasse. Zwischen 1. und 2. Abkalbung wurden durchschnittlich 4996 kg gefressen, während es im Zeitraum zwischen 2. und 3. Abkalbung 6162 kg waren. Betrachtet man die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktation, ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Untergruppen. Es zeigte sich, dass Gruppe 2 zwischen 2. und 3. Abkalbung eine signifikant höhere Futteraufnahme aufwies als zwischen 1. und 2. Abkalbung und damit auch über der Gruppe 1 lag.

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. Die Futteraufnahme in der Säugezeit lag in Gruppe 1 bei 2398 kg, während sie in Gruppe 2 3783 kg betrug. Täglich wurden 13,7 bzw. 14,4 kg Trockenmasse aufgenommen. Die unterschiedliche Laktationszahl brachte einen

signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme. So nahmen die Tiere in der 3. bzw. 4. Laktation mit 3260 kg Trockenmasse signifikant mehr Futter auf als in der 1. (2975 kg TM) und 2. Laktation (3036 kg TM). 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 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 2020 kg pro Trockenstehperiode auf, während sie nach der 2. Laktation 3126 kg aufnahmen. In der Trockenstehzeit konnte eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl festgestellt werden. Die Futteraufnahme nach der 2. Laktation der Gruppe 2 war mit 3553 kg deutlich höher als nach der 1. Laktation mit 1268 kg und sie lag auch über den Werten der Gruppe 1 (2772 bzw. 2699 kg TM).

Die Abbildungen 6 und 7 zeigen die durchschnittliche Grundfutteraufnahme 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. Die Tiere der Gruppe 1 fraßen nach dem Absetzen der Kälber deutlich weniger als jene der Gruppe 2, holten das aber nach dem Absetzen der Gruppe 2 wieder auf, sodass in Summe eine ähnlich hohe Futteraufnahme erreicht wurde. Im Bereich zwischen 2. und 3. Abkalbung konnte allerdings beobachtet werden, dass Gruppe 1 nach dem Absetzen in der Futteraufnahme deutlich unter jener der Gruppe 2 lag und das auch nach dem Absetzen der Gruppe 2.

Tab. 4: Futteraufnahme aller Tiere

	Gruppe		Laktation			Gruppe x Laktation						s _e	p-Werte		
	1	2	1	2	3+4	Gruppe 1			Gruppe 2				GR	LAK	GRxLAK
						Lak 1	Lak 2	Lak 3+	Lak 1	Lak 2	Lak 3				
Zwischenkalbezeit															
Heu kg TM/Tag	5,93	5,93	4,91	6,95	-	4,94	6,93	-	4,88	6,98	-	0,19	0,954	<0,001	0,576
GS kg TM/Tag	7,38	7,56	8,52	6,42	-	8,41	6,35	-	8,64	6,49	-	0,38	0,399	<0,001	0,830
kg TM/ZKZ	5097	6061	4996	6162	-	5086 ^{ab}	5109 ^{ab}	-	4905 ^a	7216 ^b	-	599	0,129	0,008	0,009
kg TM/Jahr	4858	4919	4898	4879	-	4872	4844	-	4924	4915	-	189	0,644	0,849	0,924
kg TM/Tag	13,3	13,5	13,4	13,4	-	13,4	13,3	-	13,5	13,5	-	0,5	0,644	0,849	0,924
Säugezeit															
kg/Laktation	2398	3783	2975 ^a	3036 ^{ab}	3260 ^b	2314	2410	2470	3637	3663	4049	197	<0,001	0,038	0,279
kg/Tag	13,7	14,4	13,5 ^a	13,8 ^a	14,9 ^b	13,2	13,6	14,2	13,8	13,9	15,5	0,7	0,136	0,006	0,326
Trockenstehzeit															
kg/Periode	2736	2411	2020	3126	-	2772 ^{ab}	2699 ^{ab}	-	1268 ^a	3553 ^b	-	595	0,525	0,010	0,007
kg/Tag	13,3	12,9	13,1	13,0	-	13,5	13,0	-	12,7	13,1	-	0,7	0,314	0,825	0,215

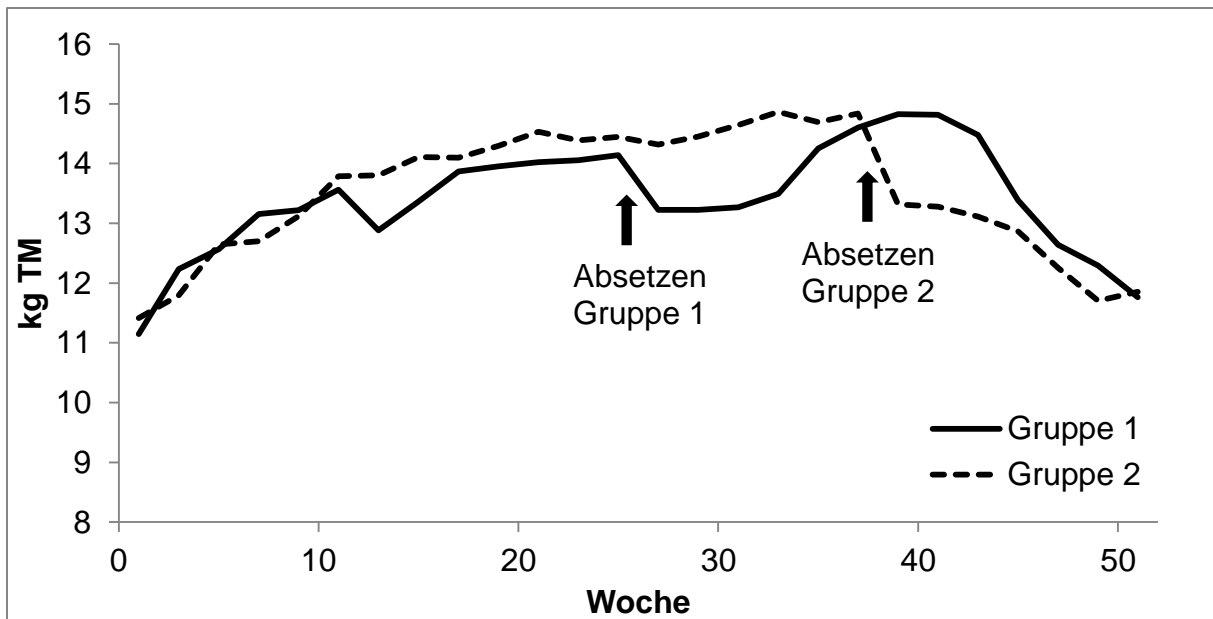


Abb. 6: Durchschnittliche Grundfutteraufnahme in kg TM zwischen erster und zweiter Abkalbung

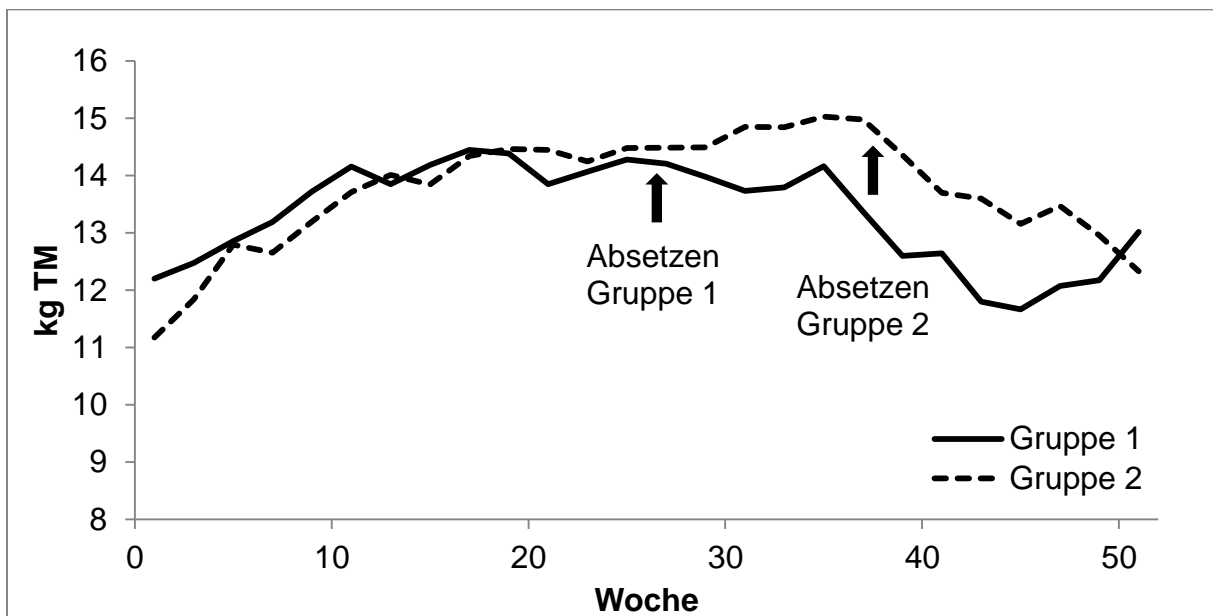


Abb. 7: Durchschnittliche Grundfutteraufnahme in kg TM zwischen zweiter und dritter Abkalbung

4.1.2 Nährstoffaufnahme

In Tabelle 5 sind die durchschnittlichen täglichen Nährstoffaufnahmen für die gesamte Laktation (Gesamtnährstoffaufnahme), für die gesamte Säugezeit sowie für die ersten 26 Wochen der Säugezeit und die Trockenstehzeit dargestellt.

Die Gesamtnährstoffaufnahme wurde für die 1. und 2. Laktation bzw. die 1. und 2. Trockenstehzeit berechnet. Hinsichtlich der Gruppen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Aufnahme von Rohprotein, nutzbarem Rohprotein sowie der

RNB und der Energieaufnahme. Bei der Rohproteinaufnahme und bei der RNB konnte allerdings ein signifikanter Laktationseinfluss festgestellt werden. So nahmen die Tiere im Zeitraum zwischen 1. und 2. Abkalbung täglich mehr Rohprotein auf als zwischen 2. und 3. Abkalbung und in Folge war die RNB zwischen 2. und 3. Abkalbung deutlich niedriger als zwischen 1. und 2. Abkalbung.

Von der Nährstoffaufnahme in der Säugezeit konnten auch die Daten der 3. und 4. Laktation in die Berechnung mit aufgenommen werden, da sie vollständig für die gesamte Säugeperiode vorlagen. Auch hier konnten keine Gruppenunterschiede, aber ein deutlicher Einfluss der Laktationszahl festgestellt werden. Die Rohproteinaufnahme unterschied sich in der 1. (1801 g) und 2. Laktation (1671 g) signifikant voneinander. Die Aufnahme an nutzbarem Rohprotein war in der 3. und 4. Laktation (1690 g) signifikant höher als in der 2. Laktation (1591 g). Mit zunehmender Laktationszahl sank die RNB von 29 g/Tag auf 1 g/Tag signifikant ab und die tägliche Energieaufnahme war mit 74,8 MJ NEL in der 3. und 4. Laktation signifikant höher als in den ersten 2 Laktationen.

Zur Überprüfung, ob sich die Gruppen in den ersten 26 Wochen der Säugezeit unterschieden (also jener Zeitspanne, in der beide Gruppen säugten), wurde eine eigene Berechnung durchgeführt. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, jedoch wiederum ein signifikanter Laktationseinfluss. Die Ergebnisse sind jenen aus der Gesamt-Säugephase sehr ähnlich. Beim Rohprotein konnten allerdings, obwohl ein signifikanter Unterschied bestand, beim paarweisen Gruppenvergleich keine Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 5: Nährstoffaufnahme

Gesamt	Gruppe		Laktation			Gruppe x Laktation						S _e	p-Werte		
	1	2	1	2	3+4	Gruppe 1			Gruppe 2				GR	LAK	GRxLAK
						Lak 1	Lak 2	Lak 3+4	Lak 1	Lak 2	Lak 3				
XP (g)	1680	1694	1794	1580	-	1781	1580	-	1807	1581	-	68	0,737	0,001	0,740
nXP (g)	1567	1590	1598	1560	-	1590	1544	-	1606	1575	-	63	0,596	0,308	0,837
RNB (g)	18	17	31	3	-	31	6	-	32	1	-	3	0,446	<0,001	0,103
MJ NEL	68,2	69,4	69,0	68,7	-	68,7	67,8	-	69,3	69,6	-	3,2	0,544	0,844	0,721
Säugezeit, gesamt															
XP (g)	1687	1759	1801 ^b	1671 ^a	1697 ^{ab}	1743	1662	1656	1858	1680	1738	76	0,259	0,015	0,463
nXP (g)	1607	1658	1617 ^{ab}	1591 ^a	1690 ^b	1584	1574	1663	1650	1608	1716	55	0,397	0,027	0,846
RNB (g)	13	16	29 ^c	13 ^b	1 ^a	25	14	-1	33	12	3	7	0,372	<0,001	0,406
MJ NEL	70,4	72,3	70,1 ^a	69,2 ^a	74,8 ^b	68,9	68,4	73,8	71,3	70,0	75,7	2,4	0,458	0,006	0,960
Säugezeit, 26 Wochen															
XP (g)	1705	1686	1770	1654	1663	1752	1662	1702	1788	1645	1624	88	0,743	0,043	0,516
nXP (g)	1616	1615	1602 ^{ab}	1567 ^a	1678 ^b	1589	1577	1683	1615	1557	1673	55	0,984	0,012	0,696
RNB (g)	14	11	27 ^c	14 ^b	-2 ^a	26	14	3	28	14	-8	8	0,431	<0,001	0,358
MJ NEL	70,7	70,8	69,6 ^a	68,1 ^a	74,5 ^b	69,1	68,5	74,4	70,1	67,7	74,7	2,4	0,948	0,002	0,736
Trockenstehzeit															
XP (g)	1665	1582	1749	1498	-	1820	1510	-	1678	1485	-	95	0,130	0,002	0,269
nXP (g)	1559	1521	1546	1534	-	1597	1521	-	1495	1546	-	86	0,406	0,778	0,187
RNB (g)	17	10	32	-6	-	36	-2	-	29	-10	-	3	0,022	<0,001	0,577
MJ NEL	67,9	66,9	66,5	68,3	-	68,6	67,3	-	64,4	69,3	-	3,8	0,601	0,384	0,159

Die Nährstoffaufnahme in der Trockenstehzeit wurde ebenso wie die Gesamtnährstoffaufnahme für die 1. und 2. Trockenstehzeit berechnet. Ein Gruppenunterschied ergab sich im Merkmal RNB. Gruppe 1 wies demnach eine höhere RNB auf als Gruppe 2. Ein 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 (RNB: 32 g/Tag) in der 1. Trockenstehzeit und einem N-Mangel (-6 g/Tag) im Pansen in der 2. Trockenstehzeit führte.

4.1.3 Energiebedarfsdeckung

Erhaltungsbedarf und Leistungsbedarf der Mutterkühe sind ebenso wie der Gesamtbedarf und die Energiebilanz (getrennt nach Säugeperiode und Trockenstehperiode sowie für die gesamte Zwischenkalbezeit) in Tabelle 6 dargestellt.

Beim Erhaltungsbedarf konnte kein signifikanter Gruppeneinfluss festgestellt werden. Die Anzahl der Laktationen wirkte sich aber signifikant auf den Erhaltungsbedarf aus. Je höher die Laktationszahl, desto höher war der Erhaltungsbedarf der Tiere. Er stieg von 35,0 MJ NEL in der 1. Laktation auf 38,8 MJ NEL ab der 3. Laktation.

Beim Leistungsbedarf in der Säugezeit wurde ebenfalls kein Gruppeneinfluss festgestellt. 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 1. Laktation der Gruppe 1 war der Leistungsbedarf mit 32,8 MJ NEL sowohl signifikant niedriger als in den weiteren Laktationen der Gruppe 1 (36,1 bzw. 40,8 MJ NEL) und auch signifikant niedriger als in der 1. Laktation der Gruppe 2 (36,3 MJ NEL).

In der Säugezeit zeigte sich bei ähnlichem Energiebedarf ein Unterschied in der Energiebilanz zwischen den beiden Gruppen. 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. So war der Gesamtbedarf der Gruppe 1 in der 1. Laktation mit 66,8 MJ NEL signifikant niedriger als in den weiteren Laktationen. Die Energiebilanz hingegen war in der 1. Laktation der Gruppe 1 (2,7 MJ NEL) signifikant höher als in

der 2. Laktation und den folgenden Laktationen (-3,9 und -4,0 MJ NEL). Sie unterschied sich allerdings nicht signifikant von der Energiebilanz der Gruppe 2.

Der Gesamtbedarf und die Energiebilanz in der Trockenstehzeit wurden für die 1. und 2. Trockenstehzeit berechnet, da bei der 3. Trockenstehzeit in den meisten Fällen keine vollständigen Daten bis zum erneuten Abkalben vorlagen. Beim Gesamtbedarf konnte weder ein Gruppen- noch ein Laktationseinfluss festgestellt werden. Bei der Energiebilanz wurde ebenfalls weder ein Gruppen- noch ein Laktationseinfluss, allerdings eine signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl festgestellt. Gruppe 2 wies demnach nach der 1. Laktation mit 20,6 MJ NEL eine signifikant niedrigere Energiebilanz auf als nach der 2. Laktation mit 27,3 MJ NEL.

