

Einfluss einer reduzierten Kraftfuttermittellversorgung auf die Leistung von Kühen der Rasse Fleckvieh bei biologischer Milchviehhaltung

Karin Schlager^{1*}, Andreas Steinwider², Günter Fallmann³ und Helmut Riegler⁴

Zusammenfassung

Die sich zuspitzende Nahrungskonkurrenz um energie- und eiweißreiche Ressourcen pflanzlichen Ursprungs zwischen Mensch und Tier und die steigenden Getreidepreise, insbesondere bei biologischer Wirtschaftsweise, verstärken den Druck den Kraftfuttermittellinsatz in der Milchviehhaltung zu reduzieren. Abgesehen davon, entspricht auch ein hoher Anteil an Grundfutter in der Milchviehhaltung der Physiologie des Wiederkäuers. Um die Auswirkungen einer Kraftfuttermittellreduktion auf die Tiere hinsichtlich der Jahresmilchleistung, dem Milchleistungsverlauf, den Milchinhaltstoffen, dem Körperkonditions- und Lebendmasseverlauf, der Tiergesundheit und der Fruchtbarkeit zu prüfen, wurde in den Jahren 2011 bis 2013 ein umsetzungsorientiertes Forschungsprojekt an einem biologisch bewirtschafteten Betrieb im österreichischen Waldviertel durchgeführt. Die Fleckviehherde wurde in zwei Gruppen geteilt, wobei die Versuchsgruppe im Durchschnitt 25 % weniger Kraftfuttermittel (KF) erhielt als die Kontrollgruppe. Insgesamt konnten Daten von 35 Laktationsverläufen gesammelt und mit einem multifaktoriellen statistischen Modell ausgewertet werden. In den Milchleistungs- und Milchinhaltstoffdaten wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kraftfuttermittelgruppen festgestellt. Numerisch erzielten die Kühe der Versuchsgruppe eine um 10 % geringere Milchleistung und zeigten einen höheren Fett: Eiweiß- Quotienten (FEQ). Auch in der Lebendmasse- und Body Condition Score- Entwicklung wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, wobei auch hier die Ergebnisse numerisch auf eine geringere energetische Versorgung der Versuchsgruppe hinwiesen. Die erstlaktierenden Tiere konnten die geringere Energiedichte in der Ration bei begrenzter Kraftfuttermittelgabe weniger gut kompensieren als Tiere in höherer Laktation. Durch die Verringerung des Kraftfuttermittellinsatzes wurde keine Verschlechterungen bei den Tiergesundheits- und Fruchtbarkeitsergebnissen festgestellt, es zeigten sich bei den Fruchtbarkeitsdaten in der Versuchsgruppe numerisch sogar günstigere Ergebnisse.

Schlagerwörter: Kraftfuttermittellinsatz, biologische Landwirtschaft, Milchkühe

Summary

Animal feeding is getting more and more in competition with human nutrition and the costs for cereals are rising. In contrast to monogastric animals, ruminants do not have the same food basis than humans, but they have the ability to produce valuable and for human consumption useable nutrients out of for humans indigestible roughages. Additionally, the ruminant's digestion is not meant to handle big amounts of concentrate feedstuff. These are convincing reasons to reconsider the concentrate supplementation in dairy farming. This study aims to find the impact of reduced concentrate supplementation in an organic dairy herd and the effects on milk yield, milk contents, bodyweight (BW), body condition score (BCS), health and fertility. An Austrian dairy herd of Simmentals, which were kept in one farm, got two different concentrate supplementations and their milk yield, milk contents, BW, BCS and health and fertility measurements were recorded in three years (2011, 2012, and 2013). On average, the test group got 25 % less concentrate supplementation than the control group. Overall data of 35 lactations were collected. The dataset was analyzed using a multifactorial statistical method. There were no significant differences in milk yield and milk contents. However, the test group had a lower milk yield of 10 % than the control group and displayed a higher fat: protein ratio. There was no significant difference in BW and BCS, but the test group was inferior in numbers. This suggests in turn a higher lack of nourishment in the test group. Moreover, there was a tendency that cows in the first parity had more problems to handle the ration with less concentrates. The fertility and health statuses of the test group was not influenced negatively. Actually, the test group had a better fertility performance than the control group in numbers.

Keywords: concentrated feed, organic farming, dairy cows

¹ Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

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

³ LFS Edelhofer, A-3910 Zwettl

⁴ Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Fütterungsberatung, Weidehaltung Rind, A-3580 Horn

* Ansprechpartner: Karin Schlager, k.schlager@students.boku.ac.at



Einleitung und Fragestellung

Durch den stetigen Anstieg der Weltbevölkerung wird die Nahrungskonkurrenz zwischen Nutztier und Mensch um energie- und eiweißreiche Ressourcen pflanzlichen Ursprungs immer größer. Laut FAO (2012) wird bereits ein Drittel des weltweit produzierten Getreides an Tiere verfüttert. Gerade der Wiederkäuer hat gegenüber dem Monogaster den großen Vorteil, Nährstoffe aus Grasland und auch Nebenprodukte aus der industriellen Lebensmittelherstellung, die für den Menschen nicht verwertbar sind, zu nutzen und sie in für den Menschen wertvolle Eiweißquellen umwandeln zu können (Oltjen und Beckett 1996). Zusätzlich dazu, dass der Wiederkäuer kein Nahrungskonkurrent zum Menschen sein müsste, ist eine Kraftfuttermittelbegrenzung auch aus physiologischer Sicht für Milchkühe sinnvoll. Wiederkäuer sollten nämlich aus pansenphysiologischer Sicht ihren Energiebedarf möglichst über strukturreiches Grundfutter decken (Schwarz 2011).

