

## Ketose vorbeugen - Versuchsergebnisse zur Verringerung des Energiedefizits bei Bio-Milchkühen

Andreas Steinwider<sup>1\*</sup>, Stefanie Ratheiser<sup>2</sup>, Leopold Podstatzky<sup>1</sup>, Hannes Rohrer<sup>1</sup>, Markus Gallnböck<sup>1</sup>, Johann Gasteiner<sup>1</sup> und Werner Zollitsch<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

Die Ketose, oder auch Acetonämie genannt, kann vor allem bei hochleistenden Kühen in den ersten Wochen nach der Abkalbung auftreten. Die häufigste Ursache für Ketose stellt eine deutliche energetische Unterversorgung dar. Abhängig vom Grad der energetischen Unterversorgung und der damit verbundenen Mobilisierung von Körperreserven, können dadurch negative Auswirkungen auf die Leistung, Immunfunktion, Gesundheit, Fruchtbarkeit und Langlebigkeit auftreten.

In der vorliegenden Arbeit werden zwei Versuchen vorgestellt, in denen Strategien zur Reduktion des Energiedefizits zu Laktationsbeginn unter biologischen Bedingungen untersucht wurden. In Versuch 1 wurden dazu drei Kraftfutter-Anfütterungsstrategien in der Transitphase sowie zwei Melkfrequenzen in der ersten Laktationswoche in einem zweifaktoriellen Versuch geprüft. In Versuch 2 wurden die Effekte eines reduzierten Milchentzugs in den ersten 2 Laktationswochen untersucht.

Unter den in Versuch 1 gegebenen Versuchsbedingungen zeigten sich hinsichtlich der Kraftfutter-Anfütterung negative Effekte, wenn diese erst drei Wochen nach der Abkalbung begann. Im Vergleich zur Kontrollgruppe, wo die Kraftfuttermenge ab Laktationsbeginn einsetzte, führte eine dreiwöchige langsam steigende Kraftfutter-Anfütterung beginnend drei Wochen vor der Abkalbung zu keinen positiven Effekten auf die Energieaufnahme, Milchleistung, Energiebilanz sowie die zu Laktationsbeginn untersuchten Stoffwechselformen. Die nur einmal tägliche Melkung der Kühe in der ersten Laktationswoche hatte keinen Einfluss auf die Futteraufnahme und verbesserte die Energiebilanz sowie die untersuchten physiologischen Parameter. Die Tiere dieser Gruppe benötigten weniger tierärztliche Behandlungen und hatten eine verkürzte Dauer bis zur ersten Brunst. Jedoch lagen die Tiere dieser Gruppe nicht nur in der ersten Laktationswoche, sondern in den ersten sieben Laktationswochen in der ECM-Leistung signifikant tiefer und in der Milchzellzahl signifikant höher als in der Kontrollgruppe, welche auch in der ersten Laktationswoche zweimal täglich gemolken wurde.

Wie die Ergebnisse von Versuch 2 zeigen, kann bei zweimal täglicher Melkung jedoch reduziertem Milchentzug in den ersten zwei Laktationswochen, die Energiebilanz von Kühen nach der Abkalbung signifikant verbessert werden. Jedoch muss auch in diesem Fall mit leichten (nicht signifikanten) Nachwirkungen im weiteren Milchleistungsverlauf gerechnet werden. Hinsichtlich der Eutergesundheit und Milchzellzahlgehalte zeigten sich keine Unterschiede zur Kontrollgruppe.

Fasst man die Ergebnisse beider Versuche zusammen, dann muss bei Verzicht auf Kraftfutter in den ersten Laktationswochen mit einer Verschlechterung der Energiebilanz von Kühen und einem erhöhten Ketoserisiko ausgegangen werden.

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere,  
Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur (BOKU), Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Priv.-Doz. Dr. Andreas Steinwider, email: andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

Eine Kraftfutter-Anfütterung vor der Abkalbung verbesserte die Situation, im Vergleich zur Kraftfuttergabe ab der Abkalbung, nicht. Durch eine einmalige Melkung zu Laktationsbeginn oder einen eingeschränkten Milchentzug in den ersten Laktationstagen können die Energiebilanz und damit die Stoffwechselsituation verbessert werden. Beide Maßnahmen verringerten jedoch im weiteren Laktationsverlauf die Milchleistung numerisch (nicht signifikant). Bei einmaliger Melkung in der ersten Woche lag die Milchzellzahl im gesamten Laktationsverlauf höher, bei einem verringerten Milchentzug bei zweimaliger Melkung (Versuch 2) wurde diesbezüglich kein Effekt festgestellt.

Neben den angeführten Möglichkeiten zur Reduktion des Energiedefizits bzw. Ketose-Risikos sollten die bereits bisher bekannten Vorbeuge-Möglichkeiten jedenfalls konsequent genutzt werden. Dazu zählen: 1. Keine verfetteten Kalbinnen und Kühe bei der Abkalbung; 2. Gleitende Futterumstellung in den letzten 2-3 Wochen vor der Abkalbung auf das Laktations-Grundfutter; 3. Beste Betreuung der Tiere rund um die Geburt; 4. Optimierung der (Grund-) Futteraufnahme nach der Geburt (bestes Grundfutter, häufige Futtervorlage, optimale Stallbedingungen, Lockfütterung); 5. Beachtung der Milch Inhaltsstoffe sowie Nutzung sonstiger Daten oder Verhaltensbeobachtungen (Futteranalysen, Sensordaten etc.) im Management; 6. Vorbeugung von Milchfieber bzw. sonstiger Stoffwechselbelastungen im Geburtszeitraum; 7. Langsame Kraftfuttersteigerung in den ersten Laktationstagen; 8. Berücksichtigung der betriebsindividuellen Fütterungsmöglichkeiten bei der Zuchttierauswahl und Züchten mit „starken“ Kuhlilien des Betriebes; 9. Tiergemäße Haltungsbedingungen und beste Betreuung. Mängel in den Bereichen Fütterung, Haltung, Stallung, Klima und Tierbetreuung können durch den Einsatz von Futterzusatzstoffen jedenfalls nicht kaschiert werden. Vorbeugen ist besser als heilen!

Schlagwörter: Ketose, Bio-Milchviehkühe, Kraftfutter, Melkung, Grundfutter

### Summary

Ketosis, also known as acetonemia, can occur in high-yielding cows in the first few weeks after calving. The most common cause of ketosis is a clear energetic undersupply. Depending on the degree of energetic undersupply and the associated mobilization of body reserves, this can have negative effects on performance, immune function, health, fertility and longevity. In this paper, two experiments are presented in which strategies to reduce the energy deficit at the beginning of lactation under biological conditions were investigated. In trial 1, three concentrate feeding strategies in the transit phase and two milking frequencies in the first week of lactation were tested in a two-factor trial. In trial 2, the effects of reduced milk withdrawal in the first 2 weeks of lactation were examined.

Irrespective of the milking frequency, the absence of concentrates up to 21 days in milk (DIM; C+21) reduced feed and energy intake, decreased energy balance (EB) and worsened the metabolic status of cows during early lactation in experiment 1. Compared to cows offered concentrate three weeks pre-partum (C-21) cows fed concentrate from DIM 1 onwards (C+1) showed no differences in energy intake, milk yield, EB and metabolic parameters. Therefore, data does not support the hypothesis that a delayed concentrate allocation can decrease negative EB and improve metabolic status. In contrast, milking once in the first week of lactation significantly improved the cows' energy balance in the first seven weeks of lactation. This effect occurred in all concentrate groups but was less pronounced when concentrate supplementation started late (C+21). Once a day milking (M1) from

DIM 1 to 7 had no effects on feed intake, but significantly reduced ECM yield in the first seven weeks of lactation, however this effect was not significant in C+21. Although BCS did not change measurably with 1x milking, plasma metabolites were in a more favourable range. In M1 cows showed significantly higher SCC, but needed fewer veterinary treatments and were inseminated earlier, although no effects on the other reproduction parameters were found. In experiment 2 the twice-daily milking with reduced milk withdrawal increased the energy balance of cows after calving. However slight (non-significant) carry over effects must be expected in the further course of the milk yield. With regard to udder health and milk cell count, there were no differences to the control group found.

Both experiments show that a one-time milking at the beginning of lactation or limited milk withdrawal in the first days of lactation can improve the energy balance and thus the metabolic situation. However, both measures reduced the milk yield slightly (not significantly) in the further course of lactation. With a single milking in the first week, the milk cell count was higher over the entire course of the lactation, with a reduced milk withdrawal with two milkings (experiment 2), no effect was found in this regard.

In addition to the options listed above, the already known management factors should also be used consistently for reducing the risk of ketosis. These include: 1. No fat heifers and cows at calving; 2. Gradual conversion of the cows to the lactation forage in the last 2-3 weeks before calving; 3. Best care of the animals around the birth; 4. Optimization of (forage) feed intake after birth (best forage quality, frequent feeding, optimal stable conditions); 5. Consideration of milk components and use of other data or behavioral observations (feed analysis, sensor data, etc.) in management; 6. Prevention of milk fever or other metabolic stress factors during the transition period; 7. Slow increase in concentrated feed in the first days of lactation; 8. Consideration of farm-specific feeding options when selecting animals and breeding with „strong“ cow lines of the farm; 9. Animal-friendly husbandry conditions and good care. In any case, deficiencies in the areas of feeding, husbandry, stables, climate and animal care cannot be concealed by the use of feed additives. Prevention is better than cure!

Keywords: Ketosis, organic dairy cows, concentrates, milking, forage

## 1. Einleitung

### 1.1 Ketose

Die Ketose, oder auch Acetonämie genannt, kann vor allem bei hochleistenden Kühen in den ersten Wochen nach der Abkalbung auftreten. Durch Störungen im Stoffwechsel, zumeist bedingt durch energetische Unterversorgung, kommt es zur Abmagerung, zu Milchleistungsabfall sowie zu erhöhtem Auftreten von Ketonkörpern im Blut, Harn und in der Milch. Die Atemluft riecht süßlich-obstartig. Die Tiere werden matt, schwach und zeigen wenig Appetit. Der Kot wird fester und dunkler als normal, es treten teilweise auch Nervenstörungen auf (Blindheit, geistesabwesendes Belecken der Umgebung, Speicheln, Tobsuchtsanfälle etc.). Es kommt zur Schädigung der Leber.