Hinsichtlich des Gesamtbedarfs und der Energiebilanz in der gesamten Zwischenkalbezeit konnten statistisch signifikante Einflüsse von Gruppe bzw. Laktationszahl und eine statistisch signifikante Wechselwirkung festgestellt werden. So zeigte sich, dass der Gesamtbedarf in Gruppe 2 zwischen 1. und 2. Abkalbung mit einem Wert von 62,1 MJ NEL statistisch signifikant höher war als zwischen 2. und 3. Abkalbung (52,4 MJ NEL) sowie im Vergleich zu Gruppe 1 (51,4 bzw. 53,5 MJ NEL). Umgekehrt ergab sich daraus zwischen 1. und 2. Abkalbung mit einem Wert von 6,9 MJ NEL eine signifikant niedrigere Energiebilanz als nach der 2. Abkalbung (17,4 MJ NEL) sowie im Vergleich zu Gruppe 1 (17,1 bzw. 14,0 MJ NEL).

Zur besseren Veranschaulichung der Energiebilanz wurde in den Abbildungen 8 bis 11 die Energieaufnahme dem Energiebedarf gegenübergestellt. Aus allen 4 Abbildungen ist ersichtlich, dass der Energiebedarf am Beginn der Laktation über der Energieaufnahme lag. Spätestens ab der 10. Woche stieg sie allerdings über den Bedarf und die Tiere konnten ihre Reserven wieder auffüllen. Nach dem Absetzen konnte eine starke Überversorgung festgestellt werden.

Tab. 6: Erhaltungsbedarf, Leistungsbedarf, Gesamtbedarf, Energiebilanz (MJ NEL/Tag)

Bedarf für	Gruppe		Laktation			Gruppe x Laktation						S _e	p-Werte		
	1	2	1	2	3+4	Gruppe 1			Gruppe 2				GR	LAK	GRxLAK
						Lak 1	Lak 2	Lak 3+4	Lak 1	Lak 2	Lak 3				
Erhaltung	37,9	36,3	35,0 ^a	37,5 ^b	38,8 ^c	35,8	38,4	39,5	34,2	36,6	38,2	3,0	0,387	<0,001	0,573
Leistung	36,6	35,0	34,6 ^a	35,3 ^a	37,5 ^b	32,8 ^a	36,1 ^{bc}	40,8 ^c	36,3 ^{bc}	34,4 ^{abc}	34,3 ^{ab}	6,5	0,622	0,008	<0,001
Gesamtbedarf und Energiebilanz in der Säugezeit															
Gesamtbedarf	72,4	69,2	68,5 ^a	69,5 ^a	74,4 ^b	66,8 ^a	72,0 ^{bc}	78,5 ^c	70,3 ^{ab}	67,0 ^a	70,3 ^{abc}	7,6	0,448	<0,001	<0,001
Energiebilanz	-1,7	3,8	1,7	-0,1	1,5	2,7 ^c	-3,9 ^{ab}	-4,0 ^a	0,7 ^{abc}	3,6 ^c	7,0 ^c	10,7	0,061	0,292	<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	-	8,2	0,572	0,727	0,217
Energiebilanz	25,5	24,0	23,5	26,0	-	26,3 ^{ab}	24,7 ^{ab}	-	20,6 ^a	27,3 ^b	-	12,4	0,345	0,067	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}	-	15,0	0,031	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	-	16,4	0,033	0,003	<0,001

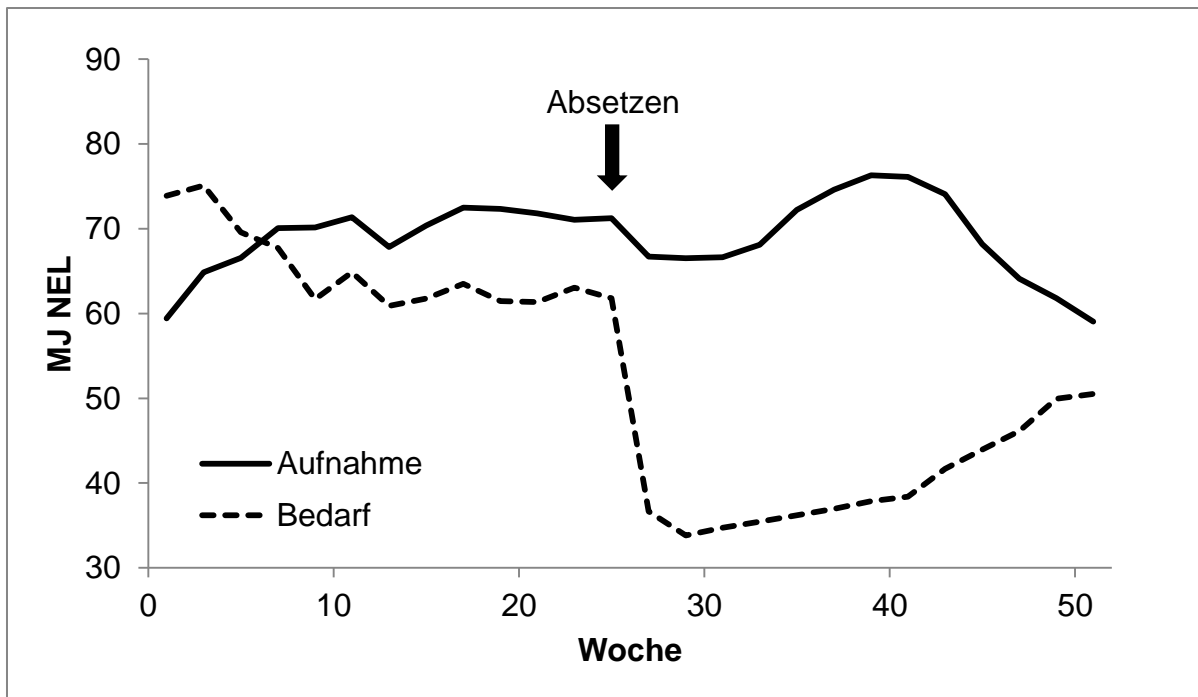


Abb. 8: Energieaufnahme und -bedarf der Gruppe 1 in MJ NEL zwischen erster und zweiter Abkalbung

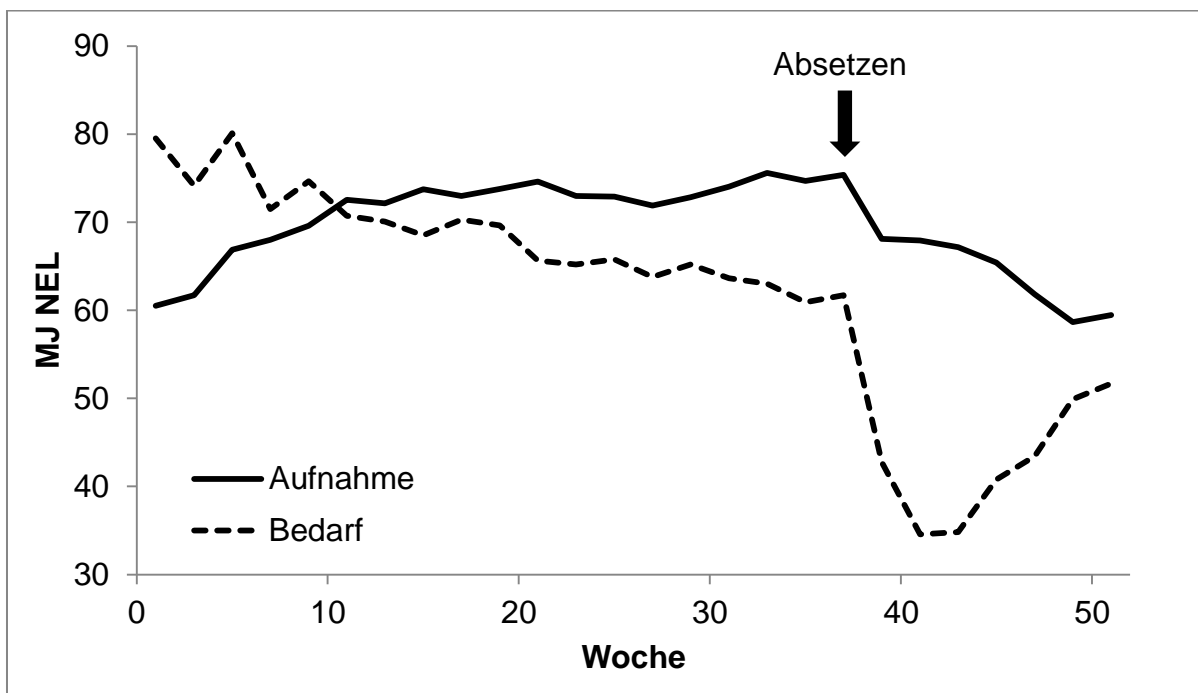


Abb. 9: Energieaufnahme und -bedarf der Gruppe 2 in MJ NEL zwischen erster und zweiter Abkalbung

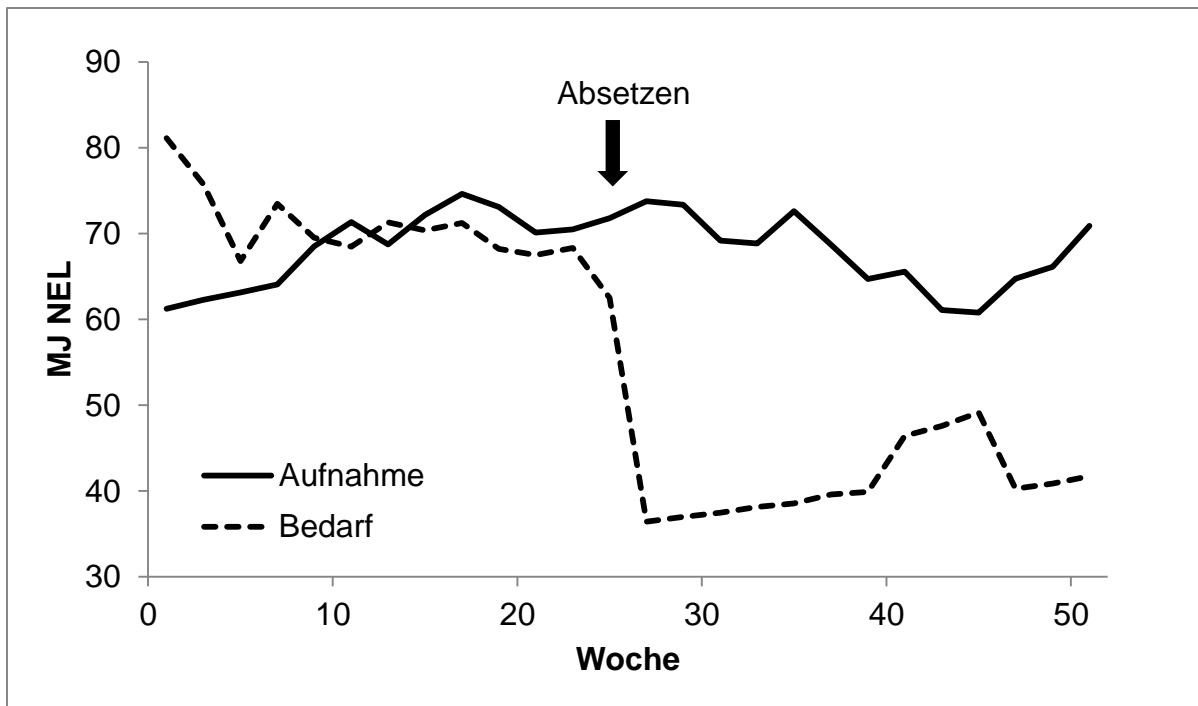


Abb. 10: Energieaufnahme und -bedarf der Gruppe 1 in MJ NEL zwischen zweiter und dritter Abkalbung

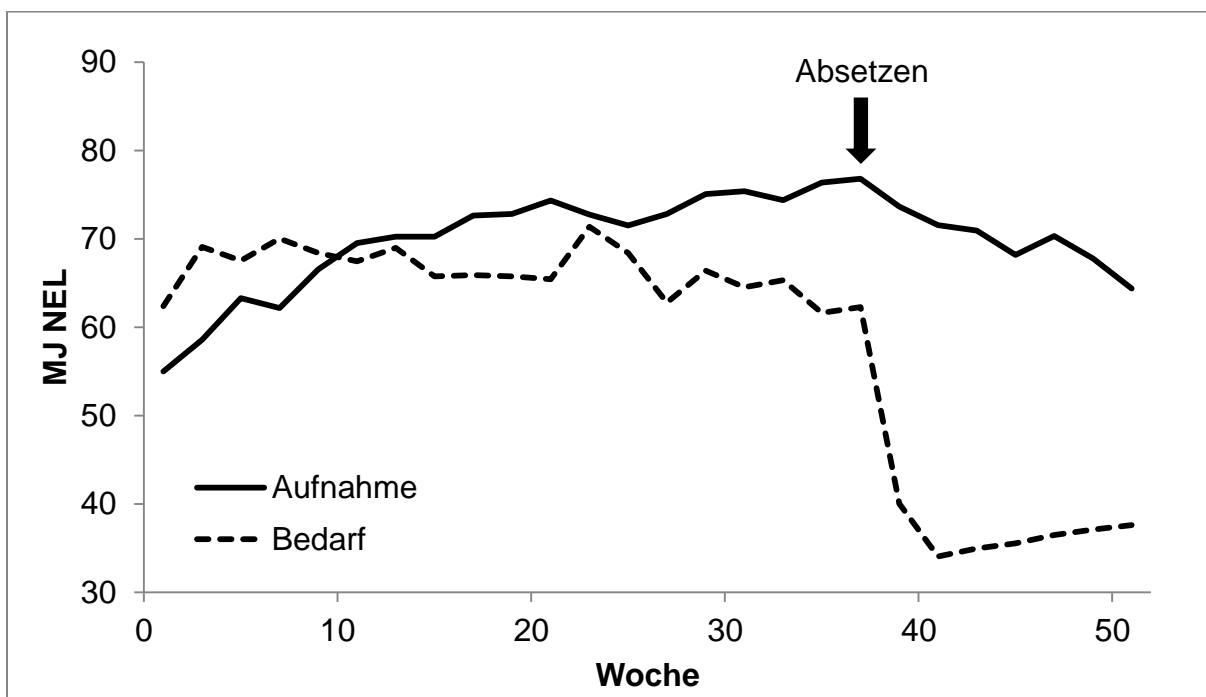


Abb. 11: Energieaufnahme und -bedarf der Gruppe 2 in MJ NEL zwischen zweiter und dritter Abkalbung

4.2 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

In Tabelle 7 sind die mittels deskriptiver Statistik ermittelten Ergebnisse für die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe des gesamten Datensatzes angeführt. Die durchschnittliche Milchleistung lag im Versuch bei 12,4 kg Milch bzw. 11,1 kg ECM. Die Milch wies einen Gehalt von 3,34 % Fett, 3,03 % Eiweiß und 4,84 % Laktose auf. Der Harnstoffgehalt in der Milch lag im Mittel bei 25 mg/100 ml.

Tab. 7: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe, gesamter Datensatz

Merkmal	Einheit	Anzahl Werte	Mittelwert	s	min	max
Milch	kg	545	12,4	2,3	4,4	21,4
ECM	kg	541	11,1	2,6	4,2	23,8
Fett	%	541	3,34	0,73	1,36	6,61
Eiweiß	%	544	3,03	0,23	2,52	4,13
Laktose	%	544	4,84	0,16	4,02	5,24
Harnstoff	mg/100 ml	544	25	8	< 5*	47

* unterhalb von 5 mg/100 ml wurde kein Harnstoffgehalt mehr ermittelt, sondern automatisch der Wert 0 ausgeworfen

4.2.1 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe aller Tiere

Milchleistung und Milchinhaltsstoffe wurden zu Beginn der statistischen Auswertung mit der WOOD-Kurve und der Prozedur NLIN geschätzt (Verwendung von Modell 1). Hierzu wurde der gesamte Datensatz aus Tabelle 7 herangezogen.

In Tabelle 8 sind die geschätzten Wood-Parameter für die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe angegeben.

Tab. 8: Geschätzte Wood-Parameter für Milchleistung und Milchinhaltsstoffe, gesamter Datensatz

Merkmal	a	b	c
Milch kg	13,7457	0,0175	0,00869
ECM kg	14,2740	-0,0674	0,00423
Fett %	4,3783	-0,1391	-0,00552
Eiweiß %	3,3866	-0,0936	-0,00775
Laktose %	4,6775	0,0283	0,00235

Die a-Werte sind die Startwerte der Kurven. Die b-Werte stehen für den Anstieg bzw. Abfall am Beginn der Laktation. Große b-Werte bedeuten einen vermehrten Anstieg. Die c-Werte beschreiben das Abfallen bzw. den Anstieg der Kurve nach der

Laktationsspitze bzw. dem Tiefpunkt in der Laktation. Große c-Werte bewirken, dass die Kurve im Laktationsverlauf schneller absinkt.

In den Abbildungen 12 bis 16 sind die Milchmenge und ECM sowie die Fett-, Eiweiß- und Laktose-Gehalte im Laktationsverlauf dargestellt. Die Darstellung beginnt mit der 2. Laktationswoche, da die Tiere in dieser Woche das erste Mal gemolken wurden.

In Abbildung 12 ist deutlich zu erkennen, dass die Milchleistung der Mutterkühe bei knapp 14 kg einsetzte und dann langsam linear abfiel.