In den letzten Jahren musste sich durch den fortschreitenden Strukturwandel auch die Produktivität der Landwirtschaft ändern. So erzeugte im Jahr 1950 ein landwirtschaftlicher Betrieb ausreichend Nahrungsmittel für zehn Menschen, während im Jahr 2012 dieser Anteil auf 130 Personen anstieg (ZAR 2013). Diese Steigerung der Produktivität ist nicht nur auf die Vergrößerung der Betriebe und effizientere Wirtschaftsweisen sondern auch auf den vermehrten Einsatz von externen Betriebsmitteln zurückzuführen. Nach dem EU-Beitritt Österreichs waren die Getreidepreise sehr niedrig, was zu einem deutlichen Anstieg der Milchmenge führte (ZAR 2013). Mittlerweile steigt der Getreidepreis, gerade in Bio-Qualität, stetig an, was wiederum einen hohen Einsatz von Getreide als Futter ökonomisch betrachtet fragwürdig macht. Auch die Tatsache, dass die Kraftfuttermittellieferung in der Wiederkäuerfütterung gering ist, verstärkt die Diskussion über die Notwendigkeit von hohen Kraftfuttermittellieferungen.

Gerade bei biologischer Bewirtschaftung ist ein minimaler Einsatz von betriebsfremden Betriebsmitteln im Sinne des Kreislaufwirtschaftsdenkens und eine ressourcenschonende und nachhaltige Produktion oberstes Ziel, wobei auch die Tiergesundheit und das Wohlbefinden nicht aus den Augen gelassen werden darf (Horn et al. 2012). In diesem Forschungsprojekt sollten daher die Effekte einer kraftfuttermittelreduzierten Bio-Milchviehfütterung auf Jahresmilchleistung, Milchleistungsverlauf, Milchhaltsstoffe, Körperkonditions- und Lebendmasseverlauf, Kraftfuttermittelbedarf, Tiergesundheit und Fruchtbarkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh untersucht werden.

Tiere, Material und Methoden

Die ausgewerteten Daten wurden von 2011 bis 2013 in einem umsetzungsorientierten Forschungsprojekt an der LFS Edelhof erhoben. Der Betrieb liegt auf 600 m Seehöhe, die mittlere Jahrestemperatur beträgt 6,8 Grad Celsius und der mehrjährige durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 610 mm pro m². Die Versuchsherde bestand im Versuchszeitraum aus durchschnittlich 28 Stück Fleckviehkühen, die nach den Richtlinien für biologische Bewirtschaftung gehalten und gefüttert wurden.

Tiere

Bei der Versuchsherde handelt es sich um eine milchbe-

tonte Bio-Fleckviehherde, der Betrieb befindet sich in der Leistungskontrolle. Im Versuchszeitraum lag der Herdendurchschnitt bei 7529 kg Milch, 4,06 % Fett, 306 kg Fett, 3,39 % Eiweiß, 256 kg Eiweiß und 562 Fett und Eiweiß kg, wobei im Mittel 1140 kg Kraftfutter (KF) pro Kuh und Jahr eingesetzt wurde.

Die Milchkühe wurden entsprechend ihrer Leistungsdaten (Alter, Laktation, Milchleistungen, Zuchtwert, Typ, etc.) zufällig in zwei Fütterungsgruppen aufgeteilt. Diese Tiere blieben nach Möglichkeit über zwei Laktationen in der jeweiligen Gruppe, ein Fütterungsgruppenwechsel wurde nicht durchgeführt. Kühe, die aus dem Versuch ausgeschieden sind, wurden durch Jungkühe ersetzt. Insgesamt konnten 35 vollständige Laktationen von 27 Kühen zur Auswertung verwendet werden. Davon befanden sich 14 Tiere mit 18 Laktationen in der Kontrollgruppe und 13 Tiere mit 17 Laktationen in der Kraftfuttermittelreduktionsgruppe.

Beide Gruppen wurden in einer gemeinsamen Herde (Laktationsstall und Trockenstehzeitstall) gehalten. Eine Differenzierung in der Betreuung und Fütterung erfolgte lediglich im Kraftfuttermittellieferungsgrad.

Fütterung

Als Grundfutter erhielten die Kühe beider Gruppen in der Laktation Heu (3 - 5 kg TM) und Grassilage ad libitum. Im Winter 2012 und 2013 wurde auch teilweise eine Grundfuttermischration (Grassilage, Heu, Trockenschnitzel, Futterstroh) wegen Futterknappheit am Betrieb vorgelegt. In den Weideperioden (Mai bis Oktober) wurde nach dem morgendlichen Melkvorgang auch Stundenweide betrieben. Den trockenstehenden Kühen wurden die futterhygienisch einwandfreien Futterreste der laktierenden Tiere als Grundfutter vorgelegt. Eine Erfassung der tierindividuellen Grundfuturaufnahme war nicht möglich.

Das KF wurde über einen Transponder kuhindividuell zugeteilt und die gefressene KF-Menge tierindividuell erfasst. Darüber hinaus erhielten die Kühe eine kleine KF-Lockfütterung im Melkstand sowie eine Kraftfuttermittellieferung in der Anfütterungsperiode vor der Abkalbung. Die vorgesehene Menge an KF wurde in der Laktation je nach Laktationstag und Milchleistung kuhindividuell berechnet (Tabelle 1). Es erfolgte keine Differenzierung zwischen Erstlingskühen und Altkühen. Die Unterscheidung in der Kraftfuttermittellieferung zwischen den Versuchsgruppen erfolgte nur bei der hofeigenen Kraftfuttermischung. Hier erhielt die Versuchsgruppe weniger KF als die Kontrollgruppe. Auch in der Anfütterung vor der Abkalbung wurde in den beiden Fütterungsgruppen die Kraftfuttermittellieferung unterschieden. Während in der Kontrollgruppe von 1 kg FM auf 2,5 kg FM Getreidemischung innerhalb 14 Tage vor der errechneten Abkalbung gesteigert wurde, bekam die Versuchsgruppe konstant 1 kg FM Getreidemischung händisch zugeteilt. Da die Transpondereinstellungsmöglichkeiten begrenzt waren und die Kühe der Kontrollgruppe nicht immer das KF vollständig abholten, wurde eine weniger starke Spreizung in der Kraftfuturaufnahme zwischen den Versuchsgruppen erreicht (siehe Ergebnisse Kraftfuturaufnahme).