Eine spontan auftretende Ketose (primäre Ketose) wird als Type-I-Ketose bezeichnet, welche in der Regel drei bis sechs Wochen post partum auftritt und nicht mit puerperal auftretenden Krankheiten (Endometritis, Mastitis, Laminitis usw.) einhergeht. Kühe mit Type-I-Ketose zeigen häufiger Hypoglykämie und Hypoinsulinämie und entwickeln seltener Leberverfettung als Kühe mit Type-II-Ketose. Allerdings kann es durch Hypo-

glykämie und hohe BHB-Konzentrationen bei dieser Ketose-Form zu Nervosität und vorübergehenden ZNS-Störungen kommen. Die zweite Ketoseform (sekundäre Ketose oder Ketose-Typ-II) tritt meistens früher im Laktationsverlauf auf und geht oft mit puerperal auftretenden Krankheiten einher. Die Ursache für eine Type-II-Ketose ist meistens eine Überfütterung in der Trockenstehphase, wodurch die Anpassungsmöglichkeit der Kuh in der Transitperiode gestört wird. Kühe mit Type-II-Ketose zeigen meistens eine Hyperglykämie und Hyperinsulinämie und entwickeln häufig eine Leberverfettung.

Die Bestimmung von Ketose erfolgt üblicherweise über Blutproben. Erhöhte Gehalte an freien Fettsäuren im Blutserum weisen auf starken Körperfettabbau hin.

Vor der Abkalbung sollten diese 0,4 mmol/l und nach der Abkalbung 1 mmol/l nicht überschreiten. Ein Beta-Hydroxy-Buttersäurekonzentration (BHB) über 0,8-1,2 mmol/l weist auf beginnendes Ketose-Risiko (subklinische Ketose) hin. Bei akuten Ketosen werden häufig BHB Konzentrationen über 3 mmol/l gemessen. Da bereits subklinische Ketosen Folgeschäden verursachen, ist deren Vermeidung wichtig. Wenn eine klinische Ketose auftritt, dann werden vom Tierarzt Infusionen eingesetzt. Die Verfütterung von hohen Gaben an Zucker, Melasse oder Kraftfutter ist auf Grund des Pansenstoffwechsels als Behandlungsmaßnahme unwirksam. Die erkrankten Tiere sollten sich in frischer Luft bewegen können. Mängel in den Bereichen Fütterung, Haltung, Stallung, Klima und Tierbetreuung können durch den Einsatz von Futterzusatzstoffen jedenfalls nicht kaschiert werden.

In der Praxis werden zur regelmäßigen Kontrolle daher auch Hilfsmerkmale bzw. Schnelltests verwendet. Bei hochleistenden Kühen können sehr hohe Fett- und gleichzeitig geringe Eiweißgehalte in der Milch (hoher Fett-/Eiweiß-Quotient) auf Ketose hinweisen. Zu beachten ist dabei jedoch, dass diese Ergebnisse nicht immer eindeutig sind. Bei Weidehaltung kann zum Beispiel der Fettgehalt der Milch auf Grund der Aufnahme von hohen Mengen an ungesättigten Fettsäuren im Weidegras abgesenkt sein. Daneben gibt es auch Milch- und Blut-Teststreifen mit Farbskalen, die qualitative Ergebnisse liefern. In der routinemäßigen Milchanalytik werden aus den Mid-Infrarot-Ergebnissen Hilfwerte für ein vorhandenes Ketose-Risiko (Keto-MIR) geschätzt.

## 1.2 Transitphase sehr wichtig

Zu Laktationsbeginn steigt die Milchleistung von Milchkühen üblicherweise schneller als die Futtermittelaufnahme, daher befinden sich Milchkühe in diesem Stadium häufig in einer negativen Energiebilanz (EB). Abhängig vom Grad der energetischen Unterversorgung und der damit verbundenen Mobilisierung von Körperreserven, können negative Auswirkungen auf die Leistung, Immunfunktion, Gesundheit, Fruchtbarkeit und Langlebigkeit auftreten (Carbonneau et al., 2012; Ster et al., 2012; Wankhade et al., 2017; Macrae et al., 2019). Die EB frisch laktierender Kühe kann durch die Fütterung vor und im Zeitraum der Abkalbung sowie durch die Körperkondition (BCS) bei der Geburt wesentlich beeinflusst werden (Lins et al., 2003; Gruber et al., 2013; Urdl et al., 2015; Roche et al., 2015; Jørgensen et al., 2016). Vor der Abkalbung restriktiv gefütterte Kühe zeigten in Versuchen, im Vergleich zu übergesorgten Tieren, eine weniger stark ausgeprägte negative EB und günstigere Stoffwechselformparameter (Bjerre-Harpøth et al., 2014; Urdl et al., 2015; Roche et al., 2015). Kühe mit höherem BCS bei der Abkalbung produzierten mehr Milch, verloren nach dem Kalben jedoch mehr an Körperreserven, wiesen höhere BHBA-Konzentrationen im Blutplasma auf und zeigten ein erhöhtes Fettleber-Risiko (Roche et al., 2015).

Obwohl durch Steigerung der Energiekonzentration nach der Abkalbung die Energieaufnahme verbessert werden kann, bestehen diesbezüglich Grenzen (Strukturkohlenhydrat-Mindestbedarf, Begrenzung rasch fermentierbarer Kohlenhydrate etc.) in der Rationsgestaltung. Darüber hinaus können hochleistende Milchkühe zusätzlich aufgenommene Energie in Richtung weitere Steigerung der Milchproduktion verwenden, anstatt dadurch die negative EB zu reduzieren (Veerkamp und Koenen, 1999; Patton et al., 2006; Gruber et al., 2013). In der biologischen Landwirtschaft bestehen auch rechtliche und ökonomische

Beschränkungen hinsichtlich des Kraftfuttoreinsatzes und es müssen die Tiere im Sommer Zugang zu Weide haben (EC, 2008; EC, 2018). Ein Steigender Kraftfutteranteil kann die Grundfutteraufnahme reduzieren und die Futterkosten, insbesondere in biologischen Produktionssystemen, erhöhen (Horn et al., 2014). Untersuchungen von Law et al. (2011) zeigten, dass unter intensiven Fütterungsbedingungen eine verzögerte Kraftfuttersteigerung einen raschen Anstieg der Milchleistung sowie die Intensität der negativen EB nach der Geburt verringern kann. In nordirischen Milchviehbetrieben reduzierte eine verzögerte Kraftfutterzuteilung die Milchleistung während der ersten fünf Laktationswochen, verringerte die Häufigkeit von Fruchtbarkeitsbehandlungen innerhalb des ersten Laktationsmonats, erhöhte den Erstbesamungserfolg und hatte keinen Einfluss auf die 305-Tage Milchleistung. Es wurden jedoch keine langfristigen Vorteile hinsichtlich Leistung, Fruchtbarkeit, Gesundheit oder Tierabgänge beobachtet (Dale et al., 2016). Eine alternative Möglichkeit zur Verringerung des Energiedefizits in den ersten Tagen bzw. Wochen der Laktation könnte eine gezielte Begrenzung des Milchentzugs darstellen. In Versuchen verringerte ein reduzierter Milchentzug in den ersten 5-7 Laktationstagen den metabolischen Stress und hatte positive Auswirkungen auf die Immunreaktionen der Kühe, ohne die Produktivität der hochleistenden Milchkühe während der gesamten Laktation signifikant zu beeinträchtigen (Carbonneau et al., 2012; Lacasse et al., 2016; Morin et al., 2018). In Versuchen mit verringerter Melkfrequenz sank die Milchleistung, wurden die Energiebilanz und der Stoffwechselstatus verbessert (McNamara et al., 2008; Loiselle et al., 2009; Kay et al., 2013; Lacasse et al., 2016; Capelesso et al., 2019; Moallem et al., 2019) und kam es durch einen günstigeren Nährstoffversorgungsstatus zu einer früheren Wiederaufnahme des Ovarialzyklus (Clark et al., 2006; Patton et al., 2006; Stelwagen et al., 2013). Eine Verringerung der täglichen Melkfrequenz über mehrere Wochen kann jedoch die Milchleistung im weiteren Verlauf der Laktation einschränken (Dahl et al., 2004; Stelwagen et al., 2013; Capelesso et al., 2019) und die Zellzahl erhöhen (Kay et al., 2013; Capelesso et al., 2019).

Aufbauend auf die oben beschriebenen Ergebnisse wurden am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zwei Versuche unter Bio-Bedingungen durchgeführt. In Versuch 1 wurden die Auswirkungen von drei Kraftfutter-Anfütterungsstrategien rund um die Abkalbung sowie einer reduzierten Melkhäufigkeit (einmal bzw. zweimal) in der ersten Laktationswoche auf saisonal winterkalbende Bio-Milchkühe untersucht. In Versuch 2 wurden die Effekte eines reduzierten täglichen Milchentzugs (bei zweimaliger Melkung) in den ersten zwei Laktationswochen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe geprüft.