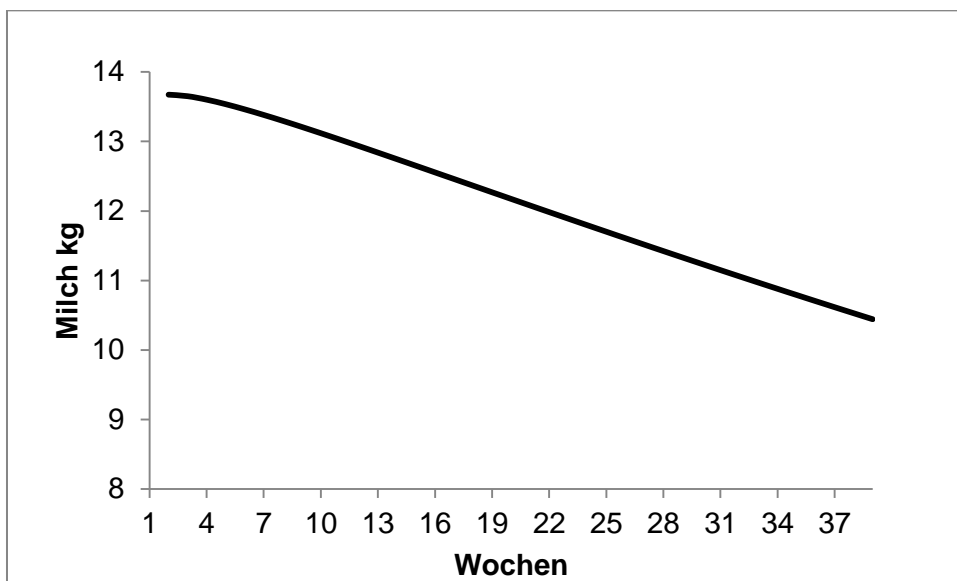


Abb. 12: Laktationskurvenverlauf, gesamter Datensatz

Die ECM-Kurve in Abbildung 13 begann ebenfalls auf einem hohen Niveau und zeigte anschließend einen sich abflachenden Abfall bis zum Ende der Säugeperiode.

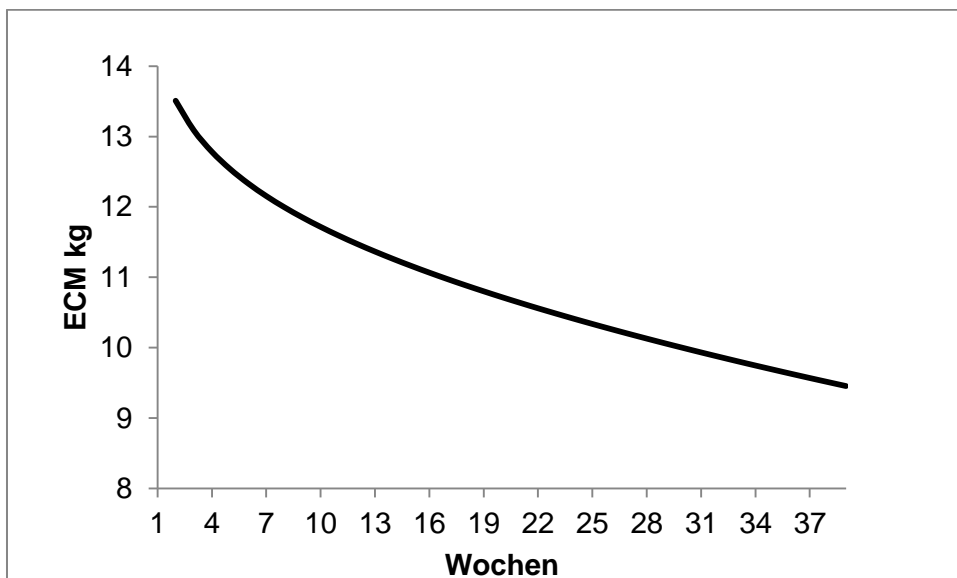


Abb. 13: ECM-Verlauf, gesamter Datensatz

Direkt nach der Abkalbung war der Milchfettgehalt am höchsten (Abbildung 14). Danach fiel er rasch ab und erst am Ende der Laktationszeit war wieder ein kleiner Anstieg zu verzeichnen.

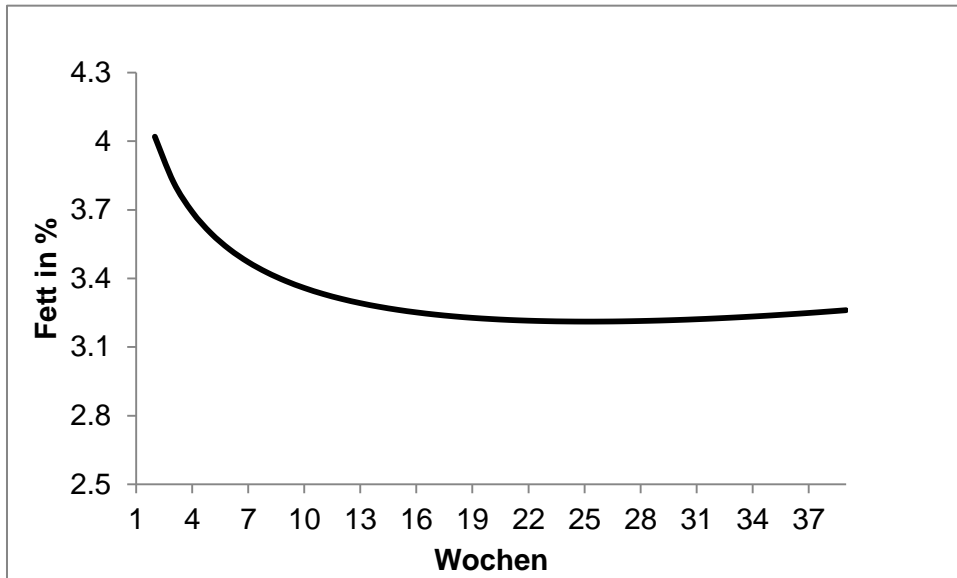


Abb. 14: Verlauf des Milchfettgehaltes, gesamter Datensatz

Der Milcheiweißgehalt (Abbildung 15) war – ebenso wie der Milchfettgehalt – am Beginn der Laktation höher. Er sank zuerst rasch und danach etwas langsamer auf das Minimum in Woche 11 ab. Anschließend stieg der Eiweißgehalt bei abnehmender Milchleistung wieder an.

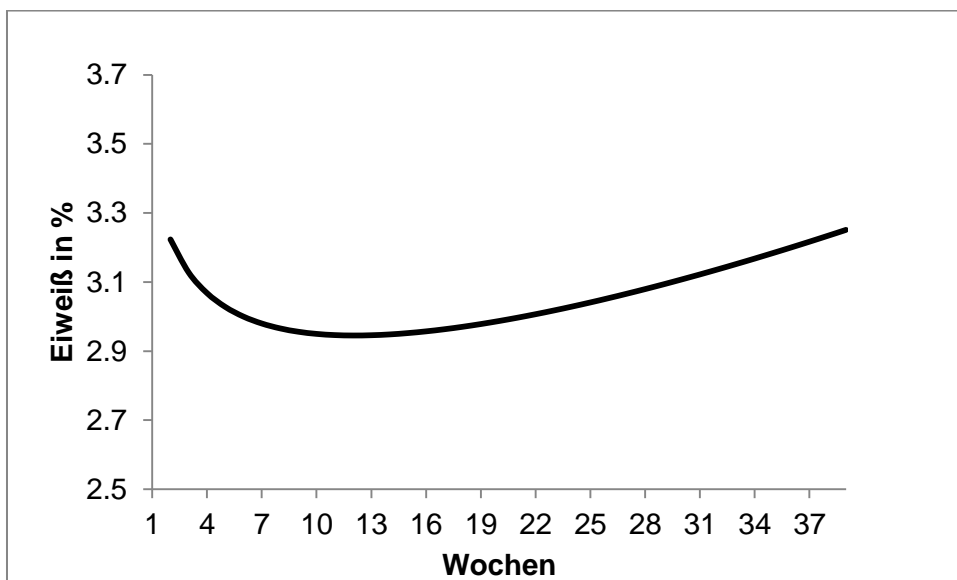


Abb. 15: Verlauf des Milcheiweißgehaltes, gesamter Datensatz

Der Milchlaktosegehalt stieg zu Beginn der Laktation stärker an und sank nach dem Maximum (Woche 12) langsam wieder ab.

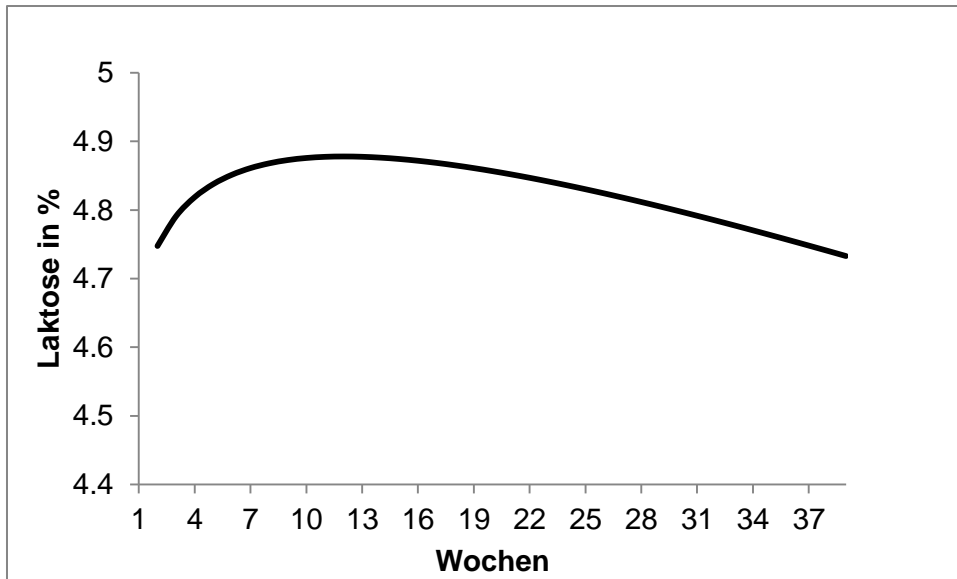


Abb. 16: Verlauf des Milchlaktosegehaltes, gesamter Datensatz

In Tabelle 9 sind die durchschnittliche Milchleistung sowie die Milchinhaltstoffe der Versuchsgruppen dargestellt. Die Tiere der Gruppe 1 erreichten in einer Laktationszeit von 180 Tagen eine durchschnittliche Milchmenge von rund 2250 kg mit einem Fettgehalt von 3,45 % und einem Eiweißgehalt von 3,10 %. In Gruppe 2 lag die Milchleistung bei einer Säugezeit von 270 Tagen bei 3270 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 deutlich niedriger als in den folgenden Laktationen. Der Laktosegehaltswert zeigte ein umgekehrtes Bild und war demnach ab der 2. Laktation signifikant niedriger als in der 1. Laktation.

Tab. 9: 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	2250	3270	2655	2865	0,001	0,092
ECM	kg/Tag	11,3	10,4	10,2	11,5	0,355	0,068
	kg/Laktation	2053	2858	2337	2574	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

4.2.2 Milchleistung getrennt nach Gruppen

Um mögliche Unterschiede zwischen den Gruppen und den Laktationen hinsichtlich der Kurvenverläufe feststellen zu können, wurde im Folgenden eine Trennung des Datenmaterials durchgeführt. Die 1. Laktation wurde getrennt von den folgenden Laktationen beurteilt. Die Berechnung der Milchleistung und der Milchinhaltsstoffe erfolgte mittels Prozedur NLIN und Modell 1.

4.2.2.1 Milchleistung in der ersten Laktation

Da in der 1. Laktation außer in der Säugedauer noch keine Unterschiede bestanden, wurden die vorhandenen Daten beider Gruppen zusammengefasst.

In den nachfolgenden Abbildungen 17 bis 21 sind die Milchleistung und ECM-Leistung sowie der Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalt der Milch abgebildet.

Die Milchleistungskurve der 1. Laktation (Abbildung 17) zeigte einen eher atypischen Verlauf. Sie startete auf hohem Niveau und sank mit fortschreitender Säugedauer kontinuierlich ab.

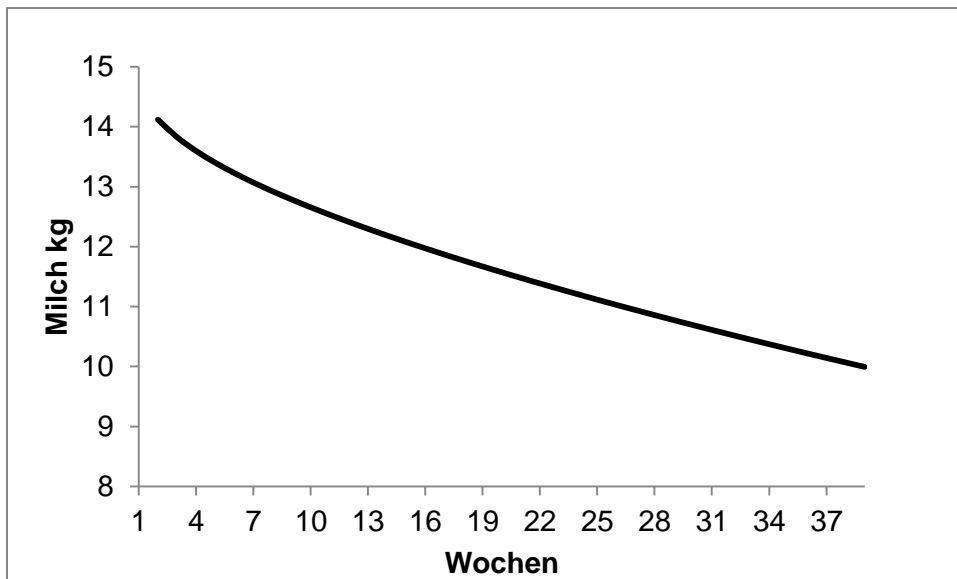


Abb. 17: Laktationskurvenverlauf in der 1. Laktation

Die ECM-Verlaufskurve (Abbildung 18) zeigte einen ähnlichen Verlauf wie die natürliche Milch-Laktationskurve, sie fiel jedoch in den ersten Wochen steiler ab und wurde danach flacher.

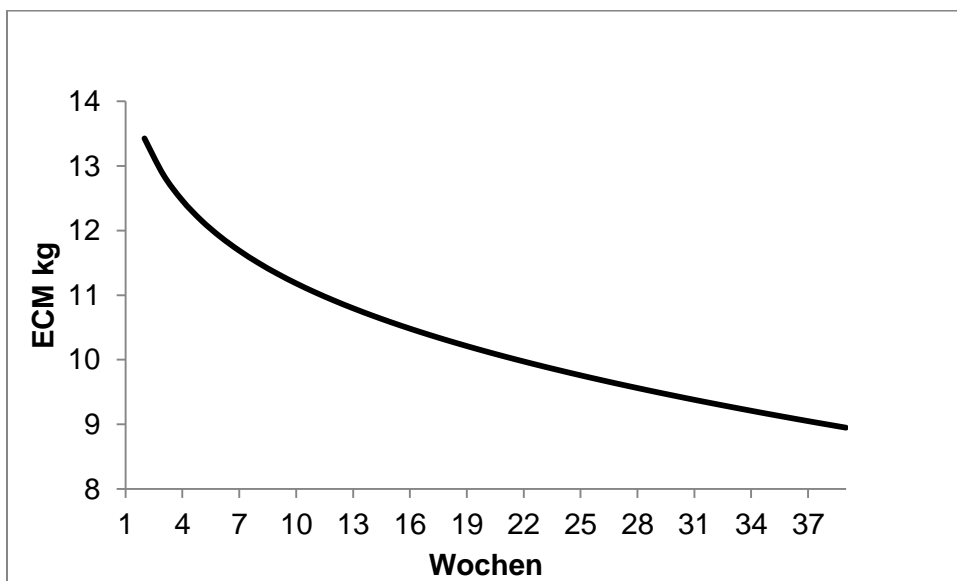


Abb. 18: ECM-Verlauf in der 1. Laktation

Der Milchfettgehalt (Abbildung 19) wies am Beginn einen Wert von etwa 3,7 % auf und sank in Folge rasch ab. Erst im späteren Verlauf der Laktation ließ sich ein minimaler Anstieg verzeichnen.

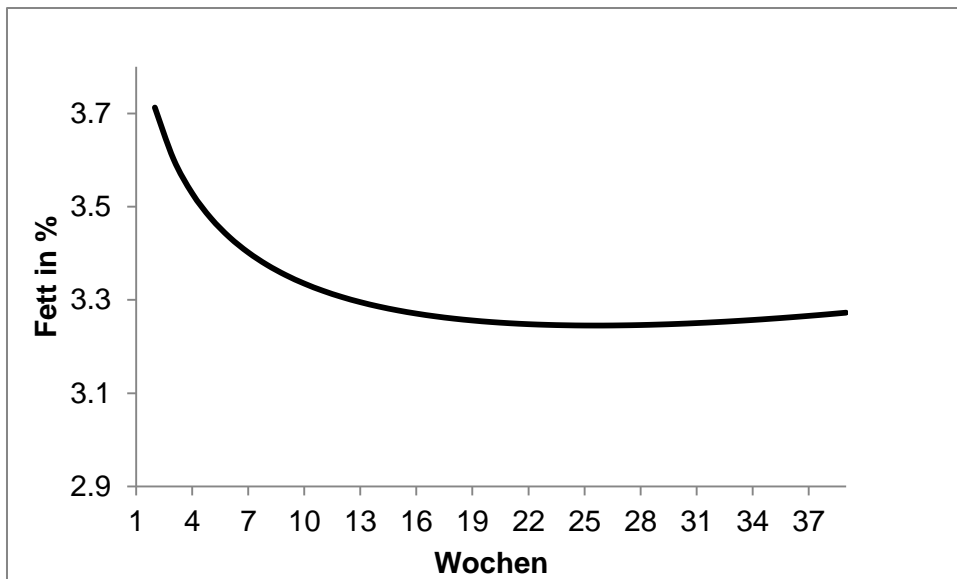


Abb. 19: Verlauf des Milchfettgehaltes der 1. Laktation

Der Eiweißgehalt (Abbildung 20) startete ebenfalls auf höherem Niveau und fiel rasch ab. Erst im späteren Verlauf der Laktation war wieder ein Anstieg zu verzeichnen, der deutlicher ausgeprägt war als bei der Fettgehaltskurve.