Als KF setzte der Betrieb eine hofeigene Getreidemischung (KF1) als Energiefuttermittel (Triticale 50-80 %, Rest Mais und Hafer) und eiweißreiches mineralisiertes Zukaufkraftfutter der Firma Garant (KF 2) ein. Das Zukaufkraftfutter

(KF 2) enthielt in der Winterfütterungsperiode 18 % Rohprotein und während der Weideperiode 15 % Rohprotein. Im Melkstand wurde außerdem bei jedem Melkvorgang eine kleine Gabe an gequetschtem Getreide (150 g FM inklusive 20g phosphor- und spurenelementreiche Mineralstoffmischung) als Lockfutter eingesetzt. Zusätzlich hatten die Tiere ganztägig Zugang zu Viehsalz- Lecksteinen.

Tabelle 1: Geplante Kraftfütterungszuteilung in den Fütterungsgruppen (kg TM je Kuh und Tag)

Milch kg pro Tag	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	davon - beide Gruppen
	Kraftfutter kg TM	Kraftfutter kg TM	eiweißreicheres KF 2 kg TM
15	0,4	0,4	0,0
20	2,6	1,0	0,5
25	4,8	3,1	1,1
30	6,6	4,8	1,3
>34	8,1	6,3	1,6

Datenerfassung

Die Erfassung der Milchleistung erfolgte zweimal täglich automatisch im Melkstand, die Milchinhaltsstoffe wurden den LKV-Ergebnissen kuhindividuell entnommen. Monatlich wurde bei allen Tieren mit Hilfe einer mobilen Waage die Lebendmasse (LM) erfasst und außerdem der Body Condition Score (BCS) durch den zuständigen Betreuer des Versuches vor Ort erhoben. Die tatsächlich aufgenommene Kraftfuttermenge wurde aus den Transponderdaten sowie den verabreichten händischen Kraftfüttergaben (Lockfutter bzw. Anfütterungsphase) errechnet. Die Rationskomponenten wurden 14tägig beprobt und daraus Sammelproben zur Analyse des Nährstoffgehaltes herangezogen. Tierbehandlungen und Fruchtbarkeitsparameter wurden tierbezogen aufgezeichnet.

Datenaufbereitung

Die gesammelten Daten wurden mittels MS Excel und mit dem Programmpaket SAS 9.2 (SAS Institute, 2002) verarbeitet. Von den ursprünglich für den Versuch vorgesehenen Kühen wurden zur Auswertung der Leistungsdaten 4 Laktationen wegen zu kurzer Laktationsdauer (Merzung vor dem 190. Laktationstag) bzw. zu geringer Datendichte (technische Fehler bei Datenaufzeichnung - Transponder bzw. Tagesmilchleistungen) nicht heran gezogen. Insgesamt konnten 35 Laktationen von 27 Kühen zur Auswertung der Milchleistung, Milchinhaltsstoffe, Kraftfütteraufnahme, LM- und BCS-Daten verwendet werden. Davon befanden sich 14 Tiere mit 18 Laktationen in der Kontrollgruppe und 13 Tiere mit 17 Laktationen in der Kraftfütterreduktionsgruppe, jeweils 4 Tiere beider Gruppen standen zwei Laktationen im Versuch. 6 der 35 Laktationen konnten aufgrund der kurzen Laktationsdauer nur bis zum 200. Laktationstag (3 aus der Kontrollgruppe und 3 aus der Versuchsgruppe) ausgewertet werden, die restlichen 29 Laktationen wurden bis zum 305. Laktationstag untersucht. Zur Auswertung der Fruchtbarkeits- und Tiergesundheitsdaten verblieben zusätzlich 3 Kühe im Datensatz, welche zumindest 120 Laktationstage im Versuch standen.

Milchleistungs- und Kraftfütteraufnahme-Daten wurden für die statistische Auswertung auf Wochenmittelwerte zusammengefasst. Der kuhindividuelle Verlauf der Mil-

chinhaltstoffe wurde mit Hilfe von Wood-Funktionen aus den LKV-Daten errechnet. Die monatlich erhobene LM und BCS-Daten wurden wie bei Berry et al. (2003), Dillon et al. (2003) und van Straten et al. (2009) mit Hilfe einer Spline-Funktion modelliert.

Als LM Nadir und BCS Nadir wurden die jeweiligen Werte der Laktationswoche definiert, ab der wieder ein Anstieg des jeweiligen Merkmales erfolgte. Um die Persistenz darzustellen, wurde wie bei Sölkner und Fuchs (1987) ein Verhältnis zwischen der Milchleistung der zweiten und ersten 100 Laktationstage und zwischen der dritten und zweiten 100 Laktationstage errechnet. Als Besamungsindex wurde die Anzahl der Besamungen, die für eine erneute Trächtigkeit nötig waren, ausgewertet. Der Erstbesamungsindex entspricht dem Anteil der trächtigen Tiere nach der ersten Besamung, der Non Return 3 Index (N3) dem Anteil der Kühe die mehr als 3 Besamungen aufwiesen. Als Non- Return-Rate 75 (NRR75) wurde der Anteil an Kühen erhoben, der innerhalb von 75 Tagen nach der ersten Besamung nicht wieder besamt werden mussten. Bei 8 Milchkühen konnte keine Zwischenkalbezeit (ZKZ) ausgewertet werden, da es durch Merzung oder Verkauf zu keiner weiteren Geburt kam. Außerdem wurde auch unterschieden ob die Milchkühe während der Laktation eine tierärztliche Behandlung benötigten oder nicht. Der Geburtsverlauf wurde in zwei Klassen eingeteilt. Klasse 1 steht für Leichtgeburten und Normalgeburten, Klasse 2 steht für Schweregeburten.