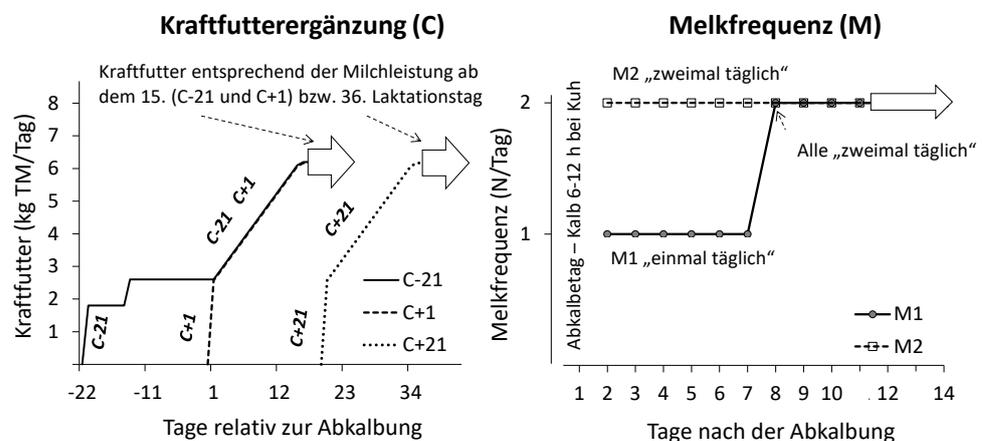
## 2. Tiere, Material und Methode

### 2.1 Versuch 1 – Kraftfutter-Anfütterungsstrategien sowie Melkfrequenzen

Eine ausführliche Beschreibung des Versuchs sowie die Ergebnisse und eine ausführliche Diskussion können in der wissenschaftlichen Arbeit von Steinwider et al. (2021) nachgelesen werden. Das Ziel dieser 3 x 2 faktoriellen Studie war es, die Auswirkungen von drei Kraftfutter-Anfütterungsstrategien (C) während der Transitphase (C-21; C+1; C+21) sowie von zwei Melkfrequenzen (M) während der ersten Laktationswoche (M1 einmal vs. M2 zweimal täglich melken) bei saisonal im Winter abkalbenden Bio-Milchkühen (40 HF- und 26 Fleckviehtiere, 16 Stück erstkalbend und 50 mehrkalbend) zu vergleichen. Allen Tieren wurde ein qualitativ hochwertiges Grundfutter bestehend aus Heu und Grassilage von vier Wochen vor dem erwarteten Abkalbetermin bis zum 98. Laktationstag (Lak. Tag) angeboten. In Gruppe C-21 begann die Kraftfutteranfütterung 21 Tage (-21 Tage) vor dem erwarteten Abkalbetermin und wurde bis zur Geburt von 1,8 kg TM (Lak.Tag -21 bis -15) auf 2,6 kg TM (Lak.Tag -14 bis 1) erhöht, während der ersten 14 Lak.Tage wurde die Kraftfutterzufuhr täglich um 0,26 kg TM pro Tier von 2,6 auf 5,9 kg TM erhöht und

ab 15. Lak.Tag hing die Kraftfutterergänzung von der tatsächlichen Milchleistung der jeweiligen Kuh ab. In der Gruppe C+1 wurde vor der Geburt kein Kraftfutter gefüttert, ab dem Laktationstag 1 wurde die gleiche Kraftfutterzuteilung wie in Gruppe C-21 ab Laktationsbeginn vorgenommen und in Gruppe C+21 begann die Kraftfutterergänzung erst mit dem 21. Lak.Tag. Innerhalb dieser drei C-Gruppen wurde die Hälfte der Kühe während der ersten Laktationswoche entweder einmal (M1) oder zweimal (M2) gemolken, ab dem 8. Lak.Tag wurden alle Kühe zweimal täglich gemolken. Die Versuchsdaten wurden mit einem gemischten Modell statistisch analysiert (SAS 9.4; SAS Institute, 2012; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Dieses enthielt die fixen Effekte KF-Gruppe (C: C-21, C+1 oder C+21), Melkhäufigkeit während der ersten Laktationswoche (M: M1 oder M2), Rasse (R: FV oder HFL), Laktationsanzahl (P: erstlaktierend oder höherlaktierend), das Versuchsjahr (J: 1, 2 oder 3) und die Wechselwirkung von C x M. Das Tier innerhalb der Rasse wurde als Zufallseffekt und die Woche innerhalb des Jahres als der Faktor, für den die Messungen wiederholt wurden, einbezogen (autoregressive Kovarianz-Struktur erster Ordnung). Bei wiederholten Messungen wurde die Kenward-Roger-Korrektur bei der Berechnung der Freiheitsgrade berücksichtigt.

Abbildung 1: Versuchsdesign der 3x2-faktorellen Studie (Versuch 1) mit 66 Milchkühen



## 2.2 Versuch 2 – Milchentzug

Eine Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur (Ratheiser Stefanie) sowie eine wissenschaftliche Publikation ist in Bearbeitung. In diesen Arbeiten werden der Versuch sowie die Ergebnisse ausführlich dargestellt werden.

Im Versuch 2 wurden 24 Milchkühe (13 HF- und 11 Fleckviehtiere, 9 Stück erstkalbend und 15 mehrkalbend) des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein gleichmäßig zwei Melkgruppen (K, V) zugeteilt. Die Tiere der Kontrollgruppe (K) wurden wie üblich zweimal täglich gemolken. In der Versuchsgruppe (V) erfolgte, bei zweimal täglicher Melkung, in den ersten zwei Laktationswochen ein reduzierter Milchentzug. An den ersten 3 Laktationstagen wurden maximal 6 l Milch pro Tag (3 l/Melkung), von Laktationstag 4 bis 7 maximal 12 l/Tag und von Laktationstag 7 bis 14 maximal 16 l/Tag gemolken. Ab dem 15. Laktationstag wurden auch die Kühe der Gruppe V wie üblich gut ausgemolken. Die Tiere wurden in der Trockenstehzeit einheitlich im Stall (saisonale Herbst- Winterabkalbung) gefüttert und gehalten. Als Grundfutter wurde allen Milchkühen Grassilage zur freien Aufnahme sowie 4 kg TM Heu angeboten. Es erfolgte vor der Abkalbung keine Kraftfutter-Anfütterung. Nach der Abkalbung wurde die Kraftfuttermenge, beginnend von 3,1 kg TM täglich um 0,2 kg TM bis auf 6,2 kg TM am 14. Laktationstag gesteigert. Ab dem 15. Laktationstag erhielten alle Kühe bis zum 35. Laktationstag 6,2 kg TM Kraftfutter pro Tag. Danach wurde dieses leistungsbezogen zugeteilt, wobei die maximale Kraftfuttermenge mit 6,6 kg TM/Tier und Tag begrenzt wurde. Der Fütterungsversuch endet nach 63 Laktationstagen, danach wurden die Versuchskühe bis zum Weidebeginn bzw. in der Weidephase einheitlich weitergefüttert und die Milchleistungs- Tiergesund-

Tabelle 1: Versuch 1 - LS-Mittelwerte zur Futter- und Energieaufnahme, Milchproduktion, Energiebilanz (EB) während der ersten 7 Laktationswochen und den Blutparametern während der ersten 6 Laktationswochen für Kühe der Kraftfuttergruppen (C-21, C+1, C+21) welche in der Woche 1 p.p. einmal (M1) oder zweimal (M2) gemolken wurden.

	C-21		C+1		C+21		s <sub>e</sub>	P-Werte		
	M1	M2	M1	M2	M1	M2		C	M	C x M
<b>Futter- und Energieaufnahme</b>										
Grundfutter (kg TM/Tag)	13,3 <sup>b</sup>	12,7 <sup>b</sup>	12,8 <sup>b</sup>	12,8 <sup>b</sup>	14,0 <sup>a</sup>	13,7 <sup>a</sup>	1,40	<,001	0,183	0,623
Kraftfutter (kg TM/Tag)	4,1 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>	2,8 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	1,40	<,001	0,178	0,583
Netto Energie Laktation (MJ NEL/Tag)	113,5 <sup>a</sup>	111,5 <sup>a</sup>	108,2 <sup>ab</sup>	112,8 <sup>a</sup>	104,2 <sup>bc</sup>	101,9 <sup>c</sup>	11,5	<,001	0,943	0,311
nXP Aufnahme (g/Tag) <sup>a</sup>	2488 <sup>a</sup>	2446 <sup>a</sup>	2384 <sup>ab</sup>	2470 <sup>a</sup>	2311 <sup>b</sup>	2269 <sup>b</sup>	238,2	<,001	0,981	0,400
<b>Milchleistung und Energiebilanz</b>										
ECM Leistung (kg/Tag)	22,5 <sup>b</sup>	25,0 <sup>a</sup>	20,3 <sup>c</sup>	26,1 <sup>a</sup>	22,1 <sup>b</sup>	23,9 <sup>ab</sup>	4,09	0,526	<,001	0,067
Milchfett (%)	4,36 <sup>ab</sup>	4,00 <sup>c</sup>	4,17 <sup>bc</sup>	4,35 <sup>ab</sup>	4,47 <sup>a</sup>	4,12 <sup>bc</sup>	0,434	0,336	0,012	0,024
Milcheiweiß (%)	3,38 <sup>a</sup>	3,34 <sup>bc</sup>	3,46 <sup>a</sup>	3,36 <sup>b</sup>	3,40 <sup>a</sup>	3,33 <sup>c</sup>	0,163	0,145	0,005	0,758
Milchlaktose (%)	4,71	4,74	4,70	4,74	4,73	4,69	0,075	0,450	0,393	0,056
Milchharnstoff (mg/dl)	14,5 <sup>c</sup>	19,1 <sup>a</sup>	17,9 <sup>abc</sup>	16,2 <sup>bc</sup>	16,8 <sup>bc</sup>	18,4 <sup>ab</sup>	5,0	0,668	0,053	0,019
Zellzahl (n*1000) <sup>b</sup>	131 <sup>b</sup>	50 <sup>c</sup>	199 <sup>a</sup>	39 <sup>c</sup>	152 <sup>b</sup>	55 <sup>c</sup>	176,6	0,343	<,001	0,125
Energiebilanz (MJ NEL/Tag) <sup>c</sup>	4,8b <sup>c</sup>	-4,2 <sup>de</sup>	7,8 <sup>a</sup>	-4,7 <sup>de</sup>	-2,1 <sup>cd</sup>	-8,1 <sup>e</sup>	13,57	0,014	<,001	0,573
<b>Blutparameter</b>										
Glukose (mmol/l) <sup>b</sup>	2,97 <sup>a</sup>	2,85 <sup>ab</sup>	3,03 <sup>a</sup>	2,98 <sup>a</sup>	2,80 <sup>bc</sup>	2,68 <sup>c</sup>	0,335	<,001	0,020	0,833
Glukose < 2,5 mmol/l (%) <sup>d</sup>	11	31	7	10	24	29		0,090	0,095	0,087
NEFA (mmol/l) <sup>b</sup>	0,090 <sup>c</sup>	0,138 <sup>ab</sup>	0,119 <sup>bc</sup>	0,151 <sup>a</sup>	0,135 <sup>a</sup>	0,119 <sup>bc</sup>	0,072	0,140	0,006	<,001
NEFA > 0,15 mmol/l (%) <sup>d</sup>	7	31	21	21	24	18		0,991	0,202	0,374
BHBA (mmol/l) <sup>b</sup>	0,79 <sup>bc</sup>	0,75 <sup>bc</sup>	0,70 <sup>c</sup>	0,74 <sup>bc</sup>	0,80 <sup>ab</sup>	0,92 <sup>a</sup>	0,254	<,001	0,273	0,341
BHBA > 1,2 mmol/l (%) <sup>d</sup>	2	4	0	5	7	13		0,368	0,756	0,459

s<sub>e</sub> = Residual Standardabweichung; ECM = Energiekorrigierte Milchleistung (3,2 MJ NEL/kg); NEFA = Freie Fettsäuren; BHBA = Beta-Hydroxybuttersäure; Wert mit unterschiedlichen Hochbuchstaben in einer Zeile differieren im paarweisen Vergleich signifikant (P<0,05).