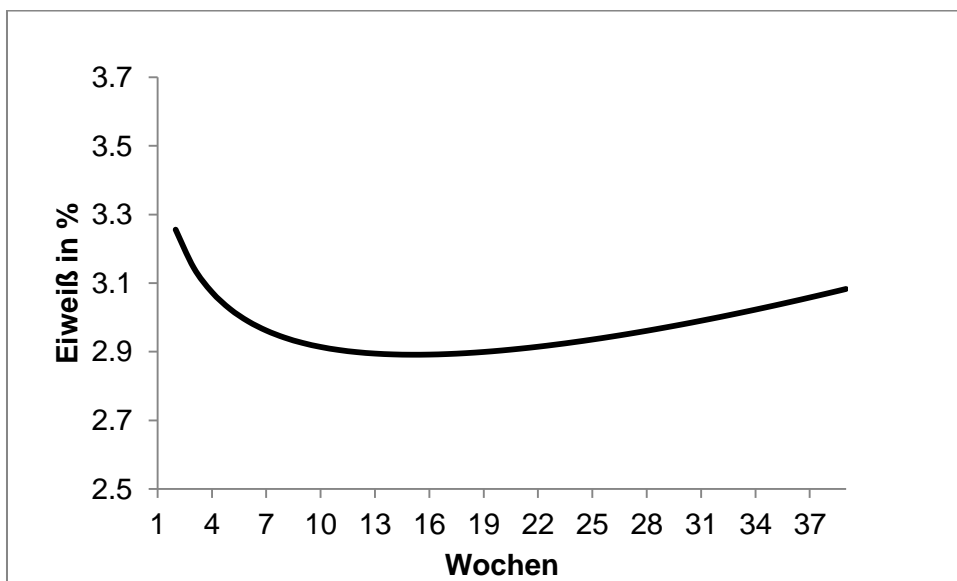


Abb. 20: Verlauf des Milcheiweißgehaltes der 1. Laktation

Der Laktosegehalt (Abbildung 21) zeigte einen anderen Verlauf. Er stieg geringfügig bis zur 9. Laktationswoche an und fiel danach kontinuierlich ab.

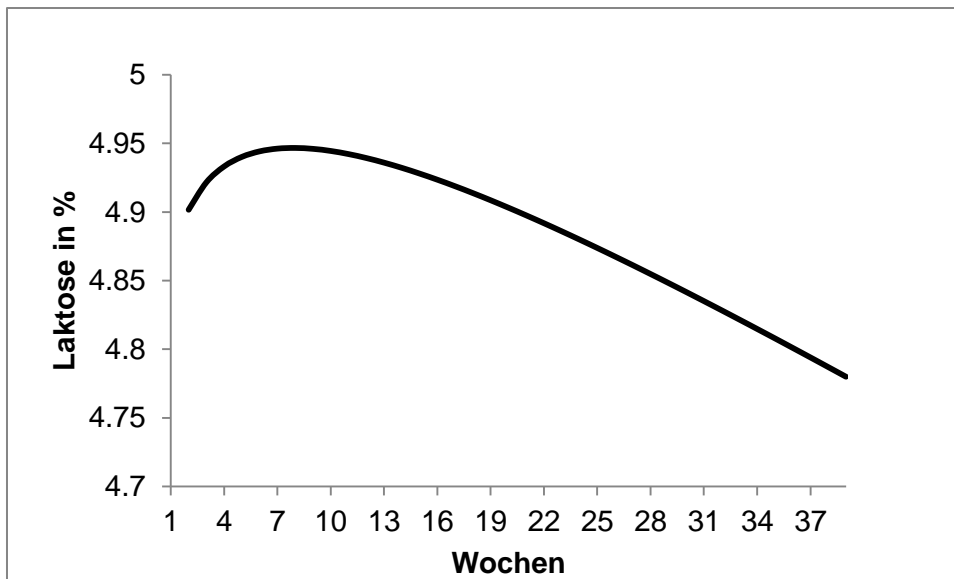


Abb. 21: Verlauf des Milchlaktosegehaltes der 1. Laktation

In Tabelle 10 sind die geschätzten Wood-Parameter für die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe der oben dargestellten Kurven angeführt.

Tab. 10: Geschätzte Wood-Parameter für Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in der 1. Laktation

Merkmal	a	b	c
Milch kg	14,6622	-0,0359	0,00646
ECM kg	14,4609	-0,0984	0,00306
Fett %	3,9063	-0,0827	-0,00323
Eiweiß %	3,4488	-0,1025	-0,00676
Laktose %	4,8702	0,0146	0,00185

4.2.2.2 Milchleistung in den folgenden Laktationen

Nach der 1. Laktation veränderten sich für die Mutterkühe die Voraussetzungen. Die Tiere in den Versuchsgruppen hatten eine unterschiedlich lange Säugedauer und daher auch unterschiedlich lange Trockenstehzeiten. Um Unterschiede in der Milchleistung und den Milchinhaltsstoffen deutlich zu machen, wurden die Daten der 2. und folgenden Laktationen getrennt nach der Säugedauer behandelt und statistisch ausgewertet.

In Tabelle 11 sind die geschätzten Wood-Parameter für die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe der 2. Laktation und der folgenden Laktationen für die beiden Gruppen getrennt angegeben.

Tab. 11: Geschätzte Wood-Parameter für Milchleistung und Milchinhaltstoffe in der 2. Laktation und folgenden Laktationen, unterteilt nach Säugedauergruppen

Merkmal	Gruppe 1			Gruppe 2		
	a	b	c	a	b	c
Milch kg	13,6964	0,0238	0,0077	12,5978	0,0732	0,0111
ECM kg	15,8016	-0,1094	0,0011	12,3015	0,0113	0,00703
Fett %	5,0703	-0,1843	-0,00441	4,1637	-0,1392	-0,00712
Eiweiß %	3,5980	-0,1436	-0,0136	3,1712	-0,0661	-0,00757
Laktose %	4,4891	0,0444	0,00282	4,5890	0,0319	0,00238

Nach der Modellierung der Kurvenverläufe wurde untersucht, ob sich diese zwischen den beiden Säugedauergruppen signifikant unterscheiden. Dieser Schritt wurde mit der Prozedur NLIN durchgeführt und es erfolgte der Vergleich der ersten 26 Laktationswochen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 ersichtlich.

Die statistische Betrachtung der Kurvenverläufe ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Nur im Merkmal Eiweiß konnte mit einem p-Wert knapp über 0,05 ein an der Signifikanzgrenze liegender Gruppenunterschied festgestellt werden. Die Gruppe 1 lag während der gesamten Laktation im Eiweißgehalt über der Gruppe 2.

Tab. 12: Statistische Auswertung der Kurvenverläufe von Milchleistung und Milchinhaltstoffen (26 Wochen)

Merkmal	p-Wert
Milch kg	0,878
ECM kg	0,260
Fett %	0,159
Eiweiß %	0,051
Laktose %	0,328

Nach dem Vergleich der Kurvenverläufe wurden die Durchschnittswerte für Milch, ECM, Fett, Eiweiß und Laktose der ersten 26 Säugewochen verglichen (siehe Tabelle 13). Dieser Vergleich ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen, wie auch aus den nicht vorhandenen Unterschieden in den Kurvenverläufen zu erwarten war.

Tab. 13: Vergleich der Versuchsgruppen in der 2. Laktation und folgenden Laktationen (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

Die graphische Darstellung der ermittelten Kurvenverläufe erfolgt in den Abbildungen 22 bis 26.

Bei der Milchleistung (Abbildung 22) ist ersichtlich, dass sich die beiden Gruppen in ihren Laktationsverläufen sehr ähnlich waren. 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 an die Laktationskurve der Gruppe 2 an.

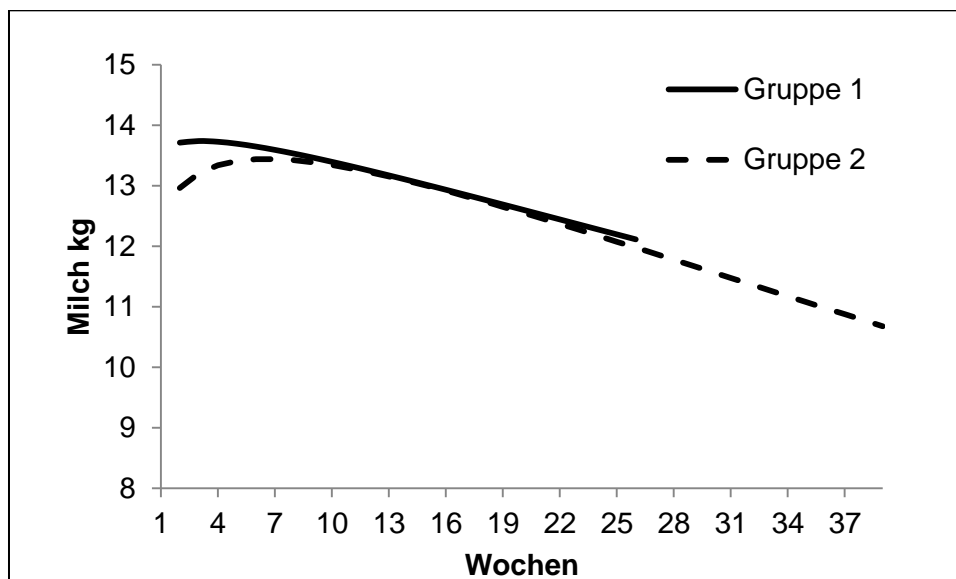


Abb. 22: Laktationskurvenverlauf der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

Beim ECM-Verlauf (Abbildung 23) sind graphisch deutlichere Unterschiede als bei der Milchleistung zu erkennen. 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 (siehe Abbildungen 24 und 25) als auch eine höhere Milchleistung zeigten.

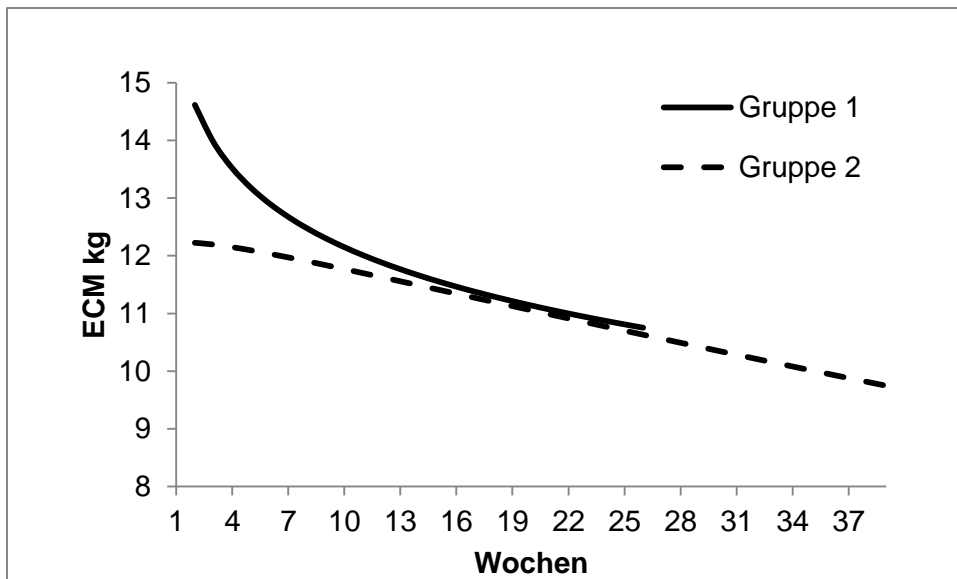


Abb. 23: ECM-Verlauf der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

Gruppe 1 startete mit einem etwas höheren Milchfettgehalt in die Laktation als Gruppe 2. Der Fettgehalt der Gruppe 2 sank jedoch langsamer ab als in Gruppe 1 und zeigte am Ende der Laktationszeit einen leichten Anstieg.

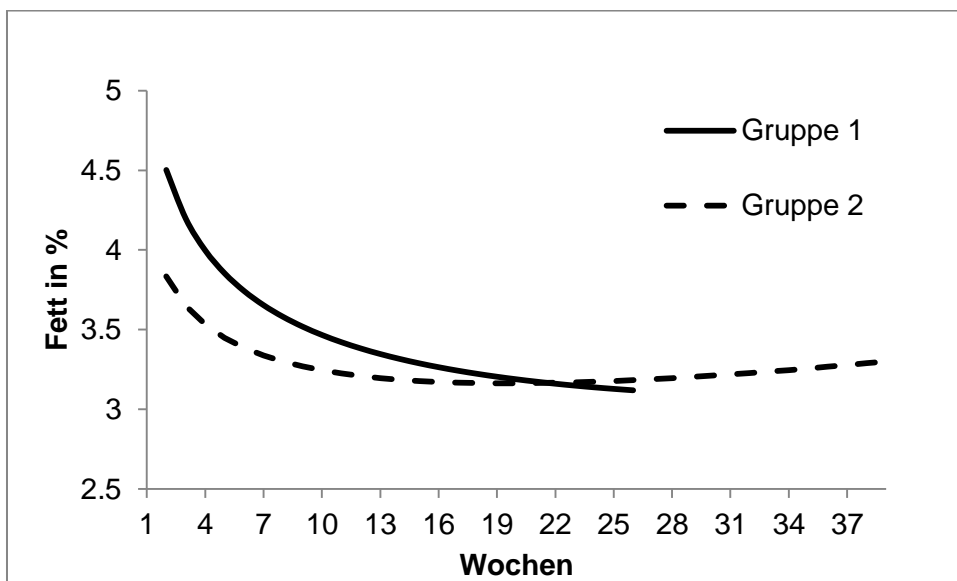


Abb. 24: Verlauf des Milchfettgehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

Der Milcheiweißgehalt (Abbildung 25) startete in Gruppe 1 ebenfalls auf einem etwas höheren Niveau als in Gruppe 2. Er fiel aber zu Beginn der Laktation stärker ab und näherte sich am tiefsten Punkt der Kurve der Gruppe 2 an, um danach wieder etwas stärker anzusteigen. Die Kurve der Gruppe 2 verlief flacher und der tiefste Wert war früher zu verzeichnen als in Gruppe 1.

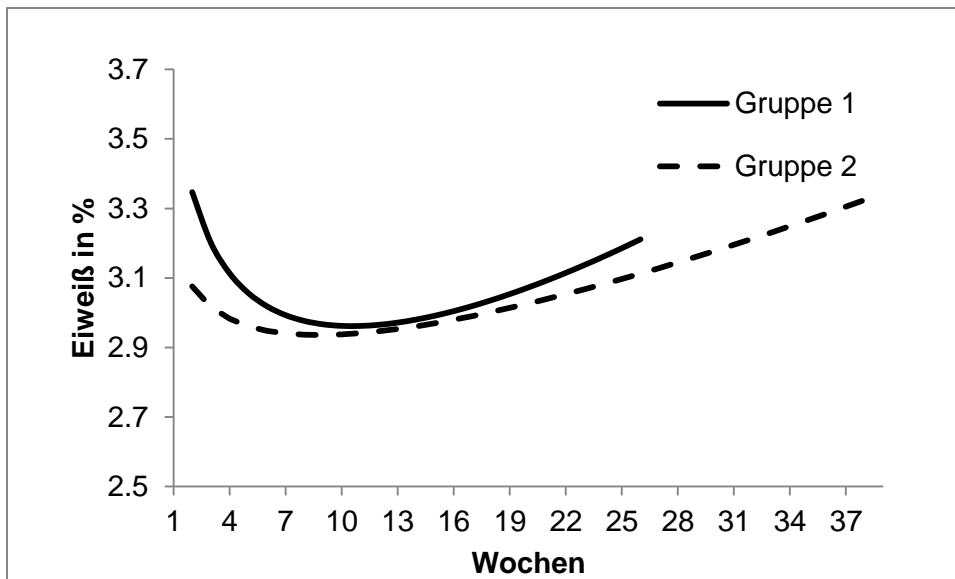


Abb. 25: Verlauf des Milcheiweißgehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

Gruppe 1 startete mit einem geringfügig niedrigeren Milchlaktosegehalt in die Laktation als Gruppe 2 (Abbildung 26). Im Verlauf der Laktation stieg er aber über jenen der Gruppe 2 an.