Zur statistischen Auswertung wurden die Kühe je nach Laktationszahl in zwei Laktationsklassen eingeteilt: Erstlingskühe kamen in die Klasse 1, alle Kühe die sich in der zweiten oder einer höheren Laktation befanden kamen in die Klasse 2. Außerdem wurde dabei auch zwischen 4 Abkalbequartalen unterschieden (Geburt im: Jänner, Februar, März → 1. Quartal; April, Mai, Juni → 2. Quartal; Juli, August, September → 3. Quartal; Oktober, November, Dezember → 4. Quartal).

Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung kam das Programmpaket SAS 9.2 (SAS Institute, 2002) zur Anwendung. Zur Testung der Normalverteilung wurde die Prozedur univariate verwendet, bei nicht normalverteilten Daten (Persistenz, ZKZ, Verzögerungszeit, Rastzeit, Günstzeit, Mittelwert und Summe Milch, Eiweiß % und kg, Fett: Eiweiß- Quotient (FEQ), Laktationsleistung Eiweiß kg, Woche wo Maximum Tagesleistung Fett, Maximum Tagesleistung Eiweiß, Woche mit Nadir LM und BCS, LM Abnahme, BCS Zunahme bis Nadir) wurden diese logarithmiert.

Die Auswertung der Milchleistungen, der Milchinhaltsstoffe, LM und der Kraftfütteraufnahme erfolgten mit der Mixed-Prozedur. Auch die BCS-Merkmale wurden entsprechend den Angaben in der Literatur Horan et al. (2005) und Walsh et al. (2008) mit der Mixed-Prozedur ausgewertet. Als fixe Effekte wurden die Futtergruppe, die Laktationsklasse, die Wiederholung im Versuch und das Abkalbequartal, sowie der zufällige Effekt des Tieres innerhalb der Kraftfüttergruppe miteinbezogen. Mit einem weiteren Modell in der Prozedur mixed wurden die Laktationsverläufe ausgewertet. Dieses enthielt neben den oben angeführten Effekten auch noch den fixen Effekt der Lak-

Tabelle 2: Nährstoffgehalte und chemische Zusammensetzung der verwendeten Futtermittel

	Grassilage	Heu	Grünfütter	KF1	KF2	Lockfütter
TM (g/kg FM)	916 (10) ^a	931 (7)	913 (11)	894 (10)	908 (7)	900 (10)
ME ^b (MJ/kg TM)	9,7 (0,2)	8,6 (0,4)	9,7 (0,4)	13,1 (0,1)	12,7 (0,1)	13,0 (0,1)
NEL ^c (MJ/kg TM)	5,80 (0,12)	5,02 (0,30)	5,83 (0,31)	8,31 (0,01)	7,92 (0,05)	8,23 (0,11)
XP (g/kg TM)	111 (14)	78 (20)	155 (17)	85 (5)	170 (14)	134 (12)
XF (g/kg TM)	250 (16)	312 (35)	227 (20)	33 (3)	98 (11)	64 (13)
XL (g/kg TM)	27 (3)	17 (3)	23 (3)	20 (2)	41 (5)	29 (4)
XX (g/kg TM)	478 (20)	489 (13)	431 (38)	809 (11)	593 (33)	704 (36)
XA (g/kg TM)	90 (10)	69 (11)	115 (18)	33 (2)	61 (3)	40 (6)
nXP (g/kg TM)	126 (2)	112 (8)	128 (16)	155 (4)	k.A. ^d	164 (10)
RNB (g/kg TM)	-2 (2)	-5 (8)	4 (3)	-11 (4)	k.A. ^d	-5 (3)
NDF (g/kg TM)	450 (32)	558 (60)	467 (40)	132 (19)	231 (21)	185 (26)
ADF (g/kg TM)	301 (14)	342 (36)	310 (29)	42 (4)	123 (15)	93 (36)
ADL (g/kg TM)	38 (7)	40 (6)	50 (9)	7 (2)	27 (3)	17 (4)
Ca (g/kg TM)	8,2 (1,5)	4,4 (1,3)	8,2 (1,1)	4,4 (0,7)	7,5 (0,7)	4,2 (1,3)
P (g/kg TM)	2,7 (0,4)	2,0 (0,2)	3,8 (0,5)	4,4 (0,6)	6,1 (0,4)	4,8 (0,7)
Mg (g/kg TM)	2,4 (0,4)	1,7 (0,4)	2,1 (0,2)	1,8 (0,4)	2,5 (0,4)	1,8 (0,4)
K (g/kg TM)	21,7 (1,9)	16,8 (1,6)	30,2 (3,4)	5,9 (1,3)	11,4 (0,9)	9,1 (1,2)
Na (mg/kg TM)	0,34 (0,24)	0,20 (0,12)	0,20 (0,10)	1,11 (0,12)	2,57 (0,26)	1,32 (0,41)
Zn (mg/kg TM)	26 (3)	28 (4)	46 (6)	134 (19)	103 (7)	62 (14)
Mn (mg/kg TM)	67 (17)	137 (40)	59 (17)	58 (7)	97 (5)	58 (13)
Cu (mg/kg TM)	7 (0,8)	5 (1,4)	8 (1,1)	17 (3)	28 (5)	15 (3)

^aStandartabweichung in Klammer, ^bUmsetzbare Energie, ^cNettoenergielaktation, ^dZusammensetzung der KF-Mischung nicht bekannt

tationswoche. Das Tier innerhalb der Futtergruppe verblieb als zufälliger Effekt im Modell und die Laktationswoche wurde zusätzlich als wiederholter Effekt berücksichtigt. Auf Basis der Anpassungsstatistik wurde eine autoregressive Ko-Varianzstruktur gewählt (Litell et al. 1998, 2006) und es wurde die Kenward-Rodger-Korrektur verwendet (Litell et al. 2006).