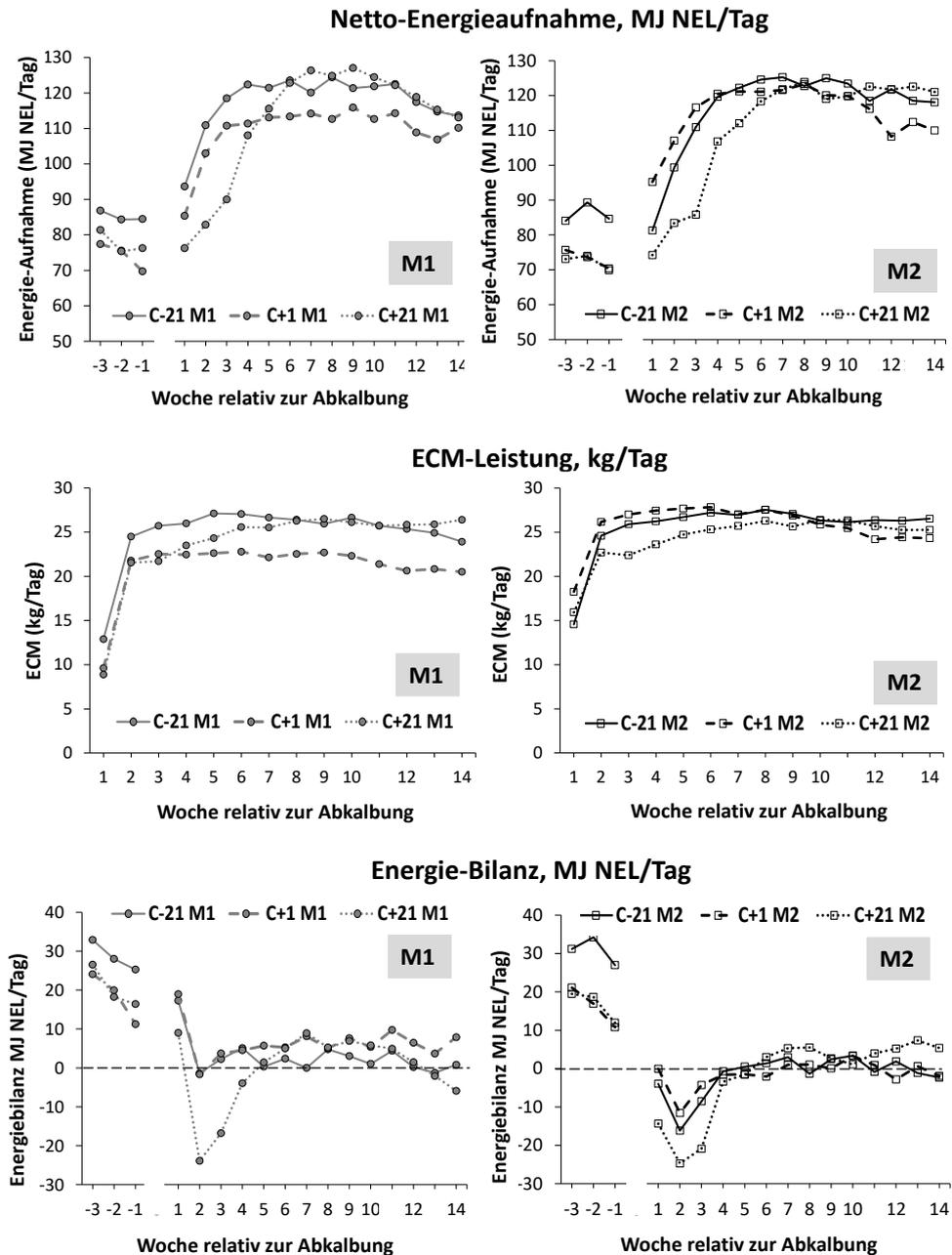
<sup>a</sup> nXP = nutzbares Rohprotein am Dünndarm (GE, 2001).

<sup>b</sup> Variable welche bei der statistischen Auswertung eine log-Transformation erforderte. P-Werte von den logarithmierten Daten angegeben.

<sup>c</sup> Energie Bilanz errechnet aus Netto-Energieaufnahme abzüglich Netto-Energiebedarf (Erhaltung, Milchleistung) errechnet nach GE (2001).

<sup>d</sup> Plasma Metaboliten außerhalb des Grenzwerts (%) = Anzahl von Proben welche in den ersten 6 Laktationswochen den Grenzwert unter- bzw. überschritten / Summe aller Proben x 100.

Abbildung 2: Versuch 1 - Nettoenergieaufnahme (MJ NEL/Kuh und Tag), energie-korrigierte Milchleistung (ECM kg/Kuh und Tag) und Nettoenergiebilanz (MJ NEL/ Kuh und Tag) während des Versuchszeitraums (Woche -3 bis 14 relativ zur Geburt oder 1 bis 14 p.p. für ECM-Leistung) für Kühe der Kraftfuttergruppen (C-21, C+1, C+21) welche in der Woche 1 p.p. einmal (M1) (links) oder zweimal (M2) (rechts) gemolken wurden.



heits- und Fruchtbarkeitsdaten erfasst. Die Versuchsdaten wurden mit einem gemischten Modell statistisch analysiert (SAS 9.4; SAS Institute, 2012; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Weil ein sehr balanzierter Datensatz vorlag erhielt dieses Modell die fixen Effekte Melkfrequenzgruppe, Laktationswoche und die Wechselwirkung aus Laktationswoche und Gruppe. Das Tier innerhalb der Rasse wurde als Zufallseffekt und die Woche innerhalb des Jahres als der Faktor, für den die Messungen wiederholt wurden, einbezogen (autoregressive Kovarianz-Struktur erster Ordnung). Bei wiederholten Messungen wurde die Kenward-Roger-Korrektur bei der Berechnung der Freiheitsgrade berücksichtigt.

### 3. Ergebnisse

Eine ausführliche Diskussion der Ergebnisse zu Versuch 1 kann bei Steinwider et al.

(2021) nachgelesen werden, jene zu Versuch 2 wird in der Masterarbeit bzw. darauf aufbauenden wissenschaftlichen Publikation erfolgen.

### 3.1 Versuch 1 - Kraftfutter-Anfütterungsstrategien sowie Melkfrequenzen

Vor der Abkalbung waren die Futter- und Energieaufnahme sowie EB in C-21, im Vergleich zu den Gruppen C+1 und C+21, signifikant höher, im Gegensatz dazu war die Grundfutteraufnahme in C-21 signifikant niedriger. Die durchschnittliche LM unterschied sich nicht signifikant zwischen den Kraftfuttergruppen und auch bei den Blutplasma-Parametern der Versuchskühe wurden während der letzten drei Wochen vor der Abkalbung keine signifikanten C-Gruppenunterschieden festgestellt.

Während der ersten sieben Laktationswochen zeigten die C+21-Gruppen ( $P < 0,001$ ) die signifikant niedrigsten NEL-Aufnahmen, hinsichtlich der energiekorrigierten Milchleistungen (ECM) ergab sich eine Tendenz ( $P = 0,067$ ) für eine Wechselwirkung zwischen