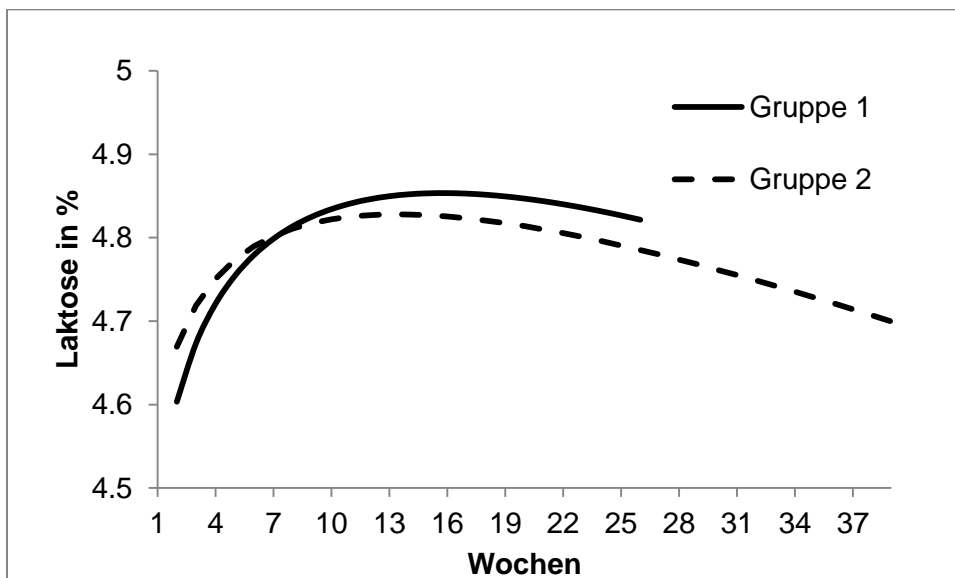


Abb. 26: Verlauf des Milchlaktosegehaltes der 2. und folgenden Laktationen der beiden Gruppen

4.2.3 Zellzahl

Alle gemessenen Zellzahlwerte wurden in Tabelle 14 dargestellt. Fast 96 % aller Proben befanden sich in einem Zellzahlbereich unter 400.000 Zellen/ml. Lediglich 23 Proben wiesen eine Zellzahl darüber auf.

Tab. 14: Zellzahlgehalte der Milch

	Anzahl Werte	Prozent
bis 100.000 Zellen	468	85,71
zwischen 100.001 und 400.000 Zellen	55	10,07
zwischen 400.001 und 1 Mio. Zellen	9	1,65
über 1.000.000 Zellen	14	2,56
gesamt	546	100

Wie aus Abbildung 27 entnommen werden kann, traten Gehalte über 1 Million somatischer Zellen/ml ausschließlich in Gruppe 1 auf.

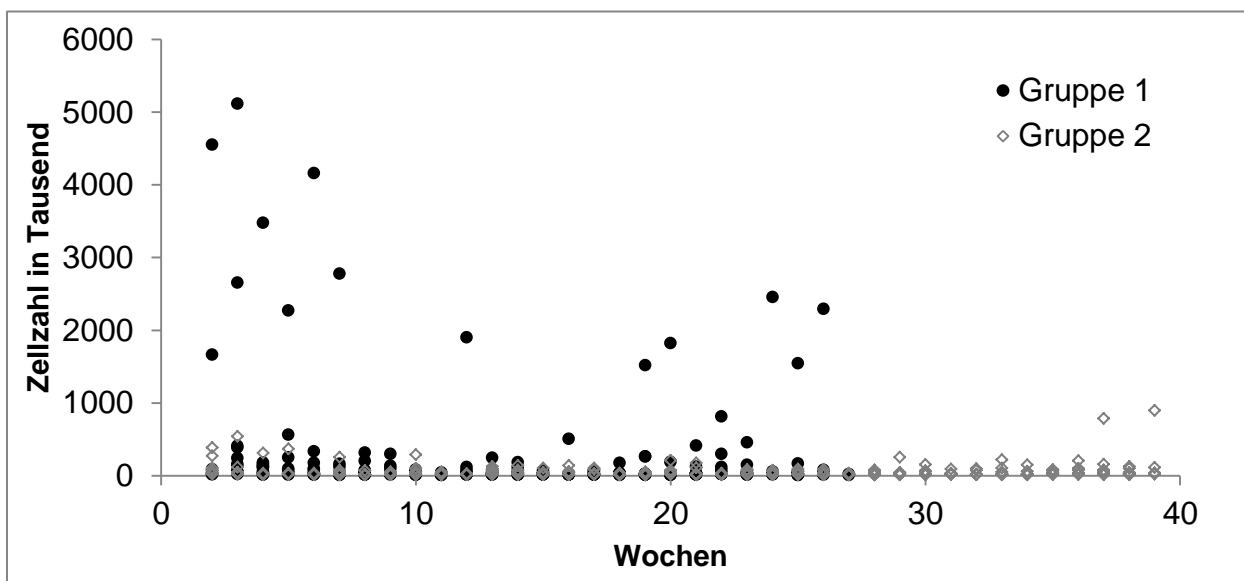


Abb. 27: Zellzahlgehalte der Milch

Daraufhin wurde untersucht, inwieweit Gruppe bzw. Laktationszahl einen Einfluss auf den Zellzahlgehalt hatten bzw. ob hier eine Wechselwirkung bestand (Tabelle 15). Dabei konnte ein signifikanter Laktationseinfluss festgestellt werden. So war der Zellzahlgehalt in der 3. bzw. 4. Laktation statistisch signifikant höher als in den ersten beiden Laktationen. Obwohl zwischen den Gruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede bestanden, unterschieden sich die Gruppen zumindest numerisch deutlich.

Tab. 15: Zellzahlgehalt

	Gruppe		Laktation			Gruppe x Laktation						p-Werte		
	1	2	1	2	3+4	Gruppe 1			Gruppe 2			GR	LAK	GRxLAK
						1	2	3+4	1	2	3			
Zellzahl	262.984	53.797	66.947 ^a	139.849 ^a	268.375 ^b	80.604	243.454	464.893	53.290	36.243	71.858	0,276	0,001	0,227

4.3 Körperkondition, Lebendmasse

Tabelle 16 enthält die Lebendmasse der Mutterkühe nach der Abkalbung, die Lebendmasse am tiefsten Punkt der Laktation (Nadir), die Abnahme von der Abkalbung bis zum Nadir in kg bzw. Prozent und die Dauer bis zum Nadir sowie die Abnahme pro Tag in Gramm, die Lebendmasse beim Absetzen der Kälber und die Lebendmasse-Abnahme zwischen Abkalbung und Absetzen in kg bzw. Prozent.

Tabelle 17 enthält den BCS in den ersten 2 Wochen nach der Abkalbung, den BCS am tiefsten Punkt der Laktation, die Abnahme bis zum Nadir in Punkten und Prozent und die Dauer bis zum Nadir sowie den BCS beim Absetzen und die BCS-Veränderung zwischen Abkalbung und Absetzen in Punkten und Prozent.

Es zeigte sich zum Zeitpunkt der Abkalbung 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 und auch signifikant schwerer als die Tiere der 1. Laktation der Gruppe 1. Die Kühe der Gruppe 1 starteten durchschnittlich mit einer Lebendmasse von 653 kg und einem BCS von 3,22 in die Laktation. Ähnliche Werte konnten bei Gruppe 2 festgestellt werden: Die Kühe hatten zu Beginn der Laktation eine durchschnittliche Lebendmasse von 656 kg und einen BCS-Wert von 3,14. Bei den Lebendmassen konnte auch ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Laktationen festgestellt werden. In der 3. Laktation waren die Kühe signifikant schwerer als in der 1. und 2. Laktation. Es zeigte sich, dass die Tiere der Gruppe 1 von der 1. auf die 2. Laktation am stärksten zunahmen, während die Tiere der Gruppe 2 erst von der 2. auf die 3. Laktation einen starken Lebendmassezuwachs aufwiesen.

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.

Am tiefsten Punkt der Laktation (Nadir) lag die Lebendmasse der Mutterkühe bei 586 kg in der Gruppe 1 und 549 kg in der Gruppe 2. 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 Tiere der Gruppe 1 waren in der 2. und 3. Laktation signifikant schwerer als in der 1. Laktation sowie in der 1. und 2. Laktation der Gruppe 2. Gruppe 2 zeigte in der 2. Laktation mit einer Lebendmasse von 522 kg den niedrigsten Wert, der sich signifikant von jenem der 3. Laktation und jenen der 2. und 3. Laktation der Gruppe 1 unterschied.

Der BCS-Wert lag am Tiefpunkt in Gruppe 1 bei durchschnittlich 2,72 und in Gruppe 2 bei 2,40. Die Laktationszahl brachte einen signifikanten Unterschied. 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 in der 2. Laktation von Gruppe 2 mit einem Wert von 2,13 signifikant niedriger als in den beiden anderen Laktationen dieser Gruppe sowie in Gruppe 1.

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 ein Laktationseinfluss festgestellt werden. Gruppe 1 erreichte den BCS-Tiefpunkt nach 18 Laktationswochen und Gruppe 2 nach 25 Laktationswochen. In den einzelnen Laktationen lag der BCS-Tiefpunkt bei 21 bzw. 22 Wochen nach der Abkalbung auf sehr ähnlichem Niveau.

Die Lebendmasse der Mutterkühe beim Absetzen der Kälber lag in Gruppe 1 bei durchschnittlich 609 kg und in Gruppe 2 bei 577 kg. Die Laktationszahl hatte beim Absetzen einen signifikanten Einfluss auf die Lebendmasse. Je höher die Laktationszahl, desto höher war auch die Lebendmasse der Kühe. Beim Absetzen nach der 3. Laktation konnte eine signifikant höhere Lebendmasse als bei den vorangegangenen Absetzterminen festgestellt werden.

Ähnlich wie bei der Lebendmasse der Kühe lag der BCS-Wert beim Absetzen in Gruppe 1 mit einem Wert von 2,91 höher als jener von Gruppe 2 mit 2,59. Zwischen den einzelnen Laktationen konnten nur geringe Unterschiede beobachtet werden.

Bei der Lebendmasse- bzw. BCS-Abnahme konnte zwischen der Abkalbung und dem Nadir weder bei der Lebendmasse noch beim BCS ein signifikanter Gruppen- bzw. Laktationseinfluss festgestellt werden. Die Lebendmasseabnahme lag in Gruppe 1 bei 67 kg und in Gruppe 2 bei 105 kg, die BCS-Abnahme bei 0,49 bzw. 0,69 Punkten.

Die Lebendmasseabnahme zwischen Abkalbung und Absetzen des Kalbes betrug in Gruppe 1 44 kg und in Gruppe 2 78 kg. Es konnte mit einem p-Wert von 0,049 eine signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktation festgestellt werden, jedoch waren aufgrund der geringen Datenmenge und Klassenbesetzung keine Unterschiede beim paarweisen Gruppenvergleich erkennbar.

Zur graphischen Veranschaulichung wurden die Abbildungen 28 und 29 zur Lebendmasseentwicklung und die Abbildungen 30 und 31 zur BCS – Entwicklung erstellt. Aus Abbildung 28 ist ersichtlich, dass beide Gruppen bis zum Absetztermin der Gruppe 1 eine ähnliche Lebendmasseentwicklung aufwiesen. Nach dem Absetzen konnten die Tiere der Gruppe 1 an Lebendmasse zulegen, während die Tiere der Gruppe 2 in dieser Zeit keine nennenswerten Veränderungen aufwiesen. Nach dem Absetztermin der Gruppe 2 konnte auch diese Gruppe an Lebendmasse zulegen. Abbildung 29 zeigt, dass zwischen 2. und 3. Abkalbung die durchschnittliche Lebendmasse der Tiere der Gruppe 1 während der gesamten Zeit über jener der Gruppe 2 lag.

Hinsichtlich der BCS – Entwicklung ergab sich ein ähnliches Bild. Zwischen 1. und 2. Abkalbung (Abbildung 30) verlief die BCS – Entwicklung in beiden Gruppen bis zum Absetztermin der Gruppe 1 ähnlich. Danach legten die Tiere der Gruppe 1 deutlicher zu als jene der Gruppe 2. Zwischen 2. und 3. Abkalbung (Abbildung 31) lag der BCS der Gruppe 1 immer über jenem von Gruppe 2.

Tab. 16: Lebendmasse

	Gruppe		Laktation			Gruppe x Laktation						p-Werte		
	1	2	1	2	3	Gruppe 1			Gruppe 2			GR	LAK	GRxLAK
						Lak 1	Lak 2	Lak 3	Lak 1	Lak 2	Lak 3			
Abkalbung (kg)	653	656	618 ^a	638 ^a	707 ^b	598 ^a	677 ^{bcd}	685 ^{bcd}	639 ^{abc}	600 ^{ab}	729 ^d	0,949	<0,001	0,003
Nadir (kg)	586	549	533 ^a	562 ^a	606 ^b	537 ^{abc}	601 ^d	619 ^d	530 ^{ab}	522 ^a	593 ^{cd}	0,295	<0,001	0,016
Abkalbung – Nadir (kg)	-67	-105	-85	-77	-97	-61	-75	-65	-109	-78	-129	0,215	0,590	0,296
Abkalbung – Nadir (%)	-10	-16	-13	-12	-13	-10	-11	-9	-17	-12	-18	0,149	0,802	0,423
Dauer bis Nadir (Wo)	15	20	17	14	21	15 ^{ab}	16 ^{ab}	14 ^{ab}	20 ^{ab}	12 ^a	29 ^b	0,167	0,058	0,013
Abnahme/Tag bis Nadir (g)	631	883	748	897	626	595	665	632	901	1128	619	0,250	0,558	0,630
Absetzen (kg)	609	577	557 ^a	589 ^a	632 ^b	558	618	651	557	561	612	0,355	<0,001	0,054
Abkalbung–Absetzen (kg)	-44	-78	-61	-49	-74	-40	-59	-34	-82	-40	-113	0,347	0,420	0,049
Abkalbung–Absetzen (%)	-7	-11	-9	-7	-10	-6	-9	-4	-12	-6	-16	0,321	0,556	0,063

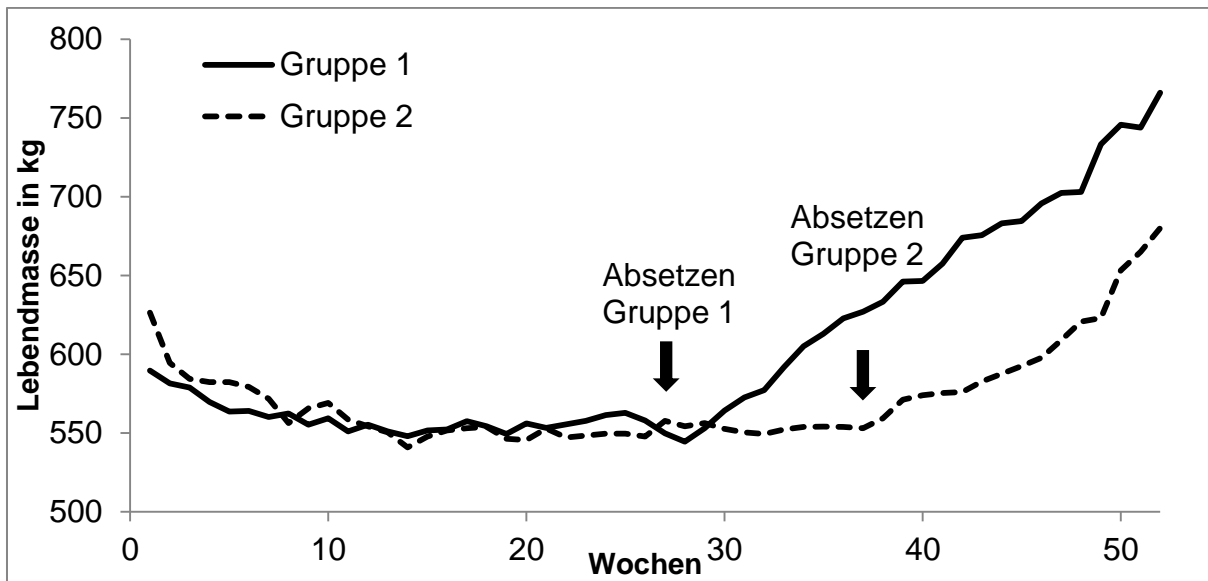


Abb. 28: Lebendmasseentwicklung zwischen erster und zweiter Abkalbung

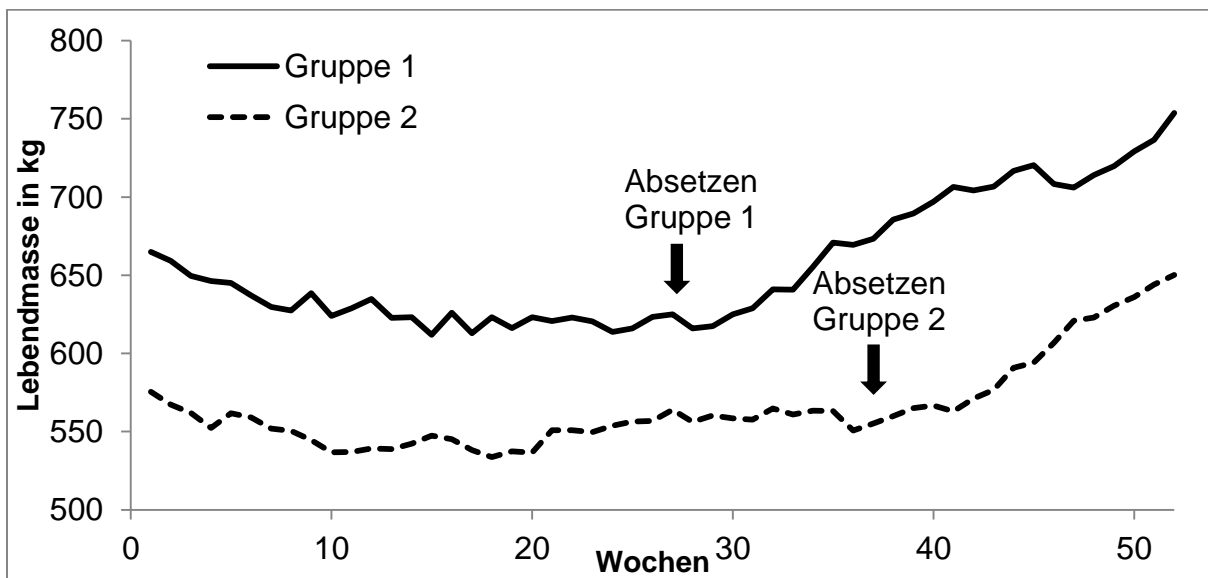


Abb. 29: Lebendmasseentwicklung zwischen zweiter und dritter Abkalbung

Tab. 17: BCS (Skala 1-5)