In den binomischen Merkmalen wie zum Beispiel der Trächtigkeit im Verlauf der Deckperiode wurden die Futtergruppen mit dem Chi-Quadrat Test verglichen. Die Besamungsindizes N3 Index, NRR 75, Geburtsverlauf und Behandlungen wurden mit dem Wilcoxon Rangsummen Test ausgewertet. Um die Zeit von der Geburt bis zur erfolgreichen Besamung grafisch darzustellen, wurde die Prozedur lifetest angewendet um den Kaplan-Maier-Schätzer zu ermitteln.

Die Ergebnisse sind als Least Square Means (LS-Means) der Futtergruppe, Residualstandardabweichungen (se) und P-Werte dargestellt. Das Signifikanzniveau wurde bei $\alpha=0,05$ angesetzt.

Ergebnisse

Futtersituation

In Tabelle 1 sind die Nährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futterkomponenten zusammengefasst. Das Heu wies im Mittel einen Energiegehalt von 5,0 MJ NEL

und einen Rohproteingehalt von 78 g je kg TM auf. Die Grassilage lag bei 5,8 MJ NEL und einem Rohproteingehalt von 111 g je kg TM.

Milchleistung- und Zusammensetzung

Aus Tabelle 3 sind die aufgenommenen Kraftfuttermengen für KF 1, das KF 2 und die gesamte Summe an gefressenen KF (KF1 + KF2 + KF Lockfütter) für die Standardlaktation (305 Tage plus Vorbereitungs-fütterung) zu entnehmen. In Abbildung 1 und 2 ist der Verlauf der gefressenen Kraftfuttermengen dargestellt. Die Versuchsgruppe bekam mit 543 kg TM um 298 kg TM bzw. um 35 % signifikant ($p=0,013$) weniger KF 1 als die Tiere der Kontrollgruppe, welche 841 kg TM KF 1 pro Laktation erhielten. Entsprechend dem Versuchsplan erhielten beide Gruppen die gleiche Menge an dem eiweißreicheren KF 2. In der gesamten aufgenommenen Kraftfuttermenge lag die Versuchsgruppe mit 980 kg TM um 321 kg TM bzw. 25 % signifikant unter der Kontrollgruppe ($p=0,017$), welche bei 1301 kg TM pro Laktation lag.

Milch und Milchhaltsstoffe

In Tabelle 3 werden die erzielte Milchleistungen und Milchhaltsstoffe der beiden Futtergruppen dargestellt. In Abbildung 3 bis 10 ist der Verlauf von Milch kg, Energie-korrigierte Milch kg (ECM), Fett kg, Eiweiß kg und FEQ ersichtlich. In Tabelle 6 befinden sich die Ergebnisse für

Tabelle 3: Kraftfuttermenge in 305 Laktationstagen

	Gruppe		Laktationsklasse		Gruppe x Laktationsklasse				s _e	p-Werte		
	K	V	1	2	K1	K2	V1	V2		G	LG	G x LG
Σ Kraftfütter 1 (kg TM)	841	543	591	793	751	932	432	655	158	0,013	0,209	0,859
Σ Kraftfütter 2 (kg TM)	377	355	348	384	359	395	336	374	24	0,213	0,165	0,939
Σ Kraftfütter Gesamt ^a (kg TM)	1301	980	1021	1260	1192	1410	850	1111	179	0,017	0,193	0,869

^aSumme Kraftfütter Gesamt entspricht KF1 + KF2 + Lockfütter

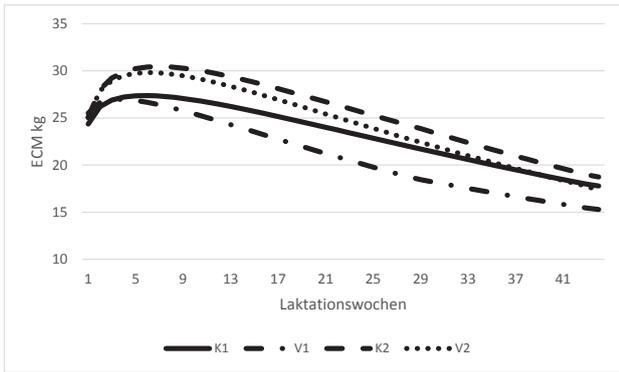


Abbildung 3: ECM Leistung für unterschiedliche Futter- und Laktationsgruppen (Untergruppen)