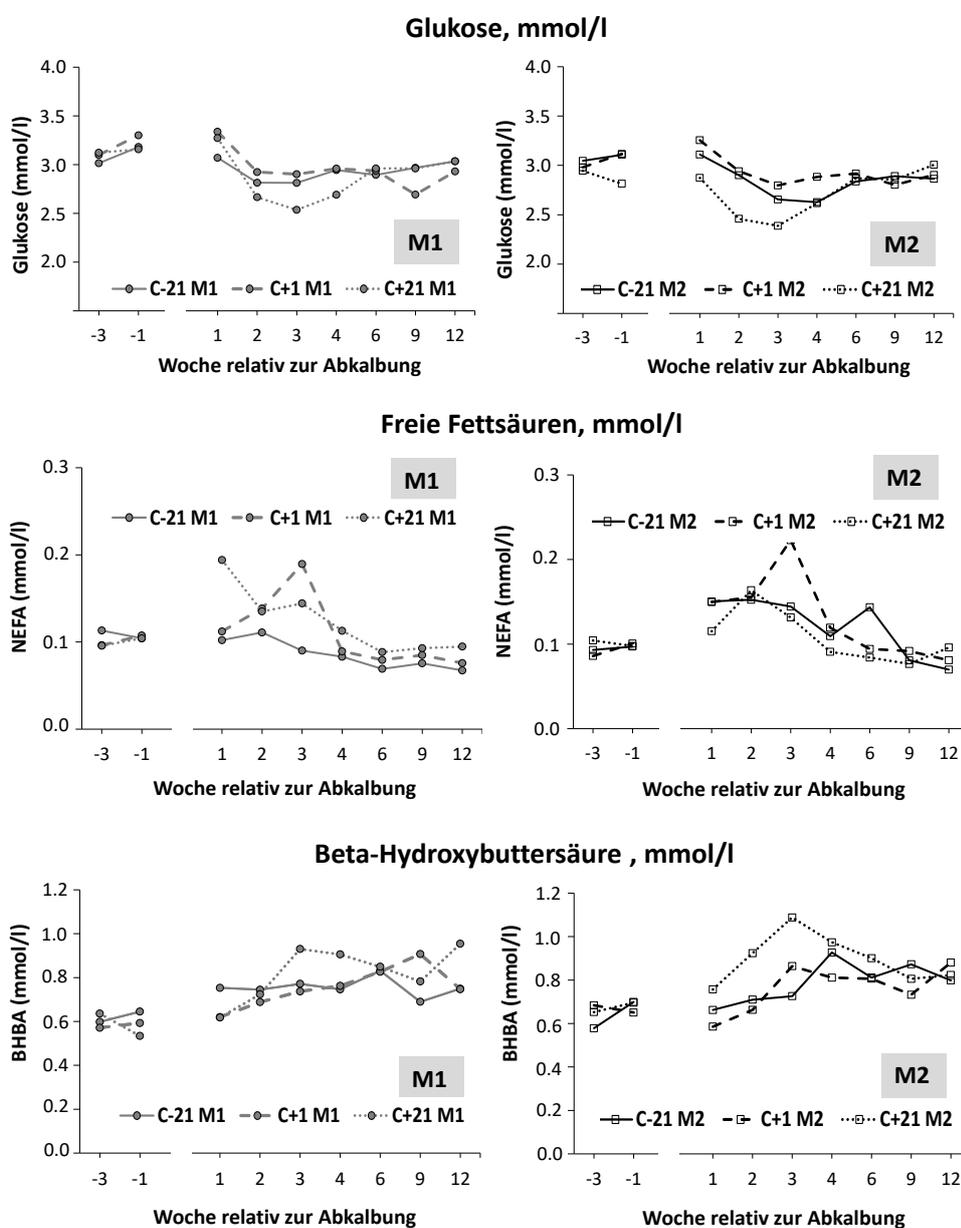


Abbildung 3: Versuch 1 - Beta-Hydroxybuttersäure (BHBA), freie Fettsäuren (NEFA) und Glukosegehalt des Blutplasmas während des Versuchszeitraums für Kühe der Kraftfutter-Ergänzungsstrategien (C-21, C+1, C+21) welche in der Woche 1 p.p. einmal (M1) (links) oder zweimal (M2) (rechts) gemolken wurden.

Tabelle 2: Versuch 1 - LS-Mittelwerte zur Futter- und Energieaufnahme, Milchproduktion, Energiebilanz (EB) während der ersten 7 Laktationswochen und den Blutparametern während der ersten 6 Laktationswochen für Kühe der Kraftfuttergruppen (C-21, C+1, C+21) welche in der Woche 1 p.p. einmal (M1) oder zweimal (M2) gemolken wurden.

	C-21		C+1		C+21		s <sub>e</sub>	P-Werte		
	M1	M2	M1	M2	M1	M2		C	M	C x M
<b>Futter- und Energieaufnahme (Summe)</b>										
Grundfutter (kg TM)	1338	1292	1309	1304	1353	1363	84,4	0,201	0,608	0,703
Kraftfutter (kg TM)	437 <sup>a</sup>	495 <sup>a</sup>	380 <sup>bc</sup>	436 <sup>ab</sup>	370 <sup>cd</sup>	329 <sup>d</sup>	94,0	0,001	0,342	0,184
Energieaufnahme Aufnahme (MJ NEL)	11.529	11.524	10.793	11.241	10.966	10.786	822,3	0,054	0,707	0,570
Milchproduktion und Energiebilanz										
ECM Leistung (Summe kg)	2.397 <sup>ab</sup>	2.567 <sup>a</sup>	2.114 <sup>b</sup>	2.443 <sup>ab</sup>	2.371 <sup>ab</sup>	2.346 <sup>ab</sup>	295,0	0,134	0,071	0,288
Milchfettmenge (Summe kg)	101,7 <sup>a</sup>	105,4 <sup>a</sup>	86,7 <sup>b</sup>	103,3 <sup>a</sup>	100,2 <sup>ab</sup>	98,4 <sup>ab</sup>	13,37	0,192	0,128	0,231
Milchproteinnmenge (Summe kg)	76,8 <sup>ab</sup>	82,9 <sup>a</sup>	69,4 <sup>b</sup>	77,7 <sup>ab</sup>	75,0 <sup>ab</sup>	74,5 <sup>ab</sup>	8,97	0,099	0,078	0,377
Zellzahl (LS mean*1000) <sup>a</sup>	152 <sup>a</sup>	41 <sup>cd</sup>	138 <sup>a</sup>	36 <sup>d</sup>	114 <sup>b</sup>	58 <sup>bc</sup>	196,8	0,421	<0,001	0,006
Energiebilanz-Summe (Summe MJ NEL) <sup>b</sup>	369	-108	598	3	-49	-115	228,7	0,318	0,093	0,620
<b>LM, BCS und RFD</b>										
LM 1. Woche p.p. (kg)	600	599	592	611	613	598	22,36	0,785	0,919	0,388
LM-Tiefpunkt (kg) <sup>c</sup>	583	577	574	573	581	573	20,2	0,721	0,491	0,954
Woche LM-Tiefpunkt <sup>c</sup>	4,7	6,1	4,8	8,8	6,1	5,1	3,64	0,463	0,165	0,183
LM 14. Woche p.p. (kg)	603	590	595	594	598	598	22,9	0,913	0,604	0,817
BCS 1. Woche p.p.	2,91	2,92	2,87	2,89	2,99	2,95	0,151	0,261	0,956	0,850
BCS-Tiefpunkt <sup>c</sup>	2,79	2,71	2,76	2,82	2,79	2,78	0,152	0,698	0,800	0,605
Woche BCS-Tiefpunkt <sup>c</sup>	3,9 <sup>b</sup>	7,8 <sup>a</sup>	3,8 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	6,4 <sup>ab</sup>	6,1 <sup>ab</sup>	2,96	0,033	0,215	0,109
RFD 1. Woche p.p. (mm)	37	36	34	36	36	35	3,1	0,389	0,872	0,569
RFD-Tiefpunkt (mm) <sup>c</sup>	32	31	31	30	31	32	3,2	0,836	0,799	0,553
Woche RFD-Tiefpunkt <sup>c</sup>	8,1 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	4,7 <sup>b</sup>	10,1 <sup>a</sup>	8,6 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>	2,80	0,566	0,068	0,015

s<sub>e</sub> = Residual Standardabweichung; ECM = Energiekorrigierte Milchleistung; Wert mit unterschiedlichen Hochbuchstaben in einer Zeile differieren im paarweisen Vergleich signifikant (P<0,05).

<sup>a</sup> Variable welche bei der statistischen Auswertung eine log-Transformation erforderte; P-Werte von den logarithmierten Daten angegeben.

<sup>b</sup> Kumulative Energiebilanz errechnet aus Netto-Energieaufnahme abzüglich Netto-Energiebedarf von Laktationswoche 1 bis 14.

<sup>c</sup> Tiefpunkt = erster tierindividueller Tiefpunkt p.p..

Tabelle 3: Versuch 1 - Tierärztliche Behandlungen (bis 98. Laktationstag) und Fruchtbarkeitsergebnisse (bis 180. Laktationstag) für Kühe der Kraftfuttergruppen (C-21, C+1, C+21) welche in der Woche 1 p.p. einmal (M1) oder zweimal (M2) gemolken wurden.

	C-21		C+1		C+21		s <sub>e</sub>	P-Werte		
	M1	M2	M1	M2	M1	M2		C	M	C x M
<b>Tierärztliche Behandlungen<sup>a</sup></b>										
Ketose (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,368	0,336	0,416
Milchfieber (%)	9 (1)	18 (2)	0 (0)	18 (2)	18 (2)	18 (2)	18 (2)	0,683	0,294	0,752
Nachgeburtverhalten & Endometritis (%)	9 (1)	9 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	18 (2)	18 (2)	0,351	0,317	0,387
Fruchtbarkeitsbehandlungen (%)	9 (1)	0 (0)	0 (0)	9 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,602	0,991	0,541
Mastitis (%)	18 (2)	9 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	18 (2)	18 (2)	0,225	0,656	0,289
Andere tierärztl. Behandlungen (%)	0 (0)	9 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,368	0,335	0,289
Summe der tierärztl. Behandlungen (%)	45 (5)	45 (5)	0 (0)	36 (4)	18 (2)	55 (6)	55 (6)	0,360	0,030	0,135
<b>Fruchtbarkeitsergebnisse</b>										
Tage bis zur ersten Belegung (Tage) <sup>b</sup>	45 <sup>b</sup>	58 <sup>a</sup>	46 <sup>ab</sup>	58 <sup>a</sup>	40 <sup>b</sup>	48 <sup>ab</sup>	15,0	0,171	0,004	0,857
Verbleiberate bei der 1. Belegung (%)	36	45	64	60	55	45		0,445	0,671	0,791
Tage bis zur Trächtigkeit (Tage) <sup>b</sup>	96	70	67	78	68	78	20,3	0,344	0,639	0,361
Besamungsindex (n)	2,45	1,67	1,45	1,44	2,00	1,80		0,290	0,496	0,566
Trächtig am 49. Lak.Tag (%)	18	9	27	18	36	45		0,113	0,787	0,407
Trächtig am 84. Lak.Tag (%)	64	45	73	73	64	45		0,368	0,325	0,623
Trächtig am 119. Lak.Tag (%)	73	82	91	90	82	82		0,510	0,794	0,893

s<sub>e</sub> = Residual Standardabweichung; Wert mit unterschiedlichen Hochbuchstaben in einer Zeile unterscheiden sich im paarweisen Vergleich signifikant (P<0,05).