	Gruppe		Laktation			Gruppe x Laktation						p-Werte		
	1	2	1	2	3	Gruppe 1			Gruppe 2			GR	LAK	GRxLAK
						1	2	3	1	2	3			
Abkalbung	3,22	3,14	3,04	3,09	3,41	2,92	3,47	3,26	3,16	2,72	3,55	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	2,52 ^b	2,13 ^a	2,57 ^b	0,085	0,016	0,002
Abkalbung – Nadir	-0,49	-0,69	-0,46	-0,67	-0,64	-0,27	-0,71	-0,50	-0,65	-0,63	-0,79	0,258	0,334	0,348
Abkalbung – Nadir (%)	-14	-22	-15	-21	-19	-10	-19	-15	-21	-24	-22	0,102	0,342	0,721
Dauer bis Nadir (Wo)	18	25	21	21	22	14	20	20	29	23	25	0,128	0,975	0,259
Absetzen	2,91	2,59	2,79	2,64	2,83	2,92	2,85	2,98	2,66	2,44	2,68	0,113	0,143	0,698
Abkalbung – Absetzen	-0,29	-0,49	-0,26	-0,43	-0,48	0,03	-0,61	-0,29	-0,55	-0,25	-0,67	0,393	0,513	0,140
Abkalbung – Absetzen (%)	-8	-16	-9	-12	-14	1	-15	-8	-18	-9	-20	0,274	0,629	0,166

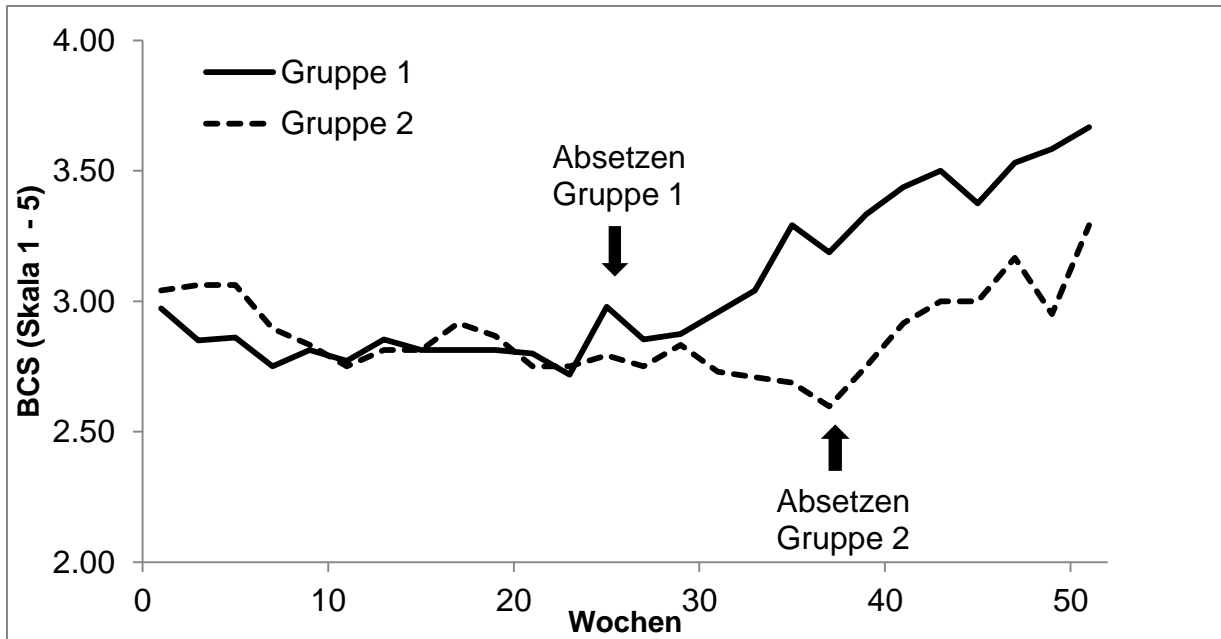


Abb. 30: BCS-Entwicklung zwischen erster und zweiter Abkalbung

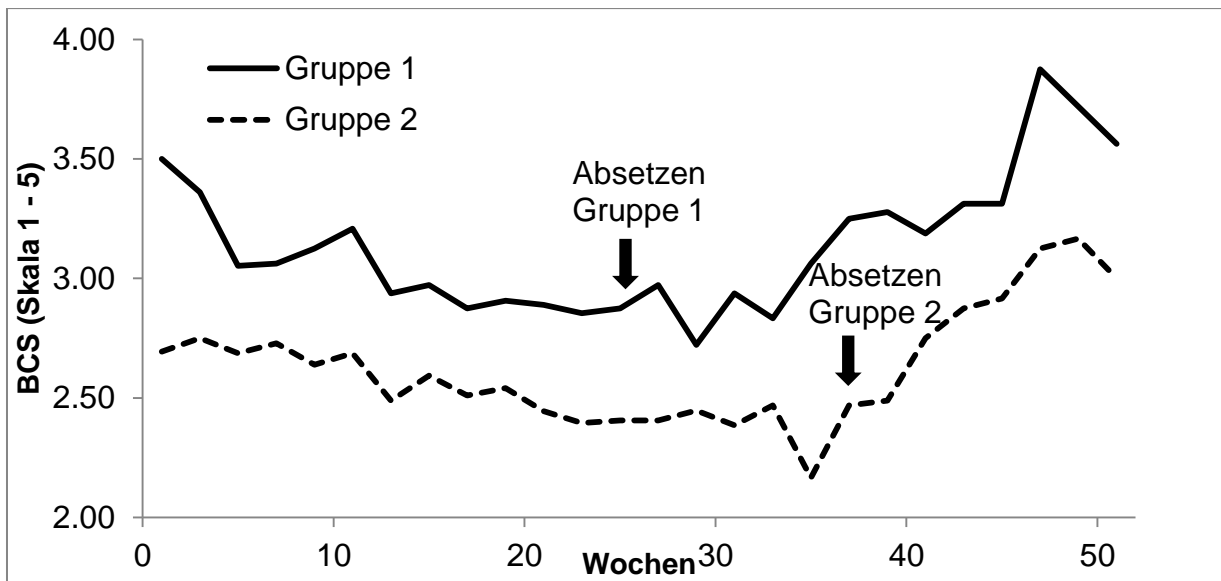


Abb. 31: BCS-Entwicklung zwischen zweiter und dritter Abkalbung

4.4 Fruchtbarkeit, Abkalbeverlauf

Als Maßzahlen für die Fruchtbarkeit sind in diesem Kapitel die Zwischenkalbezeit und der Besamungsindex angeführt. Außerdem wird der Abkalbeverlauf behandelt.

Tab. 18: Besamungsindex (BI, Anzahl der Besamungen), **Zwischenkalbezeit** (ZKZ, in Tagen), **Abkalbeverlauf** (Skala 1 bis 3)

	Gruppe		Laktation			Gruppe x Laktation						p-Werte		
	1	2	1	2	3	Gruppe 1			Gruppe 2			GR	LAK	GRxLAK
						1	2	3+4	1	2	3			
BI	1,93	2,92	1,75 ^a	3,63 ^b	1,90 ^{ab}	2,00 ^a	2,00 ^a	1,80 ^a	1,50 ^a	5,25 ^b	2,00 ^a	0,127	0,030	0,037
ZKZ	384	449	373	460	-	382 ^a	386 ^a	-	363 ^a	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	1,25	3,00	2,00	0,409	<0,001	0,801

4.4.1 Zwischenkalbezeit

Im vorliegenden Versuch betrug die Zwischenkalbezeit durchschnittlich 417 Tage. 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 im Abschnitt 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.

4.4.2 Besamungsindex

Im vorliegenden Versuch konnten folgende Besamungsindizes ermittelt werden:

Über alle Tiere und Besamungen hinweg wurde ein Besamungsindex von 2,4 (arithmetischer Mittelwert) erreicht.

Die Gruppen waren in ihrer Besamungsanzahl aufgrund der begrenzten Tieranzahl und der relativ großen Schwankungen statistisch nicht signifikant unterschiedlich. In Gruppe 1 wurden die Mutterkühe durchschnittlich 1,9 mal besamt, bevor sie trächtig wurden, während in Gruppe 2 die durchschnittliche Besamungsanzahl bis zur erfolgreichen Besamung bei 2,9 lag. 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. Bei der Betrachtung der Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationszahl zeigte sich, dass die Anzahl der benötigten Besamungen in Gruppe 2 bei der 2. Laktation stark erhöht (5,25 Besamungen) war und sich signifikant von den anderen Werten unterschied.

4.4.3 Abkalbeverlauf

Die Daten des Abkalbeverlaufes wurden im vorliegenden Versuch in 3 Kategorien eingeteilt: 1 steht für eine Abkalbung ohne Hilfe, 2 bedeutet Zughilfe mit einer Person und 3 bedeutet Zughilfe mit mehreren Personen.

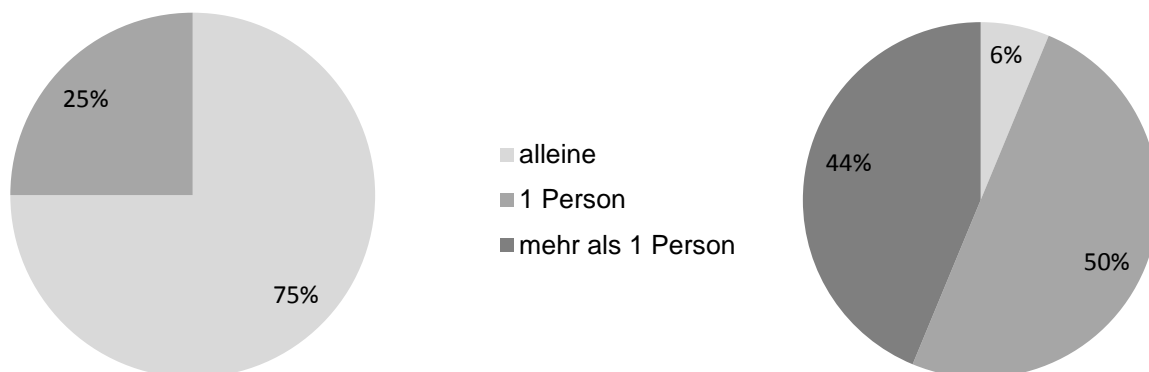


Abb. 32: Geburtshilfe in den Laktationen (links: 1. Geburt – Vaterrasse Limousin; rechts: 2. und folgende Geburten – Vaterrasse Charolais)

Da bei der 1. Abkalbung mit Limousin und bei den weiteren mit Charolais als Kreuzungspartner gearbeitet wurde, wurde die 1. Laktation gesondert betrachtet.

Bei der 1. Abkalbung brachten 6 der Kühe ihre Kälber ohne Hilfe zur Welt. Ab der 2. Geburt wurde es allerdings öfter nötig, Geburtshilfe zu leisten. In 50% der Fälle war zumindest 1 Person und in 44% sogar mehrere Personen als Geburtshelfer notwendig (siehe Abbildung 32). Als Ergänzung wurden in Tabelle 19 die Zuchtwerte für den Kalbeverlauf und die Totgeburtenrate der im Versuch eingesetzten Stiere angeführt.

Tab. 19: Zuchtwerte für Kalbeverlauf und Totgeburtenrate der Besamungsstiere

Name	Legionär	Ahn	Orion	Zeus
Rasse	Limousin	Charolais	Charolais	Charolais
Ohrmarke Nr.	AT 679.056.211	AT 298.702.326	AT 263.789.326	AT 229.938.645
Kalbeverlauf ZW	108	70	66	83
Totgeburten ZW	106	79	76	87

Während die Versuchsgruppe keinen signifikanten Einfluss auf den Abkalbeverlauf zeigte, hatte die Laktationszahl einen signifikanten Einfluss. Die schwersten Geburten wurden bei der 2. Abkalbung beobachtet.

4.5 Behandlungen der Mutterkühe

Im Versuchszeitraum mussten nur wenige tierärztliche Behandlungen an den Mutterkühen durchgeführt werden, eine statistische Auswertung war daher nicht möglich. In Tabelle 20 sind die Krankheitsbefunde sowie deren Häufigkeiten angeführt.

Tab. 20: Krankheitsbefunde und Häufigkeit des Auftretens

Befund	Häufigkeit
Mastitis	2
Fußverletzung	1
Retentio der Plazenta	1
Fruchtbarkeitsbehandlung	1

4.6 Blutparameter

Die Auswertung der Blutparameter erfolgte für die ersten 10 Wochen der Laktation. In Tabelle 21 sind die Gruppenmittelwerte und die dazugehörigen p-Werte dargestellt, und in Tabelle 22 sind die Mittelwerte der einzelnen Laktationen sowie die dazugehörigen p-Werte eingetragen. Zur besseren Veranschaulichung wurden auch die Referenzbereiche angegeben.

Zwischen den Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Es befanden sich auch alle Parameter im natürlichen Schwankungsbereich.

Tab. 21: Blutparameter der ersten 10 Wochen der Laktation, Vergleich der 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

Im Vergleich der einzelnen Laktationen ergaben sich – außer beim Parameter Creatinin – in allen Merkmalen signifikante Unterschiede zwischen den Laktationen. Trotz dieser signifikanten Unterschiede während der ersten 10 Laktationswochen lagen alle Parameter mit Ausnahme des Phosphors in der 2. Laktation, dessen untere Grenze des Referenzbereichs bei 1,6 mmol/l liegt, und des BHB- und FFS-Gehaltes in der 3. bzw. 4. Laktation im Referenzbereich.

Tab. 22: Blutparameter der ersten 10 Wochen der Laktation, Vergleich der 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

Um mögliche Unterschiede zwischen den Gruppen innerhalb einer Laktation feststellen zu können, erfolgte eine getrennte Berechnung und Darstellung für die 2. und 3. Laktation in Tabelle 23.

In der 2. Laktation zeigte Gruppe 2 mit 25 IU/l einen signifikant höheren GGT-Wert als Gruppe 1. Der BHB-Wert war hingegen mit 0,40 mmol/l signifikant niedriger als in Gruppe 1.

In der 3. Laktation war ebenfalls wieder der GGT-Gehalt im Blut bei Gruppe 2 erhöht (22 IU/l). Alle anderen Blutparameter unterschieden sich in den Gruppen nicht signifikant voneinander.

Nicht im Referenzbereich lagen der Phosphor- (1,48 mmol/l) und der GOT-Gehalt (84 IU/l) der Gruppe 2 in der 2. Laktation. In der 3. Laktation der Gruppe 2 zeigten sich über dem Referenzbereich liegende BHB- und FFS-Gehalte (0,71 und 0,68 mmol/l). Alle anderen Werte befanden sich im natürlichen Schwankungsbereich.

Tab. 23: Unterschiede der Blutparameter zwischen den Gruppen innerhalb der Laktationen

Merkmal	Einheit	Laktation 2		p-Wert	Laktation 3		p-Wert
		Gr 1	Gr 2		Gr 1	Gr 2	
Harnstoff	mg/dl	26	27	0,628	29	28	0,873
Creatinin	mg/dl	1,43	1,45	0,770	1,58	1,53	0,610
Bilirubin	µmol/l	1,59	1,49	0,789	2,40	2,59	0,817
Phosphor	mmol/l	1,63	1,48	0,329	1,85	1,74	0,515
Calcium	mmol/l	2,42	2,42	0,986	2,32	2,37	0,698
Magnesium	mmol/l	1,02	1,03	0,784	1,18	1,20	0,800
GGT	IU/l	19	25	0,007	17	22	0,012
GOT	IU/l	74	84	0,069	58	63	0,577
BHB	mmol/l	0,51	0,40	0,028	0,53	0,71	0,238
FFS	mmol/l	0,30	0,24	0,437	0,49	0,68	0,418

5 Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung mit Fleckvieh-Mutterkühen lag die Milchleistung bei einer Säugedauer von 180 Tagen (Gruppe 1) bei 2250 kg (2053 kg ECM) und bei einer Säugedauer von 270 Tagen (Gruppe 2) bei 3270 kg (2858 kg ECM). Die durchschnittlichen täglichen Milchleistungen betrugen 12,4 bzw. 11,9 kg Milch und 11,3 bzw. 10,4 kg ECM. Dies stellte keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen dar. Die täglichen Milchleistungen ab der 2. Laktation zeigten mit 13,1 bzw. 12,8 kg Milch und 11,9 bzw. 11,5 kg ECM ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen.