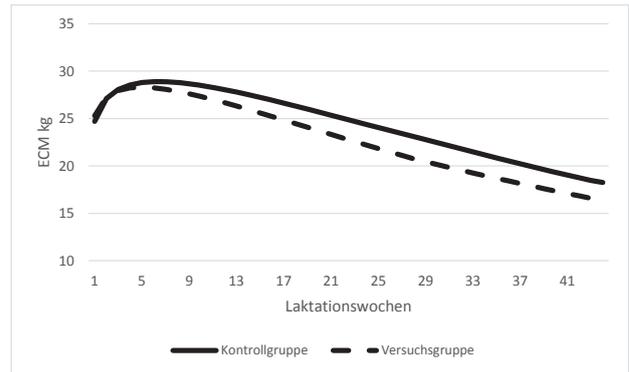


Abbildung 4: ECM Leistung der unterschiedlichen Fütterungsgruppen

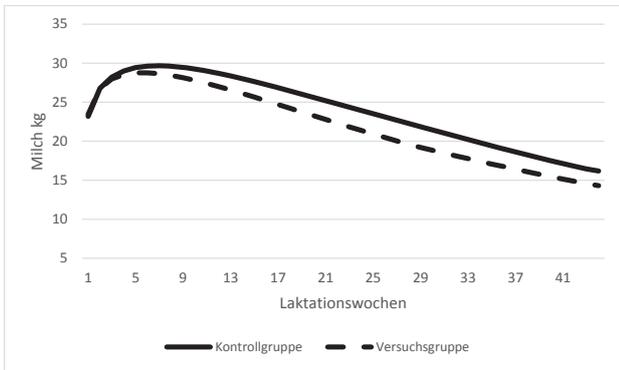


Abbildung 5: Milchleistung der unterschiedlichen Fütterungsgruppen

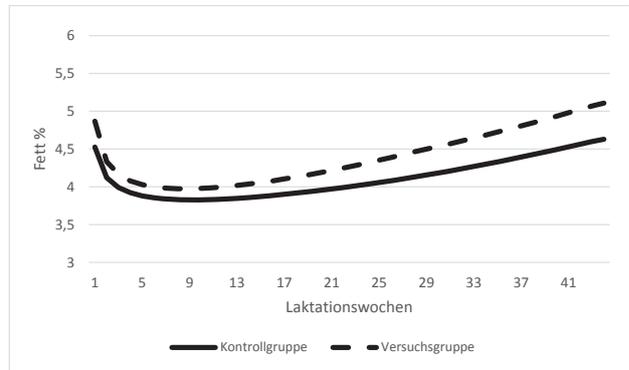


Abbildung 6: Fett % Leistung der unterschiedlichen Fütterungsgruppen

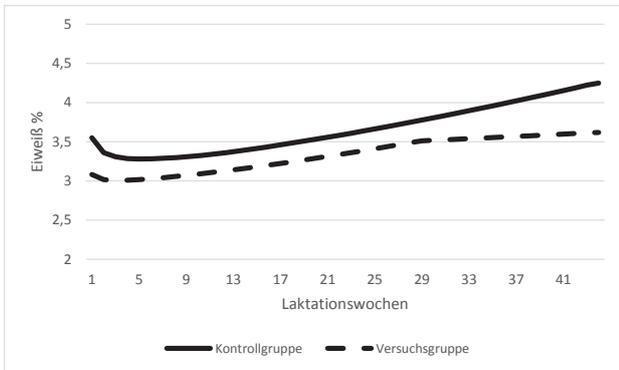


Abbildung 7: Eiweiß % der unterschiedlichen Fütterungsgruppen

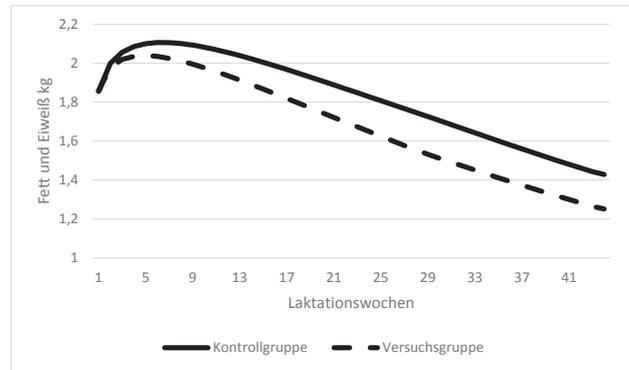


Abbildung 8: Fett und Eiweiß Leistung der unterschiedlichen Fütterungsgruppen

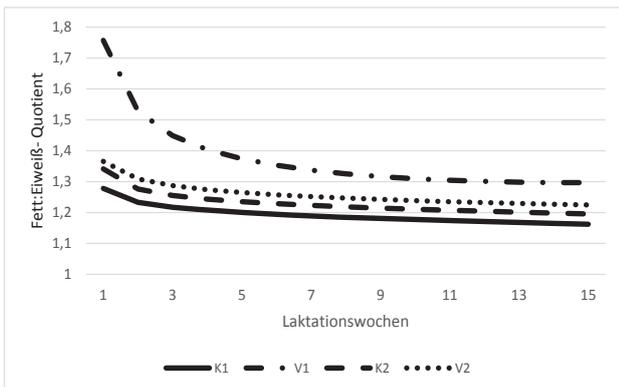


Abbildung 9: FEQ für unterschiedliche Futter- und Laktationsgruppen zu Laktationsbeginn (Untergruppen)

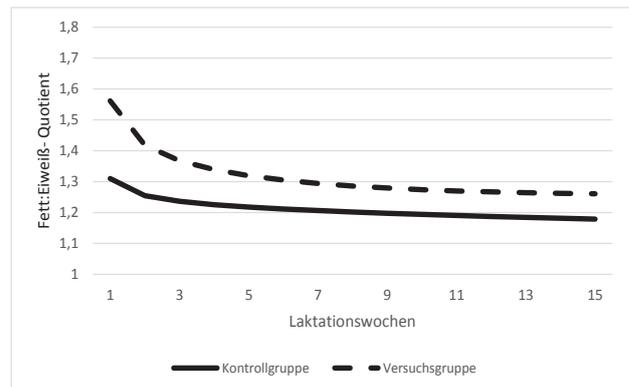


Abbildung 10: FEQ der unterschiedlichen Fütterungsgruppen zu Laktationsbeginn

Tabelle 5: Persistenz, Maximalleistung ECM, Fett, Eiweiß

	Gruppe		Laktations- klasse		Gruppe x Laktationsklasse				s_e	p-Werte		
	K	V	1	2	K1	K2	V1	V2		G	LG	GxLG
Persistenz zwei zu eins	0,89	0,82	0,84	0,87	0,89	0,89	0,80	0,85	0,06	0,024	0,502	0,422
Persistenz drei zu eins	0,76	0,68	0,72	0,73	0,78	0,75	0,65	0,72	0,07	0,188	0,810	0,449
Maximum Tagesleistung Fett (kg/Tag)	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	0,1	0,221	0,830	0,660
Lak.Tag wo Maximum Tagesleistung Fett	32	28	23	38	28	36	17	40	19	0,850	0,207	0,245
Maximum Tagesleistung Eiweiß (kg/Tag)	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,0	0,197	0,180	0,464
Lak.Tag wo Maximum Tagesleistung Eiw.	43	44	39	49	38	48	39	49	15	0,906	0,441	0,983
Maximum Tagesleistung ECM (kg/Tag)	28,8	29,3	28,2	29,9	28,5	29,2	28,0	30,5	1,3	0,779	0,355	0,601
Laktag wo Maximum Tagesleistung ECM	43	44	39	49	38	48	39	49	15	0,906	0,441	0,983