<sup>a</sup> Tierärztliche Behandlungen (%) = Anzahl der Behandlungen vom 1. bis 98. Laktationstag / Summe der jeweiligen Behandlungen x 100; Ein Behandlungsverlauf, der mit den gleichen Diagnosen verbunden war, wurde als eine Behandlung zusammengefasst, wenn er nicht länger als 14 Tage unterbrochen wurde; Anzahl der Behandlungen pro Versuchsgruppe in Klammern.

<sup>b</sup> Variable welche bei der statistischen Auswertung eine log-Transformation erforderte. P-Werte von den logarithmierten Daten angegeben.

C und M. In C-21 und C+1 erzielten die Kühe in M1 signifikant niedrigere ECM-Leistungen als in den M2 Gruppen (C-21: 22,5 und 25,0 kg/Tag; C+1: 20,3 und 26,1 kg/Tag in M1 und 2), in C+21 unterschieden sich die ECM-Leistungen numerisch zwischen M1 (22,1 kg/Tag) und M2 (23,9 kg/Tag) (siehe Tabelle 1 bzw. Abbildung 2). Für die Kühe in M1 ergaben sich in allen C-Gruppen höhere Milchproteingehalte und höhere somatische Zellzahlen, es wurden keine signifikanten C x M-Wechselwirkungen gefunden.

Die M1 Tiere wiesen über die ersten 7 Laktationswochen eine höhere EB auf, innerhalb der C-Gruppen waren die Unterschiede zwischen M1 und M2 in C-21 (C-21M1 +4,8 und -4,2 MJ NEL/Tag) und C+1 (C+1M1 +7,8 und -4,7 MJ NEL/Tag) signifikant, in den C+21 Gruppen wurden numerische Unterschiede festgestellt (C+21M1 -2,1 und C+21M2 -8,1 MJ NEL/Tag). In den ersten sechs Laktationswochen zeigten sich in C+21 die niedrigsten Blutglukose-Konzentrationen (2,80 in C+21M1 und 2,68 mmol/l in C+21M2), bei den freien Fettsäuren (NEFA) ergab sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen C und M (PCxM<0,001). Innerhalb der C-21 und C+1 Gruppen lagen die M1 Kühe in den NEFA-Konzentrationen signifikant unter den M2-Kühen, in C+21 war die NEFA-Konzentration in M1 höher. Die signifikant höchsten  $\beta$ -Hydroxybuttersäure-Konzentrationen (BHBA) wurden in den C+21-Gruppen mit 0,80 und 0,92 mmol/l in M1 bzw. M2 gefunden, zwischen C-21 und C+1 wurden in beiden Melkgruppen keine gesicherten Unterschiede in der BHBA-Konzentration gefunden.

Die M1-Kühe benötigen weniger tierärztliche Behandlungen, wurden signifikant früher besamt, aber der Erstbesamungserfolg, die Günstzeit und der Besamungsindex variierten nicht signifikant zwischen den Gruppen.

### 3.2 Versuch 2 - Milchentzug

Eine Diplomarbeit (Stefanie Ratheiser) sowie eine wissenschaftliche Publikation ist zu diesem Versuch in Bearbeitung. Im folgenden Abschnitt werden erste Zwischenergebnisse zusammengefasst.

Wie im Versuch angestrebt, lag die Milchleistung in der Laktationswochen 1 und 2 in der Versuchsgruppe signifikant tiefer (Tabelle 4). Betrachtet man die Ergebnisse von Laktationswoche 3 bis 9, dann war diese in der Versuchsgruppe bis Laktationswoche 9

Tabelle 4: Versuch 2 – Milchleistung in den ersten 9 Laktationswochen

	Gruppe (G)	Laktationswochen (LW)									s <sub>e</sub>	P- Werte																																																																																																																																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		Gruppe	LW	G*LW																																																																																																																																																	
<b>ECM-Leistung (kg/Tag)</b>	K	16,5 <sup>b</sup>	24,2 <sup>b</sup>	26,4	26,5	26,4	26,3	26,4	26,6	25,8	1,34	0,097	<0,001	<0,001																																																																																																																																																	
	V	10,8 <sup>a</sup>	17,2 <sup>a</sup>	23,2	24,6	25,3	25,0	25,2	24,4	23,5					<b>Milch Eiweiß (%)</b>	K	4,66	3,66	3,36	3,20	3,16	3,11	3,07	3,08	3,08	0,06	0,043	<0,001	0,454	V	4,81	3,91	3,60	3,41	3,31	3,26	3,21	3,19	3,17	<b>Milch Fett (%)</b>	K	5,24	4,51	4,68	4,66	4,50	4,42	4,51	4,51	4,48	0,14	0,111	<0,001	0,819	V	4,97	4,12	4,23	4,33	4,32	4,23	4,44	4,36	4,29	<b>FEQ</b>	K	1,12	1,23	1,40 <sup>b</sup>	1,46 <sup>b</sup>	1,42	1,42	1,47	1,46	1,46	0,04	0,010	<0,001	0,491	V	1,00	1,10	1,20 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>	1,30	1,30	1,40	1,40	1,40	<b>Milch Laktose (%)</b>	K	4,31	4,70	4,76	4,77	4,76	4,79	4,80	4,78	4,76	0,04	0,675	<0,001	0,005	V	4,24	4,55	4,68	4,79	4,8	4,79	4,80	4,78	4,77	<b>Anzahl s. Zellen (n*1000)</b>	K	639	214	170	285	149	149	145	127	166	116,7	0,57	<0,001	0,885	V	713	207	151	63	55	63	61	59	66	<b>Harnstoff (mg/dl)</b>	K	18,7	18,3	15,3	15,1	14,2	15,2	15,3	15,9	15,4	1,21	0,919	0,001	0,213	V	17,8	15,2	13,9	13,9
<b>Milch Eiweiß (%)</b>	K	4,66	3,66	3,36	3,20	3,16	3,11	3,07	3,08	3,08	0,06	0,043	<0,001	0,454																																																																																																																																																	
	V	4,81	3,91	3,60	3,41	3,31	3,26	3,21	3,19	3,17					<b>Milch Fett (%)</b>	K	5,24	4,51	4,68	4,66	4,50	4,42	4,51	4,51	4,48	0,14	0,111	<0,001	0,819	V	4,97	4,12	4,23	4,33	4,32	4,23	4,44	4,36	4,29	<b>FEQ</b>	K	1,12	1,23	1,40 <sup>b</sup>	1,46 <sup>b</sup>	1,42	1,42	1,47	1,46	1,46	0,04	0,010	<0,001	0,491	V	1,00	1,10	1,20 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>	1,30	1,30	1,40	1,40	1,40	<b>Milch Laktose (%)</b>	K	4,31	4,70	4,76	4,77	4,76	4,79	4,80	4,78	4,76	0,04	0,675	<0,001	0,005	V	4,24	4,55	4,68	4,79	4,8	4,79	4,80	4,78	4,77	<b>Anzahl s. Zellen (n*1000)</b>	K	639	214	170	285	149	149	145	127	166	116,7	0,57	<0,001	0,885	V	713	207	151	63	55	63	61	59	66	<b>Harnstoff (mg/dl)</b>	K	18,7	18,3	15,3	15,1	14,2	15,2	15,3	15,9	15,4	1,21	0,919	0,001	0,213	V	17,8	15,2	13,9	13,9	13,3	15,4	16,8	17,2	18,6																				
<b>Milch Fett (%)</b>	K	5,24	4,51	4,68	4,66	4,50	4,42	4,51	4,51	4,48	0,14	0,111	<0,001	0,819																																																																																																																																																	
	V	4,97	4,12	4,23	4,33	4,32	4,23	4,44	4,36	4,29					<b>FEQ</b>	K	1,12	1,23	1,40 <sup>b</sup>	1,46 <sup>b</sup>	1,42	1,42	1,47	1,46	1,46	0,04	0,010	<0,001	0,491	V	1,00	1,10	1,20 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>	1,30	1,30	1,40	1,40	1,40	<b>Milch Laktose (%)</b>	K	4,31	4,70	4,76	4,77	4,76	4,79	4,80	4,78	4,76	0,04	0,675	<0,001	0,005	V	4,24	4,55	4,68	4,79	4,8	4,79	4,80	4,78	4,77	<b>Anzahl s. Zellen (n*1000)</b>	K	639	214	170	285	149	149	145	127	166	116,7	0,57	<0,001	0,885	V	713	207	151	63	55	63	61	59	66	<b>Harnstoff (mg/dl)</b>	K	18,7	18,3	15,3	15,1	14,2	15,2	15,3	15,9	15,4	1,21	0,919	0,001	0,213	V	17,8	15,2	13,9	13,9	13,3	15,4	16,8	17,2	18,6																																													
<b>FEQ</b>	K	1,12	1,23	1,40 <sup>b</sup>	1,46 <sup>b</sup>	1,42	1,42	1,47	1,46	1,46	0,04	0,010	<0,001	0,491																																																																																																																																																	
	V	1,00	1,10	1,20 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>	1,30	1,30	1,40	1,40	1,40					<b>Milch Laktose (%)</b>	K	4,31	4,70	4,76	4,77	4,76	4,79	4,80	4,78	4,76	0,04	0,675	<0,001	0,005	V	4,24	4,55	4,68	4,79	4,8	4,79	4,80	4,78	4,77	<b>Anzahl s. Zellen (n*1000)</b>	K	639	214	170	285	149	149	145	127	166	116,7	0,57	<0,001	0,885	V	713	207	151	63	55	63	61	59	66	<b>Harnstoff (mg/dl)</b>	K	18,7	18,3	15,3	15,1	14,2	15,2	15,3	15,9	15,4	1,21	0,919	0,001	0,213	V	17,8	15,2	13,9	13,9	13,3	15,4	16,8	17,2	18,6																																																																						
<b>Milch Laktose (%)</b>	K	4,31	4,70	4,76	4,77	4,76	4,79	4,80	4,78	4,76	0,04	0,675	<0,001	0,005																																																																																																																																																	
	V	4,24	4,55	4,68	4,79	4,8	4,79	4,80	4,78	4,77					<b>Anzahl s. Zellen (n*1000)</b>	K	639	214	170	285	149	149	145	127	166	116,7	0,57	<0,001	0,885	V	713	207	151	63	55	63	61	59	66	<b>Harnstoff (mg/dl)</b>	K	18,7	18,3	15,3	15,1	14,2	15,2	15,3	15,9	15,4	1,21	0,919	0,001	0,213	V	17,8	15,2	13,9	13,9	13,3	15,4	16,8	17,2	18,6																																																																																															
<b>Anzahl s. Zellen (n*1000)</b>	K	639	214	170	285	149	149	145	127	166	116,7	0,57	<0,001	0,885																																																																																																																																																	
	V	713	207	151	63	55	63	61	59	66					<b>Harnstoff (mg/dl)</b>	K	18,7	18,3	15,3	15,1	14,2	15,2	15,3	15,9	15,4	1,21	0,919	0,001	0,213	V	17,8	15,2	13,9	13,9	13,3	15,4	16,8	17,2	18,6																																																																																																																								
<b>Harnstoff (mg/dl)</b>	K	18,7	18,3	15,3	15,1	14,2	15,2	15,3	15,9	15,4	1,21	0,919	0,001	0,213																																																																																																																																																	
	V	17,8	15,2	13,9	13,9	13,3	15,4	16,8	17,2	18,6																																																																																																																																																					