Bei der Interpretation von Milchleistungsergebnissen aus der Mutterkuhhaltung muss vor allem die Methodik der Erfassung berücksichtigt werden. In der vorliegenden Untersuchung erfolgte die Milchmengenerfassung durch einmal wöchentliches Maschinenmelken, während in vielen anderen Versuchen entweder seltener (1x pro Monat) gemessen wurde oder die Methoden Wiegen-Saugen-Wiegen bzw. Handmelkung zur Anwendung gelangten.

JENKINS und FERRELL (1992, 1655) stellten bei Simmental-Kühen eine 210-Tage-Milchleistung von 1604 kg fest, was einer durchschnittlichen täglichen Milchleistung von 7,6 kg entspricht. CLUTTER und NIELSEN (1987, 1318) 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 entspricht einer täglichen Milchleistung von rund 8,4 kg. In beiden Versuchen lag das Milchleistungsniveau somit deutlich unter jenem des vorliegenden Versuches. CHENETTE und FRAHM (1981, 487f) erreichten mit Kreuzungskühen (Simmental, Jersey und Brown Swiss jeweils mit Angus bzw. Hereford gekreuzt) und durchschnittlichen täglichen Milchleistungen von 6,35 bis 8,23 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, 616) erreichten mit Fleckviehkühen und Kreuzungstieren (Milchrind x Fleischerind) eine durchschnittliche Tagesmilchmenge von ca. 13,4 kg und damit eine 280-Tage-Leistung von 3750 kg (Fleckvieh) bzw. 3745 kg Milch (Kreuzungstiere).

Die Fleckviehtiere des vorliegenden Versuches lagen damit nur knapp darunter.

In Anbetracht der oben präsentierten Versuchsergebnisse liegt die Milchleistung österreichischer Fleckviehmutterkühe deutlich über der Milchleistung von

Fleischrassen und ist unter gleichen Fütterungsbedingungen vergleichbar mit deutschen Fleckviehmutterkühen und Mutterkühen aus Kreuzungen von Milchrassen mit Fleischrassen, wie sie in der Mutterkuhhaltung in weiten Teilen der Welt anzutreffen sind.

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, 158) stellten in einem Versuch einen durchschnittlichen Fettgehalt der Milch von 3,2 % fest. Dies lag unter dem durchschnittlichem Fettgehalt im vorliegenden Versuch, allerdings war auch die Milchleistung auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Für diesen Versuch wurden jedoch Fleischrassen und Kreuzungstiere von Fleischrassen verwendet. Im Versuch von BEAL et al. (1990, 939) wurde bei Angus- und Angus x Holstein-Kühen ein Fettgehalt von 4,1 % festgestellt. Der Herdendurchschnitt der Milchviehherde am LFZ Raumberg-Gumpenstein, aus der die Versuchstiere stammten, lag mit 4,23 % Fett sogar noch höher. Diese hohen Fettgehalte wurden im vorliegenden Versuch bei Weitem nicht erreicht. Darüber hinaus konnten starke Schwankungen zwischen den einzelnen Messungen festgestellt werden. Eine mögliche Ursache dafür könnte in der hormonellen Stimulation mit Oxytocin vor der Melkung zu suchen sein. Des Weiteren kann nicht vollständiges Ausmelken ein Grund gewesen sein, da der Fettgehalt mit jedem ermolkenen kg Milch ansteigt und daher am Ende der Melkung am höchsten ist (HUTH, 1995, 39). Am Ende einer 305-Tage-Laktation einer Milchkuh zeigt sich in der Regel ein Anstieg des Milchfettgehaltes, da gleichzeitig die Milchmenge zurückgeht (HUTH, 1995, 59). 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 konnte allerdings bei der Gruppe 1 ein etwas höherer Milchfettgehalt am Beginn der Säugeperiode beobachtet werden. Dies könnte auf eine durch die längere Trockenstehzeit verursachte stärkere Fetteinlagerung und damit auch stärkere Körperfetteinschmelzung am Beginn der Säugeperiode der Kühe dieser Gruppe zurückzuführen sein. Diese Behauptung lässt sich durch die Entwicklung der Lebendmasse bzw. Körperkondition der Kühe teilweise absichern. 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 Futterraufnahme 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 der Anstieg des Milchfettgehaltes am Ende der Säugeperiode nicht 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 die tägliche Menge an produzierten Fettsäuren im Pansen (Essigsäurebildung) trotz des hohen Rohfasergehaltes eingeschränkt haben dürften. Bei GRUBER (1993, 99f) waren die Fett- und Eiweißgehalte bei der Verfütterung von mäßigem Grundfutter ohne Krafftutterergänzung niedriger als mit Krafftutterergänzung und auch niedriger als bei der Verfütterung von gutem Grundfutter ohne Krafftutterergänzung.

Für DE VRIES und VEERKAMP (2000, 65ff) 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, so dass nicht der absolute Fettgehalt, sondern vielmehr ein starker Rückgang des Milchfettgehaltes in der Früh-laktation einen Indikator für eine unzureichende Energieversorgung darstellt.

Der Eiweißgehalt war mit 3,10 % (Gruppe 1) und 3,03 % (Gruppe 2) ebenfalls niedrig. Im Versuch von BEAL et al. (1990, 939) lag der Eiweißanteil bei 3,32 % und im Milchkuh-Herdendurchschnitt am LFZ Raumberg-Gumpenstein sogar bei 3,36 %. JEROCH et al. (2008, 441) 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. Säugeweche konnte ein kontinuierlicher Anstieg des Milcheiweißgehaltes festgestellt werden. Ab diesem Zeitpunkt verloren die Tiere 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.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Betrachtung der ECM-Kurven der beiden Gruppen, die ab der 2. Laktation getrennt erfolgte. Während bei der Gruppe 2 eine Kurve mit konkaver Tendenz in den ersten Wochen und danach kontinuierlichem Abfallen festgestellt werden konnte, startete die Gruppe 1 auf höherem Niveau, um zuerst steil und danach flacher bis auf das Niveau der Gruppe 2 abzufallen (konvexe Kurve). Der Unterschied in den beiden Kurven war allerdings statistisch nicht signifikant, scheint aber ebenfalls die energetische Unterversorgung zu bestätigen. Die etwas höheren Milchleistungen der Gruppe 1 konnten auch beim Verlauf der natürlichen Milchleistung (Laktationskurvenverlauf) festgestellt werden, obwohl die beiden Kurven bis auf den Laktationsbeginn sehr ähnlich verliefen. GASKINS und ANDERSON (1980, 831) stellten für 2-jährige Mutterkühe unterschiedlicher Rassen (unter anderem Simmental x Angus) eine konvexe natürliche Laktationskurve fest, während sie bei den selben Kühen im Alter von 3 und 4 Jahren konkav verlief. Dies deckt sich mit den Ergebnissen des vorliegenden Versuches.

Die Milchleistungsdaten lassen sich nicht ohne Kenntnis der Futter- und Nährstoffaufnahme und damit der Bedarfsdeckung interpretieren. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte die Mutterkuh mit Grundfutter das Auslangen finden und Kraftfutter nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden. Daher wurde im vorliegenden Versuch bei den Mutterkühen nur Grundfutter in Form von Grassilage und Heu mäßiger Qualität eingesetzt (Grassilage: 5,13 MJ NEL, 120 g XP, 317 g XF; Heu: 5,20 MJ NEL, 131 g XP, 288 g XF).

Die durchschnittliche tägliche Futteraufnahme belief sich in den ersten 2 Laktationen auf 13,3 kg TM bei Gruppe 1 und 13,5 kg TM bei Gruppe 2.

In der Säugezeit lag die Futteraufnahme bei 13,7 kg TM (Gruppe 1) bzw. 14,4 kg (Gruppe 2). Die DLG (2009, 4) geht bei säugenden Mutterkühen im Gewichtsbereich von 600 bis 750 kg (das entspricht dem durchschnittlichen Gewichtsbereich der Kühe im vorliegenden Versuch) in den ersten 150 Laktationstagen von einer täglichen Trockenmasseaufnahme von 14,0 bis 15,0 kg aus. In der restlichen Säugephase wird von einer Futteraufnahme von 13,5 bis 14,0 kg Trockenmasse ausgegangen. Beide Gruppen zeigten demnach eine eher unterdurchschnittliche bis durchschnittliche Futteraufnahme. Davon auszunehmen sind die Futteraufnahmen in den

Säugeperioden der 3. und 4. Laktationen, die in Gruppe 1 auf 14,2 und in Gruppe 2 sogar auf 15,5 kg anstiegen. Bei einem Versuch mit Simmental-Kühen stellten ESTERMANN et al. (2002, 1125 und 1128) bei einer durchschnittlichen Lebendmasse von 570 kg eine Futteraufnahme in der Säugezeit von 14,0 kg TM/Tag fest. Der Energiegehalt im vorgelegten Futter (Grassilage, Heu und Stroh im Verhältnis 1:0,7:0,3) lag mit 5,0 MJ NEL auf einem ähnlichen Niveau wie im vorliegenden Versuch.

In der Trockenstehzeit wurden 13,3 kg (Gruppe 1) bzw. 12,9 kg TM (Gruppe 2) aufgenommen. Das liegt deutlich über den Empfehlungen der DLG (2009, 4), die bei einer Lebendmasse von 600 bis 750 kg von einer Trockenmasseaufnahme von 10,5 bis 11,5 kg ausgeht. Auch die Energiedichte war höher als jene, die als Bedarfswert in der Trockenstehzeit (4,4 bis 4,8 MJ NEL/kg TM) angegeben wird. Erst am Ende der Trächtigkeit sollte die Energiedichte im Futter wieder ansteigen (5,2 bis 5,6 MJ NEL/kg TM), da die Tiere einen erhöhten Bedarf aufweisen (DLG, 2009, 4). Aufgrund der nicht differenzierten Fütterung zwischen Säugezeit und Trockenstehzeit waren die Tiere in der Trockenstehzeit (ausgenommen in der letzten Phase der Trächtigkeit) mit Energie überversorgt. Das sieht man auch bei der Betrachtung der Lebendmasse- bzw. BCS-Verläufe. Nach dem Absetzen nahmen besonders die Tiere der Gruppe 1 und das vor allem von der 1. auf die 2. Abkalbung stark an Lebendmasse und Körperkondition zu. Von der 2. auf die 3. Abkalbung verliefen die Kurven mehr oder weniger parallel, wobei sich die Gruppe 2 ständig auf tieferem Niveau befand. Als Folge der energetischen Überversorgung in der verlängerten Zwischenkalbezeit nahmen aber die Tiere der Gruppe 2 kontinuierlich weiter zu, sodass sie bis zur 3. Abkalbung die Tiere der Gruppe 1 hinsichtlich der Lebendmasse einholten.

Die bedarfsgerechte Versorgung wird aus der Energiebilanz, das heißt, aus der Differenz zwischen Energieaufnahme und Energiebedarf ersichtlich. Hier konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. So lag die durchschnittliche Energiebilanz 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. Hier zeigten sich auch Unterschiede in 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. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Säugezeit in Gruppe 1 deutlich kürzer war und daher nur die intensivere Zeit des Säugens, in der die Tiere oftmals ein Energiedefizit aufweisen, berücksichtigt wurde. In Gruppe 2 war mit der längeren Säugephase schon jene Zeit miteingefasst, in der die Milchproduktion zurückging und daher ab etwa der Mitte der Säugeperiode 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 Überversorgung mit Energie. Um solche Überversorgungen zu vermeiden, hätte hier Futter mit noch niedrigerer Energiedichte (4,0 bis 4,7 MJ NEL/kg TM (STEINWIDDER, 2012, 110)) eingesetzt werden sollen. Voraussetzung für eine solche geringere Energiedichte ist allerdings eine ausreichende Körperkondition der Kühe.

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

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Absetztermin keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die durchschnittliche Trockenmasseaufnahme pro Tag hatte. Es zeigte sich jedoch, dass die verbrauchte Futtermenge für die Tiere der Gruppe 2 im Zeitraum zwischen 2. und 3. Abkalbung signifikant höher lag als zwischen 1. und 2. Abkalbung. Das ist auf die verspätete Trächtigkeit und die damit verbundene längere Trockenstehzeit zurückzuführen. Hinsichtlich der täglichen Nährstoffaufnahme konnten zwischen den Gruppen nach der 2. bzw. 3. Abkalbung keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Bei Grundfutter mit nur mäßiger Qualität und Tieren mit einer für Mutterkühe doch sehr hohen Milchleistung ist also in der 1. Hälfte der Säugeperiode mit einem Energiedefizit und damit einer Mobilisierung von Körpermasse zu rechnen. Wie bereits erwähnt, konnte dies im vorliegenden Versuch beobachtet werden. Die Mutterkühe gingen mit einem durchschnittlichen BCS von 3,22 (Gruppe 1) bzw. 3,14 (Gruppe 2) in die Laktation. Dieser Wert sollte nach DLG (2009, 11) bei der

Abkalbung zwischen 3,25 und 3,75 liegen. Der Nadir lag in den Gruppen bei 2,72 bzw. 2,40 Punkten. Der Mindest-BCS von 2,75 wurde somit unterschritten. Statistisch signifikant stach hierbei Gruppe 2 mit einem Nadir von 2,13 nach der 2. Abkalbung hervor. Hier starteten die Mutterkühe mit einem BCS von 2,72 allerdings bereits deutlich unterkonditioniert in die Laktation. STEINWIDDER und HÄUSLER (2004, 7) gehen davon aus, dass bei Tieren mit einem BCS unter 2,75 bei der Abkalbung die 1. Brunst später auftritt bzw. generell eine schlechtere Fruchtbarkeit auftritt als bei Tieren mit einer angemessenen Körperkondition. RICHARDS et al. (1986, 300) kamen bei einem Versuch mit Angus-Mutterkühen und Kreuzungstieren verschiedener Rassen zu der Erkenntnis, dass die Körperkondition bei der Abkalbung den wichtigsten Faktor zur Beeinflussung eines erneuten Zyklus bzw. einer erneuten Trächtigkeit darstellt. Ein niedriger BCS bei der Abkalbung bedeutete hierbei 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 konnten die Tiere der Gruppe 2 dieses Defizit jedoch wieder kompensieren.

HUDSON et al. (2010, 1578 und 1580) beschreiben einen Versuch, bei dem Angus-Mutterkühe hinsichtlich ihres BCS und ihrer Lebendmasseentwicklung untersucht wurden. Die Tiere wurden in 2 Gruppen mit unterschiedlichen Absetzterminen eingeteilt (210 Tage, 300 Tage) und wiesen beim Absetztermin der ersten Gruppe (nach 210 Tagen) eine ähnliche Lebendmasse sowie BCS auf. Danach konnten die früh abgesetzten Tiere statistisch signifikant mehr zunehmen als jene Gruppe, die noch säugte. Vor Beginn der nächsten Abkalbperiode wiesen die Tiere mit der kurzen Säugezeit eine statistisch signifikant höhere Lebendmasse und höhere BCS-Werte auf. Dies deckt sich mit den Ergebnissen des vorliegenden Versuches. Gruppe 1 konnte demnach vor allem nach der 1. Säugeperiode durch die kürzere Säugezeit mehr an Körpermasse zulegen als Gruppe 2.

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, 118). Dies hält die Tierarzkosten niedrig und erhöht die Wirtschaftlichkeit.

Als Maßzahlen für die Fruchtbarkeit gelten die Zwischenkalbezeit und der Besamungsindex.

Da pro Jahr ein aufgezogenes Kalb anzustreben ist (BAUER und GRABNER, 2012, 10), sollte die Zwischenkalbezeit 365 Tage betragen. 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 mit der statistisch signifikant längeren Zwischenkalbezeit (534 Tage) der Gruppe 2 zwischen 2. und 3. Abkalbung erklären. Wie bereits oben erwähnt, beschreiben RICHARDS et al. (1986, 300 und 304), dass für eine erneute Trächtigkeit der Mutterkuh die Körperkondition zum Zeitpunkt der Abkalbung eine maßgebliche Rolle spielt. Unterkonditionierte Tiere haben niedrigere Trächtigkeitsraten als normal bzw. gut konditionierte Tiere. Dies führt dementsprechend zu längeren Zwischenkalbezeiten und zu einem höheren Besamungsindex, wie es im vorliegenden Versuch bei Gruppe 2 nach der 2. Abkalbung der Fall war.

Der Besamungsindex sollte im Mutterkuhbereich im Herdendurchschnitt bei maximal 2 liegen (BAUER und GRABNER, 2012, 49). 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.

Schwierigkeiten bei der Belegung lassen sich darauf zurückführen, dass möglicherweise nicht immer der optimale Belegezeitpunkt festgestellt werden konnte. Die Brunst von Mutterkühen ist oft nicht stark ausgeprägt und dauert nur kurz. Das wird durch das Saugen der Kälber hervorgerufen und erschwert daher die Erkennbarkeit (BAUER und GRABNER, 2012, 25 und 36). Es ist besonders bei künstlicher Besamung – wie im vorliegenden Versuch – die Brunstbeobachtung äußerst wichtig. Ebenso ist der Einsatz eines Deckstieres zu überdenken. In einem Praxisversuch an der LFS Grabnerhof verringerte sich die Zwischenkalbezeit beim

Einsatz eines Deckstieres von 407 auf 383 Tage (persönliche Mitteilung Häusler, 04.10.2013).