Tabelle 6: Lebendmasse und Body Condition Score für 305 Tage Laktation

	Gruppe		Laktations- klasse		Gruppe x Laktationsklasse				s_e	p-Werte		
	K	V	1	2	K1	K2	V1	V2		G	LG	GxLG
Ø LM (kg)	726	710	680	756	700	753	659	760	17	0,659	0,138	0,529
LM in Woche 1 (kg)	722	734	702	754	704	739	700	768	40	0,709	0,194	0,626
LM in Woche 44 (kg)	775	754	718	810	724	825	712	796	50	0,726	0,236	0,893
Nadir LM (kg)	684	671	634	721	653	715	615	727	37	0,681	0,062	0,468
Woche wo LM Nadir	11	16	17	10	15	8	19	13	7	0,145	0,173	0,785
LM Abnahme bis Nadir (kg)	33	58	64	27	49	17	78	38	25	0,941	0,538	0,599
LM Zunahme von Nadir bis WO 44 (kg)	90	65	62	93	72	108	52	78	52	0,453	0,456	0,889
Ø BCS	3,1	3,0	3,0	3,0	3,1	3,0	2,9	3,0	0,2	0,458	0,966	0,894
BCS Woche 1	3,1	3,2	3,3	3,0	3,3	2,9	3,2	3,1	0,4	0,769	0,284	0,555
BCS Woche 44	3,0	2,9	2,8	3,1	2,8	3,2	2,9	3,0	0,1	0,751	0,325	0,638
Nadir BCS	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7	2,7	0,3	0,763	0,802	0,853
Woche wo BCS Nadir	14	16	21	9	19	8	22	11	9	0,235	0,092	0,786
BCS Zunahme von Nadir bis WO 44	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,4	0,3	0,358	0,410	0,970

etwas mehr und länger an LM und BCS-Punkten. Die LM startete in der Kontrollgruppe mit 722 kg und in der Versuchsgruppe mit 734 kg und erreicht in der 44. Woche 775 kg in der Kontrollgruppe und 754 kg in der Versuchsgruppe. Der Nadir wurde in der Kontrollgruppe in der 11. Woche

mit 684 kg und in der Versuchsgruppe in der 16. Woche mit 671 kg erreicht. Der BCS lag in der Laktationswoche 1 in der Kontrollgruppe im Durchschnitt bei 3,1 Punkten und in der Versuchsgruppe bei 3,2 Punkten und zeigte in der 44. Woche 3,0 Punkte in der Kontrollgruppe und 2,9 Punkte in

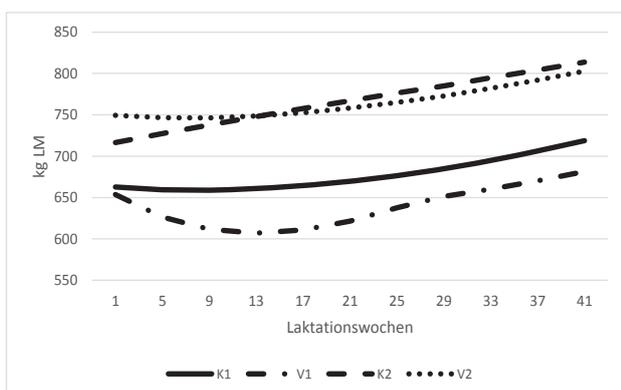


Abbildung 11: Lebendmasse der unterschiedlichen Futter- und Laktationsgruppen im Laktationsverlauf

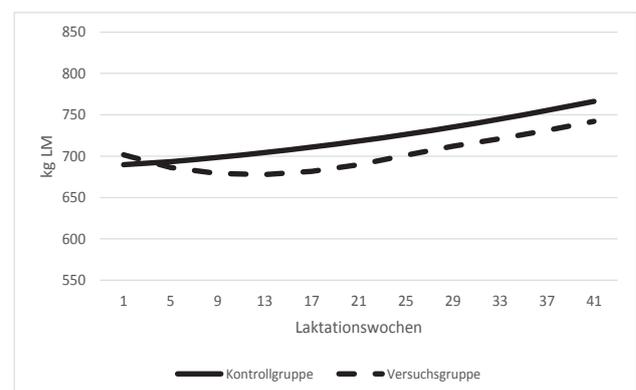


Abbildung 12: Lebendmasse im Laktationsverlauf der unterschiedlichen Fütterungsgruppen

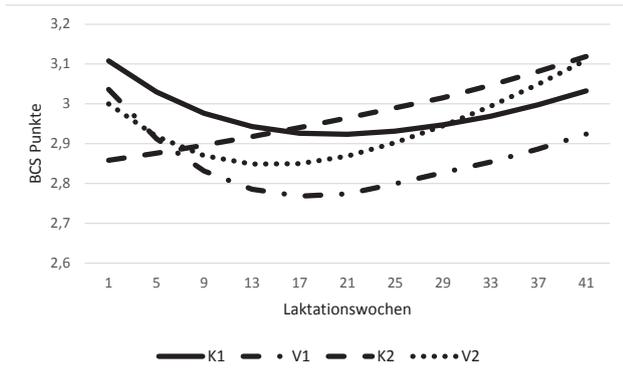


Abbildung 13: BCS der unterschiedlichen Futter- und Laktationsgruppen im Laktationsverlauf (Untergruppen)