numerisch (nicht signifikant) um 1-2 kg/Tag tiefer. Im weiteren Laktationsverlauf waren dann die Milchleistungsdifferenzen nur mehr gering ausgeprägt (Abb. 4). Hinsichtlich der Zellzahl wurden keine signifikanten Differenzen festgestellt, die Versuchsgruppe lag von Woche 3 bis 9 auf sehr gutem Niveau.

Tabelle 5: Versuch 2 - Futteraufnahme und Energiebilanz in den Versuchswochen (Statistische Ergebnisse beziehen sich auf die Laktationswochen; vor der Abkalbung sind arithmetische Mittelwerte angegeben)

	Gruppe (G)	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	s <sup>e</sup>	P-Werte		
														Gruppe	LW	G* <sup>a</sup> LW
<b>Gesamtfutter- aufnahme (kg TM/d)</b>	K	11,2	11,1	13,6	15	16,8	17	17,6	17,7	17,8	17,7	17,4	0,6	0,295	<0,001	0,657
	V	12,4	11,6	13,1	14,8	16,1	16,3	16,7	17,1	16,6	16,7	16,2	0,6	0,419	<0,001	0,921
<b>Grundfutter (kg TM/d)</b>	K	11,2	11,1	10,2	10,6	11,3	11,3	11,7	11,9	12,3	12,51	12,4	0,6	0,279	<0,001	0,312
	V	12,4	11,6	9,6	10,0	10,7	10,8	11,3	11,7	11,5	12,0	11,9	0,2	0,088	<0,001	<0,001
<b>Kraftfutter (kg TM/d)</b>	K	-	-	3,4	4,5	5,6	5,8	6,0	5,7	5,4	5,2	5,0	0,2	0,218	0,003	0,001
	V	-	-	3,5	4,8	5,4	5,5	5,4	5,4	5,1	4,7	4,3	3,9	0,279	<0,001	0,312
<b>Energiebedarf (MJ NEL/d)</b>	K	56,7	59,8	90,2 <sup>b</sup>	112,1 <sup>b</sup>	118,9	119	118,8	118,2	118,7	119,3	116,7	3,9	0,088	<0,001	<0,001
	V	55,6	58,7	70,5 <sup>a</sup>	89,1 <sup>a</sup>	108,0	112,3	114,5	113,4	114,2	111,3	108,5	4,0	0,218	0,003	0,001
<b>NEL-Deckung (MJ NEL/ d)</b>	K	10,2	6,1	-1,8 <sup>a</sup>	-12,6 <sup>a</sup>	-5,9	-4,3	-0,2	0,5	0,5	-1,5	-1,0	4,0	0,218	0,003	0,001
	V	18,7	10,6	15,0 <sup>b</sup>	10,0 <sup>b</sup>	0,9	-2,2	-2,3	1,5	-3,2	-0,3	-1,0	4,0	0,218	0,003	0,001

Wie Tabelle 5 zeigt, bestanden in der Futteraufnahme keine signifikanten Gruppendifferenzen. Der geringere Milchentzug in den ersten 2 Laktationswochen in der Versuchsgruppe verbesserte daher in den ersten beiden Laktationswochen die Energiebilanz der Tiere signifikant und numerisch auch noch in den Wochen 3 und 4. Hinsichtlich der Körperkonditionsentwicklung verloren die Kontrollkühe in der Versuchsperiode etwas mehr an Körperreserven (Abbildung 4 bzw. Tabelle 6).

Bei den untersuchten Blutparametern zeigten sich in den ersten Laktationswochen keine signifikanten Gruppenunterschiede. Wie Abbildung 5 zeigt, war die Häufigkeit von Beta-Hydroxy-Buttersäuregehalten über 1,2 mmol/l in der Kontrollgruppe numerisch erhöht.

Abbildung 4: Versuch 2 – Verlauf der energie-korrigierten Milchleistung, Energiebilanz in den ersten Laktationswochen sowie Körperkondition und Lebendmasse der Versuchstiere.

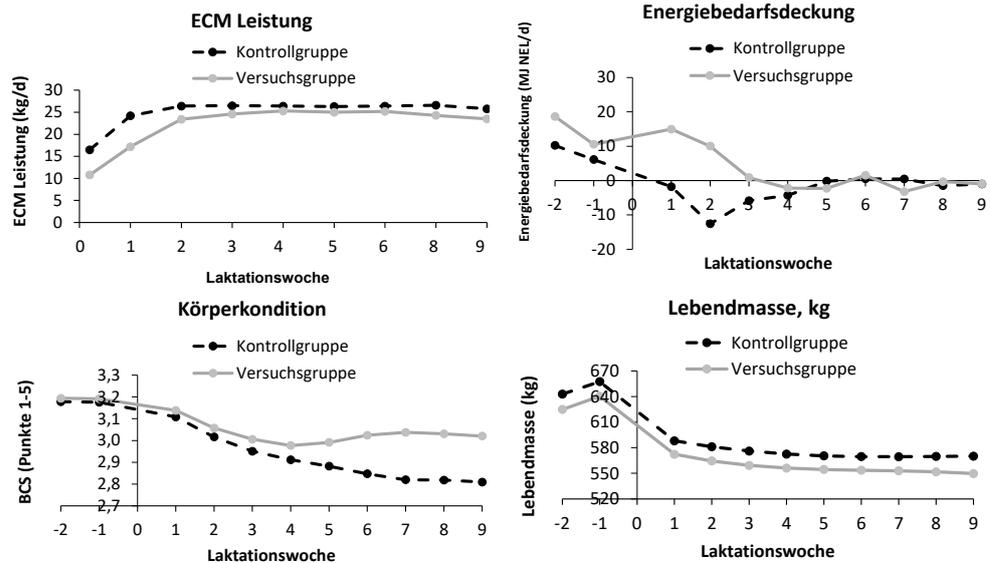


Abbildung 5: Versuch 2 – Verlauf der Beta-Hydroxy-Buttersäuregehalte (mmol/l) im Blutplasma sowie der Häufigkeit von Beta-Hydroxy-Buttersäuregehalten über 1,2 mmol/l in % der Proben

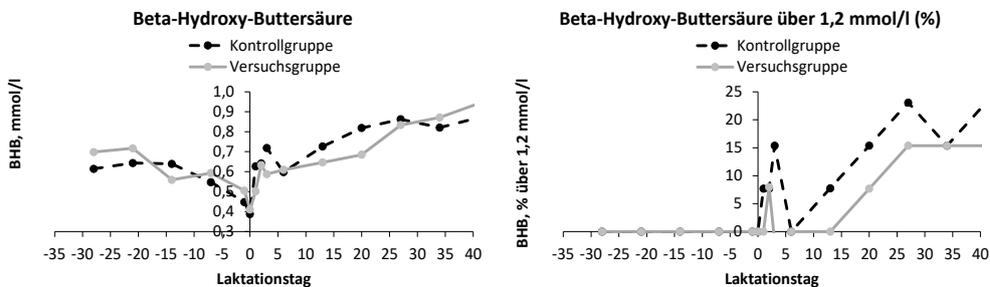


Tabelle 6: Versuch 2 – Energiebedarfsdeckung, Lebendmasse, Körperkondition und ECM-Leistungen

	Gruppe		P-Wert
	K	V	
Energiebedarfsdeckung $\Sigma$ Woche 1-9 (MJ NEL)	-183	129	0,280
Lebendmasse $\bar{\Sigma}$ Laktationswoche 1-9 (kg)	574	557	0,493
BCS Laktationswoche 1 (Punkte 1-5)	3,11	3,14	0,841
BCS Laktationswoche 9 (Punkte 1-5)	2,81	3,02	0,157
ECM-Leistung $\Sigma$ (kg)			
bis Laktationstag 56	1575	1395	0,140
bis Laktationstag 154	3684	3304	0,335
bis Laktationstag 203	4551	4134	0,144

## 4. Schlussfolgerungen aus den Versuchen

### Versuch 1 – Kraftfutter-Anfütterung und Melkhäufigkeit

- Jene Kühe welche bis zum 21. Laktationstag (C+21) kein Kraftfutter vorgelegt bekamen, lagen im Vergleich zu den anderen C-Gruppen in der Futter- und Energieaufnahme sowie in der Energiebilanz signifikant tiefer und waren metabolisch zu Laktationsbeginn stärker gefordert. Eine verzögerte Versorgung der Tiere mit Kraftfutter führte im Vergleich zur Kontrollgruppe zu keinen positiven Effekten.
- Die Kraftfutteranfütterung in den letzten drei Wochen vor der Abkalbung (C-21) zeigte im Vergleich zum Kraftfutterstart ab der Abkalbung (C+1) keine Auswirkungen auf die Energieaufnahme, Milchleistung, EB sowie die zu Laktationsbeginn untersuchten Stoffwechselfparameter.
- Die einmal tägliche Melkung in der ersten Laktationswoche (M1) beeinflusste im Vergleich zu M2 die Futteraufnahme zu Laktationsbeginn nicht signifikant.
- Die M1-Kühe der Gruppen C-21 und C+1 lagen, nicht nur in der ersten Laktationswoche, sondern in den ersten sieben Laktationswochen in der ECM-Leistung signifikant tiefer als die M2. Jedoch wurde bei den Tieren der Gruppe M1 eine günstigere Energiebilanz festgestellt.
- Die im Plasma untersuchten Stoffwechselfparameter lagen in M1 ebenfalls günstiger und die Kühe dieser Gruppe benötigten auch weniger tierärztliche Behandlungen und zeigten eine verkürzte Dauer bis zur ersten Belegung.
- Demgegenüber lag jedoch in M1 die Milchzellzahl höher und wurden in den weiteren Fruchtbarkeitsergebnissen keine Gruppenunterschiede ermittelt.