Der Abkalbeverlauf bei einer Mutterkuh sollte sich möglichst leicht gestalten, am Besten ohne Hilfe von außen. BAUER und GRABNER (2012, 27) beschreiben einen Versuch, in dem unter anderem der Abkalbeverlauf dokumentiert wurde. Bei Fleckvieh x Limousin Gebrauchskreuzungen lag der Anteil der Geburten ohne Geburtshilfe bzw. mit Hilfe einer Person bei 82 %. Bei Fleckvieh x Charolais Gebrauchskreuzungen sank dieser Wert auf 55 % ab. Im vorliegenden Versuch konnten mit 75 % bzw. 56 % ähnliche Ergebnisse erzielt werden. COMERFORD et al. (1987, 71) beschreiben ebenfalls einen Versuch, in dem der Abkalbeverlauf dokumentiert wurde. Bei Simmental x Limousin Kreuzungen wurde auf einer Skala von 1 bis 5 ein Abkalbeverlauf von 1,19 erreicht. Das bedeutet, dass hierbei kaum Geburtshilfe geleistet werden musste. Dies deckt sich ebenfalls mit den Ergebnissen des vorliegenden Versuches.

Laut GOLZE et al. (1997, 63) kommen Schweregeburten vor allem bei der 1. Abkalbung vor. Im vorliegenden Versuch konnten allerdings die leichtesten Geburten bei der 1. Abkalbung verzeichnet werden. Danach folgte die 3. Abkalbung und die 2. Abkalbung stellte für die Kühe die schwerste dar. Dieses Ergebnis deutet auf eine diesbezüglich ungünstigere Veranlagung der Charolais-Stierväter im Vergleich zum Limousin Stier in der 1. Laktation hin.

Bei den Blutparametern konnten zwischen den Gruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Alle Parameter befanden sich im Referenzbereich. Es konnte jedoch bei allen Merkmalen, außer beim Creatinin, ein signifikanter Laktationseinfluss festgestellt werden. Allerdings befanden sich hier nur wenige Parameter außerhalb des natürlichen Schwankungsbereiches. In der 2. Laktation konnte in der Gruppe 2 ein geringfügig über dem Referenzbereich liegender GOT-Gehalt ermittelt werden. Erhöhte GOT-Gehalte sind mit Leberschädigungen in Folge von Fütterungsfehlern (zu viel Protein, zu wenig Energie) und damit einhergehenden Fruchtbarkeitsproblemen in Verbindung zu bringen (LOTTHAMMER und WITTKOWSKI, 1994, 139).

Die in der 3. Laktation der Gruppe 2 erhöhten BHB- und FFS-Gehalte weisen ebenfalls auf eine stärkere Belastung der Kühe dieser Gruppe hin. Erhöhte BHB- und FFS-Gehalte treten bei energetischer Unterversorgung und verstärkter

Körperreservenmobilisation auf (WANNER, 1991, zit. nach FISCHER, 1996, 14f). Eine Ursache dafür kann eine Verfettung vor der Abkalbung darstellen (KRAFT und DÜRR, 2005, 308f). Allerdings handelte es sich im vorliegenden Fall nur um eine leichte Aktivitätssteigerung (KRAFT und DÜRR, 2005, 150). Die Blutparameter unterstützen jedoch die Interpretation der oben angeführten Ergebnisse.

6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis

Beim Vergleich der Versuchsgruppen mit 180 bzw. 270 Tagen Säugedauer ließen sich hinsichtlich der erhobenen Milchleistung sowie hinsichtlich der Futter- und Nährstoffaufnahme keine wesentlichen Unterschiede feststellen. Hinsichtlich der Entwicklung der Körperkondition der Mutterkühe konnten jedoch deutliche Unterschiede nachgewiesen werden.

- Die Milchleistung von Fleckviehmutterkühen liegt gegenüber anderen Mutterkuhrassen auf einem hohen Niveau, was für die Entwicklung des Kalbes Vorteile bringt, andererseits aber die Anforderungen an die Ration, vor allem in der Säugezeit, erhöht.
- Die Milchleistung ist auch bei mäßiger Grundfutterqualität zufriedenstellend, allerdings zeigen sich negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit und damit die Zwischenkalbezeit.
- Gerade in den ersten Monaten der Säugezeit sollte daher eine gute Grundfutterqualität angestrebt werden, damit die Kühe die hohe Milchleistung halten können und selbst nicht zu sehr an Körpersubstanz verlieren.
- Eine gemeinsame Ration für alle Tiere einer Mutterkuhherde erfüllt nicht die Anforderungen an eine weitestgehend bedarfsgerechte Ration. Es hat zumindest eine Trennung zwischen den säugenden und den trockenstehenden Kühen zu erfolgen, um den unterschiedlichen Anforderungen bezüglich Nährstoffaufnahme und Energiedichte gerecht zu werden.
- Die Ergebnisse des vorliegenden Versuches sowie Literaturangaben weisen darauf hin, 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.
- Die Tiere sollten regelmäßig beurteilt (BCS) bzw. gewogen werden, um sich ein Bild über die Entwicklung der Körperkondition der Herde und damit der Fütterung verschaffen zu können. Sowohl Unter- als auch Überkonditionierungen stehen in Zusammenhang mit Fruchtbarkeitsproblemen und damit verlängerten Zwischenkalbezeiten und müssen daher 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 etwas niedrigeren Milchleistung, wirkt sich aber besonders negativ auf die Fruchtbarkeit und damit die Zwischenkalbezeit aus.
- Beim Einsatz von mäßiger Grundfutterqualität in der Mutterkuhhaltung stellt die Verkürzung der Säugedauer eine Möglichkeit dar, um einen zu starken Körpermasseabbau der Mutterkuh zu verhindern. Das wirkt sich positiv auf Milchleistung und Fruchtbarkeit aus, damit die Forderung, pro Kuh und Jahr ein gesundes Kalb mit guter Qualität verkaufen zu können, erfüllt wird.

7 Zusammenfassung

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde in einem Mutterkuhversuch der Einfluss des Absetztermins (Gruppe 1 180 Tage Säugedauer bzw. Gruppe 2 270 Tage Säugedauer) unter extensiven Fütterungsbedingungen auf Milchleistung, Futteraufnahme und Nährstoffversorgung, Lebendmasseentwicklung, Tiergesundheit und Fruchtbarkeit von Fleckviehkühen untersucht. Es wurden 8 Kalbinnen der Milchviehherde für den Versuch herangezogen und entsprechend dem Milchzuchtwert den zwei Gruppen zugeordnet. Die Fütterung der Kühe erfolgte ausschließlich mit spät geerntetem Grundfutter (Heu und Grassilage) zur freien Aufnahme sowie einer Mineralstoff- und Vitaminergänzung. Die Futteraufnahme wurde täglich individuell erhoben. Einmal wöchentlich wurden die Tiere gewogen und die säugenden Mutterkühe mittels Melkmaschine gemolken. Der Versuch erstreckte sich über 3 vollständige Säuge- und Trockenstehperioden.

Der Energiegehalt des Heus bzw. der Grassilage lag im Durchschnitt bei 5,20 und 5,13 MJ NEL und der Gehalt an Rohprotein bei 13 bzw. 12 % je kg Trockenmasse. In der Säugezeit nahmen die Kühe der Gruppe 1 täglich durchschnittlich 13,7 kg bzw. in Gruppe 2 14,4 kg und in der Trockenstehphase 13,3 bzw. 12,9 kg Trockenmasse auf. Die Milchleistung der Kühe betrug bei 180 Tagen Säugedauer 2250 kg (2053 kg ECM) und bei 270 Tagen Säugedauer 3270 kg (2858 kg ECM). Der Gehalt an Milch Inhaltsstoffen wurde von der Säugedauer nicht signifikant beeinflusst und lag bei durchschnittlich 3,34 % Fett, 3,03 % Eiweiß und 4,84 % Laktose. Hinsichtlich der Körperkondition 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 Säugeperiode auf unter 2,25 zurück. Die Mutterkühe dieser Gruppe zeigten in Folge einen signifikant erhöhten Besamungsindex (> 5 Besamungen) und eine signifikant verlängerte Zwischenkalbezeit (534 Tage). Dadurch war es den Tieren der Gruppe 2 möglich, ihre Körperkondition bis zur 3. Abkalbung wieder zu verbessern und eine ähnlich hohe Lebendmasse wie Gruppe 1 zu erreichen.

Summary

In the context of an experiment at the Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein with suckler cows of the Simmental breed, the influence of the length of the suckling period (group 1 180 days and group 2 270 days) on milk yield, feed intake and nutrient supply, changes of the live weight, health and fertility, at extensive feeding conditions was investigated. Therefore, 8 heifers from the dairy herd were parted in the two groups with the different suckling periods according to their milk breeding value. The cows were fed with hay, grass silage and additionally with supplements of mineral nutrients and vitamins. The feed intake was measured daily and individually. Once a week the cows were weighed and those in lactation milked with a milking machine. The experiment lasted for three suckling and dry periods.

The energy content of the used hay and the grass silage was 5.20 and 5.13 MJ NEL respectively and the crude protein content per kg dry matter was 13 and 12 % respectively. During the suckling period the daily intake of dry matter of the cows in group 1 (180 days) was 13.7 kg and in group 2 (270 days) 14.4 kg. During the dry period the intake of dry matter was 13.3 kg and 12.9 kg respectively. The milk yield of the cows with 180 days suckling period was 2250 kg (2053 kg ECM) and 3270 kg (2858 kg ECM) for the cows with the longer suckling period. The length of the suckling period had no significant influence on milk contents with an overall average of 3.34 % fat, 3.03 % protein and 4.84 % lactose.

According to the cows' body-condition, there was a significant interaction between group and number of lactation. The suckler cows with the longer suckling period had a significant lower body-condition (BCS <2.75) at their second calving, which dropped under a minimum of 2.25 during the suckling period. Therefore, these cows showed a significant higher number of artificial insemination (> 5/cow) and an explicit longer calving interval (534 days). As a result, these cows could improve their body condition until the third calving and reached a body weight similar to group 1.

8 Literaturverzeichnis

ANTHONY, W.B., P.F. PARKS, E. L. MAYTON, L. V. BROWN, J. G. STARLING und T.B. PATTERSON (1959): A new technique for securing milk production data for beef cows nursing calves in nutrition studies. In: Abstracts of Papers for Presentation at the 51st Annual National Meeting of the American Society of Animal Production. Journal of Animal Science 1959, 18:1460-1568.

ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖSTERREICHISCHER FLECKVIEHZÜCHTER (2012): Zuchtprogramm Fleckvieh Austria. <http://www.fleckvieh.at/fleckvieh-austria-zuchtprogramm.html>, besucht am 08.02.2013.

ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖSTERREICHISCHER FLECKVIEHZÜCHTER (s.a.): Zuchtprogramm Fleckvieh Fleisch Austria. <http://www.fleckvieh.at/fleckvieh-fleisch/zuchtprogramm.html>, besucht am 08.02.2013.

BAUER, K. und R. GRABNER (2012): Mutterkuhhaltung. Leopold Stocker Verlag, Graz.

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. Journal of Animal Science 1990, 68: 937-943.

BMLF – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (1981): Mutterkuhhaltung – Hinweise, Anregungen, Beispiele. Beratungsschrift 41.

BMLF (1990): Mutterkuh-Haltung. AV-Druck, Wien.

BMLF (1994): 35. Grüner Bericht. Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1993. Wien.

BMLF (1996): 37. Grüner Bericht 1995. Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1995. Wien.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2012): 53. Grüner Bericht 2012. Tabelle 3.1.34 – Rinderrassen nach Bundesländern am 1. Dezember 2011. <http://www.agraroekonomik.at/index.php?id=gruenerbericht>, besucht am 19.10.2013.

BMLFUW (2013): 54. Grüner Bericht 2013. Tabelle 3.1.30 – Rinderbestand und Halter in Österreich, Berggebiet und BIO Betriebe; 2011 und 2012 insgesamt. <http://www.agraroekonomik.at/index.php?id=gruenerbericht>, besucht am 19.10.2013.

CHENETTE, C.G. und R.R. FRAHM (1981): Yield and composition of milk from various two-breed cross cows. *Journal of Animal Science* 1981, 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. *Journal of Animal Science* 1987, 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. *Journal of Animal Science* 1987, 64:65-76.

DE VRIES, M.J. und R.F. VEERKAMP (2000): Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *Journal of Dairy Science* 2000, Vol. 83, No. 1.

DLG (2009): Empfehlungen zur Fütterung von Mutterkühen und deren Nachzucht. Frankfurt am Main.

EDMONSON, A.J., I.J. LEAN, L.D. WEAVER, T. FARVER und G. WEBSTER (1989): A Body Condition Scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* Vol. 72, No. 1.

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. *Journal of Animal Science* 2002, 80:1124-1134.

GASKINS, C.T. und D.C. ANDERSON (1980): Comparison of lactation curves in Angus-Hereford, Jersey-Angus and Simmental-Angus cows. *Journal of Animal Science* 1980, 50:828-832.

GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG Verlag, Frankfurt am Main.

GfE (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 191-197.

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. BLV Verlag, München.

GRUBER, L. (1993): Grundfutterqualität und Milchviehfütterung. In: Bericht über die österreichweite Silagetagung, LFS Grabnerhof/BAL Gumpenstein, 13.-14. Jänner 1993, Irdning, 95-102.

GRUNERT, E. und M. BERCHTOLD (1999): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3., neubearbeitete Auflage. Parey Buchverlag, Berlin.

HAGER, A. (2013): Ergebnisse der Arbeitskreise in der Mutterkuhhaltung 2012. <http://www.lko.at/?+Ergebnisse+der+Arbeitskreise+in+der+Mutterkuhhaltung+2012+&id=2500%2C1788818%2C%2C%2C>, besucht am 19.10.2013.

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. In: 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung. Züchtung, Rindfleisch und Mutterkühe, Forschungsergebnisse LFZ, Fütterungstechnik (Hrsg. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein), Irdning, 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. Journal of Animal Science 2010, 88:1577-1587.

HUTH, F.-W. (1995): Die Laktation des Rindes: Analyse, Einfluss, Korrektur. Ulmer Verlag, Stuttgart.

JENKINS, T.G. und C.L. FERRELL (1992): Lactation characteristics of 9 breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *Journal of Animal Science* 1992, 70:1652-1660.

JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2., überarbeitete Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart.

KRAFT, W. und U. DÜRR (2005): Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 6. Auflage. Schattauer Verlag, Stuttgart.

LOTTHAMMER, K.H. und G. WITTKOWSKI (1994): Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder. Ulmer Verlag, Stuttgart.

MCMORRIS, M.R. und J. W. WILTON (1986): Breeding system, cow weight and milk yield effects on various biological variables in beef production. *Journal of Animal Science* 1986, 63:1361-1372.

NEVILLE W.E. JR. (1962): Influence of dam's milk production and other factors on 120- and 240-day weight of Hereford calves. *Journal of Animal Science* 1962, 21:315-320.

PENNINGTON, J.A., J.L. ALBRIGHT und C.J. CALLAHAN (1986): Relationships of sexual activities in estrous cows to different frequencies of observation and pedometer measurements. *Journal of Dairy Science* 69:2925-2934.

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. *Journal of Animal Science* 1986, 62:300-306.

RUTTER, L.M. und R.D. RANDEL (1984): Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *Journal of Animal Science* 1984, 58:265-274.

SCHOLZ, H., A.Z. KOVACS, J. STEFLER, R.-D. FAHR und G.V. LENGERKEN (2001): Milchleistung und -qualität von Fleischrindkühen während der Säugeperiode. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 44 (2001), 611-620.

SIMPSON, R.B., D.P. WESEN, K.L. ANDERSON, J.D. ARMSTRONG und R.W. HARVEY (1995): Subclinical mastitis and milk production in primiparous Simmental cows. Journal of Animal Science 1995, 73: 1552-1558.

SAS 9.2 (2008): SAS Version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

STATISTIK AUSTRIA, LEBENSMINISTERIUM (2012): Struktur der Mutterkühe. <http://duz.lebensministerium.at/duz/duz/theme/view/1430094/0/600>, besucht am 01.10.2012.

STEINWENDER, R. und H. GOLD (1989): Produktionstechnik und Gebrauchskreuzungen in der Mutterkuhhaltung. In: Sonderdruck aus Die Bodenkultur, Journal für landwirtschaftliche Forschung, 40. Band, Heft 4, November 1989. Österreichischer Agrarverlag, Wien.

STEINWIDDER, A. (2012): Qualitätsrindermast im Grünland. Mutterkuhhaltung, Jungrinder-, Ochsen-, Kalbinnen-, Bullenmast. Leopold Stocker Verlag, Graz.

STEINWIDDER, A. und J. HÄUSLER (2004): Anforderungen an die Fütterung im Mutterkuhbetrieb. In: 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 27.-28. April 2004, Bericht BAL Gumpenstein 2004, 5-20.

STÖBER, M. und H.-D. GRÜNDER (1990): In: ROSENBERGER G.: Die klinische Untersuchung des Rindes. 3., neubearbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

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. Journal of Animal Science 1973, 37:153-158.

VDLUFA – Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (1976): VDLUFA Methodenbuch Band 3: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Mit Ergänzungslieferungen von 1983, 1988, 1993, 1997, 2004, 2006 und 2007, VDLUFA Verlag, Darmstadt.

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.