### Versuch 2 – Milchentzug

- Der verringerte Milchentzug in den ersten beiden Laktationswochen beeinflusste die Futteraufnahme nicht und verbesserte die Energiebilanz in den ersten 3 Laktationswochen deutlich.
- Die Milchleistung der Versuchsgruppe lag zu Laktationsbeginn wie erwartet signifikant tiefer. Im weiteren Milchleistungsverlauf wurden keine signifikanten Nachwirkungen festgestellt, numerisch lag jedoch die Milchleistung in den Folgewochen in der Versuchsgruppe tiefer.
- Hinsichtlich Eutergesundheit und Zellzahl wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt.
- Bei den untersuchten Blutparametern zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede, numerisch war die Häufigkeit von Beta-Hydroxy-Buttersäuregehalten von über 1,2 mmol/l in der Kontrollgruppe erhöht.

Fasst man die Ergebnisse beider Versuche zusammen, dann muss bei Verzicht auf Kraftfutter in den ersten Laktationswochen mit einer Verschlechterung der Energiebilanz von Kühen und einem erhöhten Ketoserisiko ausgegangen werden. Eine Kraftfutter-Anfütterung vor der Abkalbung verbesserte die Situation, im Vergleich zur Kraftfuttergabe ab der Abkalbung, nicht. Durch eine einmalige Melkung zu Laktationsbeginn oder einen eingeschränkten Milchentzug in den ersten Laktationstagen kann die Energiebilanz und damit die Stoffwechselsituation verbessert werden. Beide Maßnahmen verringerten jedoch im weiteren Laktationsverlauf die Milchleistung leicht (nicht signifikant). Bei einmaliger Melkung in der ersten Woche lag die Milchzellzahl im gesamten Laktationsverlauf höher, bei einem verringerten Milchentzug bei zweimaliger Melkung (Versuch 2) wurde diesbezüglich kein Effekt festgestellt.

## Literaturverzeichnis

**Bjerre-Harpøth, V., Larsen, M., Friggens, N.C., Larsen, T., Martin RiisWeisbjerg, M.R., Damgaard, B.M.,** 2014. Effect of dietary energy supply to dry Holstein cows with high or low body condition score at dry off on production and metabolism in early lactation. *Livest. Sci.* 168, 60–75.

**Carbonneau, E., De Passille, A.M., Rushen, J., Talbot, B.G., Lacasse, P.,** 2012. The effects of incomplete milking or nursing on milk production, blood metabolites, and immune functions of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 6503–6512.

**Capelesso, A., Kozloski, G., Mendoza, A., Pla, M., Repetto, J.L., Cajarville, C.,** 2019. Reducing milking frequency in early lactation improved the energy status but reduced milk yield during the whole lactation of primiparous Holstein cows consuming a total mixed ration and pasture. *J. Dairy Sci.* 102, 8919–8930.

**Clark, D.A., Phyn, C.V.C., Tong, M.J., Collis, S.J., Dalley, D.E.,** 2006. A systems comparison of once-versus twice daily milking of pastured dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 854–1862.

**Dale, A.J., Hunter, B., Law, R., Gordon, A.W., Ferris, C.P.,** 2016. The effect of early lactation concentrate build-up strategy on milk production, reproductive performance and health of dairy cows. *Livest. Sci.* 184, 103–111.

**Dahl, G.E., Wallace, R.L., Shanks, R.D., Lueking, D.,** 2004. Hot topic: Effects of frequent milking in early lactation on milk yield and udder health. *J. Dairy Sci.* 87, 882–885.

**EC,** 2008. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.

**EC,** 2018. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007.

**Gruber, L., Urdl, M., Obritzhauser, W., Schauer, A., Häusler, J., Steiner, B.,** 2013. Influence of energy and nutrient supply pre and post partum on performance of multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in early lactation. *Animal* 8, 58–71.

**Horn, M., Steinwider, A., Pfister, R., Gasteiner, J., Vestergaard, M., Larsen, T., Zollitsch, W.,** 2014. Do different cow types respond differently to a reduction of concentrate supplementation in an Alpine low-input dairy system? *Livest. Sci.* 170, 72–83.

**Jørgensen, C.H., Spörndly, R., Bertilsson, J., Østergaard, S.,** 2016. Invited review: Carryover effects of early lactation feeding on total lactation performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99, 3241–3249.

**Kay, J.K., Phyn, C.V.C., Rius, A.G., Morgan, S.R., Grala, T.M., Roche, J.R.,** 2013. Once-daily milking during a feed deficit decreases milk production but improves energy status in early lactating grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96, 6274–6284.

**Law, R.A., McGettrick S., Ferris C.P., 2011.** Effect of concentrate build-up strategy in early lactation on production performance, health and fertility of high yielding dairy cows. In: Proceedings of the British Society of Animal Science, p. 5.

**Lacasse, P., Vanacker, N., Lanctôt, S., Ollier, S., 2016.** Management of dairy cows to improve resistance to infectious disease. *J. Anim. Sci.* 94 (issue suppl. 5), 237.

**Lins, M., Gruber, L., Obritzhauser, W., 2003.** Effect of prepartum energy supply on the intake, body weight, body condition, milk yield and metabolism of dairy cows: a review (in German). *Übers. Tierernährung* 31, 75–120.

**Loiselle, M.C., Ster, C., Talbot, B.G., Zhao, X., Wagner, G.F., Boisclair, Y.R., Lacasse, P., 2009.** Impact of postpartum milking frequency on the immune system and the blood metabolite concentration of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 1900–1912.

**Macrae, A.I., Burrough, E., Forrest, J., Corbishley, A., Russell, G., Shawb, D.J., 2019.** Prevalence of excessive negative energy balance in commercial United Kingdom dairy herds. *Veterinary J.* 248, 51–57.

**McNamara, S., Murphy, J.J., O'Mara, F.P., Rath, M., Mee, J.F., 2008.** Effect of milking frequency in early lactation on energy metabolism, milk production and reproductive performance of dairy cows. *Livest. Sci.* 117, 70–78.

**Moallem, U., Kamer, H., Hod, A., Lifshitz, L., Kra, G., Jacoby, S., Portnick, J., Zachut, M., 2019.** Reducing milking frequency from thrice to twice daily in early lactation improves the metabolic status of high-yielding dairy cows with only minor effects on yields. *J. Dairy Sci.* 102, 9468–9480.

**Morin, P.-A., Krug, C., Lacasse, P., Chorfi, Y., Dubuc, J., Roy, J.-P., Santschi, D., Dufour, S., 2018.** A randomized controlled trial on the effect of incomplete milking during early lactation on ketonemia and body condition loss in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101, 4513–4526.

**Patton, J., Kenny, D.A., Mee, J.F., O'Mara, F.P., Wathes, D.C., Cook, M., Murphy, J.J., 2006.** Effect of Milking Frequency and Diet on Milk Production, Energy Balance, and Reproduction in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89, 1478–1487.

**Roche, J.R., Meier, S., Heiser, A., Mitchell, M.D., Walker, C.G., Crookenden, M.A., Vailati Riboni, M., Looor, J.J., Kay, J.K., 2015.** Effects of precalving body condition score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 7164–7182.

**SAS Institute, 2012.** SAS Software 9.4. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

**Stelwagen, K., Phyn, C.V.C., Davis, S.R., Guinard-Flament, J., Pomiès, D., Roche, J. R., Kay, J.K., 2013.** Invited review: Reduced milking frequency: Milk production and management implication. *J. Dairy Sci.* 96, 3401–3413.

**Steinwider, A., Rohrer, H., Pfister, R., Gallnböck, M., Podstatzky, L., Gasteiner, J.,** 2021. Effects of concentrate supplementation strategies during the transition period and milking frequency in early lactation on seasonal winter-calving organic dairy cows. *Livestock Science* (2021) 250 DOI: 10.1016/j.livsci.2021.104595.

**Ster, C., Loiselle, M.C., Lacasse, P.,** 2012. Effect of postcalving serum nonesterified fatty acids concentration on the functionality of bovine immune cells. *J. Dairy Sci.* 95, 708–717.

**Urdl, M., Gruber, L., Obritzhauser, W., Schauer, A.,** 2015. Metabolic parameters and their relationship to energy balance in multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in the periparturient period as influenced by energy supply pre- and post-calving. *Anim. Phys. and Anim. Nutr.* 99, 174–189.

**Veerkamp, R., Koenen, E.,** 1999. Genetics of food intake, live weight, condition score and energy balance. *BSAP Occasional Publication*, 24, 63–73.

**Wankhade, P.R., Manimaran, A., Kumaresan, A., Jeyakumar, S., Ramesha, K.P., Sejian, V., Rajendran, D., Varghese, M.R.,** 2017. Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review. *Vet. World* 10, 1367–1377.