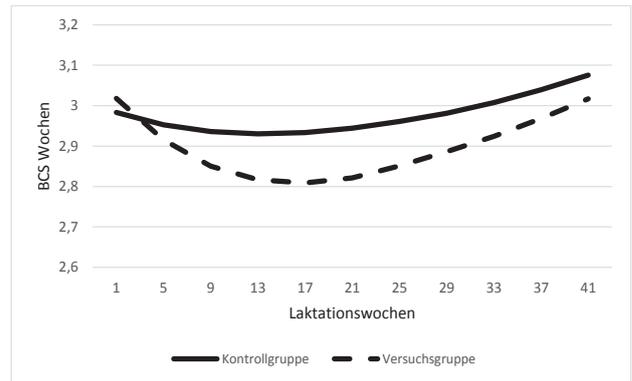


Abbildung 14: BCS im Laktationsverlauf bei unterschiedlichen Fütterungsgruppen

Tabelle 7: Fruchtbarkeitsmerkmale

	Gruppe		Laktationsklasse		Gruppe x Laktationsklasse				s _e	p-Werte		
	K	V	1	2	K1	K2	V1	V2		G	LG	GxLG
ZKZ	421	368	390	399	417	426	363	372	60	0,172	0,840	0,999
Rastzeit	71	69	77	63	75	66	79	59	7	0,801	0,150	0,443
Güstzeit	124	113	125	112	117	131	133	92	62	0,646	0,664	0,386
Verzögerungszeit	54	44	48	49	42	65	54	33	63	0,685	0,963	0,477

der Versuchsgruppe. Der Nadir wurde in der Kontrollgruppe in der 13. Woche und in der Versuchsgruppe in der 16. Woche mit jeweils 2,7 Punkten erreicht.

Fruchtbarkeit und Gesundheit

In Tabelle 7 ist die Auswertung von ZKZ, Rastzeit und Güstzeit dargestellt. Es konnten auf Grund der Streuungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Die Tiere der Versuchsgruppe schnitten in keinem Merkmal numerisch schlechter ab. Mit 421 Tagen wiesen die Tiere der Kontrollgruppe eine numerisch längere ZKZ von 53 Tagen auf. Auch wenn Zwischenkalbezeitklassen gebildet wurden (ZKZ unter 365 Tage → Klasse 1, alle darüber Klasse 2) zeigte sich keine signifikante Gruppendifferenz (p=0,259). In Abbildung 15 wurde mittels Kaplan-Maier-Test der kumulative Anteil erfolgreich belegter Tiere grafisch dargestellt. Bis zum 125. Laktationstag waren etwa 70 % der Kühe der Kontrollgruppe und knapp 90 % der Versuchsgruppe trächtig, ab dem 175. Laktationstag wurden für beide Gruppen wieder vergleichbare Trächtigkeitsanteile festgestellt. Wie in der Tabelle 8 ersichtlich ist, wurden auch in den Besamungsindizes, dem N3 Index und der NRR 75 keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Auch im Geburtsverlauf konnten keine Unterschiede festgestellt werden. In der Kontrollgruppe benötigten 45 % der Tiere eine tierärztliche Behandlung, in der Versuchsgruppe 56 %. Dies ergab aber wiederum keine signifikante Differenz.

Tabelle 8: Fruchtbarkeitsmerkmale

	Mittelwert		Pr > Chi Square
	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	
Besamungsindex	2,00	1,82	0,604
Erstbesamungsindex	0,50	0,59	0,597
N3 Index	0,25	0,18	0,593
NRR 75	0,65	0,65	0,985

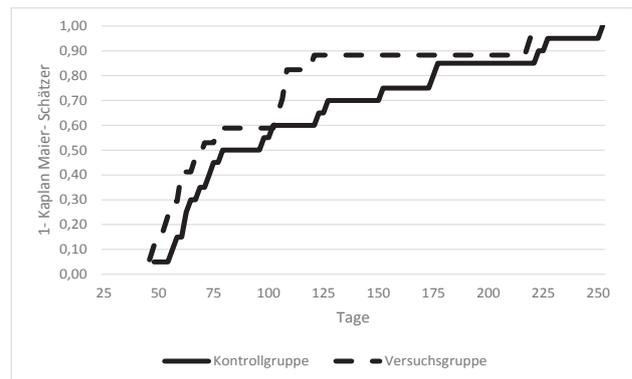


Abbildung 15: Kumulativer Anteil erfolgreich belegter Tiere

Diskussion

In einem umsetzungsorientierten Forschungsprojekt wurden die Effekte einer kraftfutterreduzierten Bio-Milchviehfütterung auf Jahresmilchleistung, Milchleistungsverlauf, Milchinhaltstoffe, Körperkonditions- und Lebendmasseverlauf, Kraftfutterbedarf, Tiergesundheit und Fruchtbarkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh untersucht. Als Grundfutter stand Heu und Grassilage sowie Weide in der Vegetationszeit und vorübergehend eine Grundfuttermischung (Futtermangelsituation) zur Verfügung. Beide Fütterungsgruppen wurden in einer gemeinsamen Herde gehalten und hatten ständigen Zugang zum Grundfutter. Die Qualität der Grundfütterung lag in den Versuchsjahren geringfügig unter dem landesüblichen Durchschnitt. In Niederösterreich stellte Resch (2010) eine durchschnittliche Heuqualität mit 5,18 MJ NEL, 95 g XP, 26 g XL, 341 g XF, 73 g XA und einer ruminalen N-Bilanz von -4 g je kg Trockenmasse fest, die Heuqualität des Versuchs lag mit 5,0 MJ NEL und 78 g leicht darunter. Auch die Grassilage wies mit 5,8 MJ NEL und 11 % XP eine unterdurchschnittliche Qualität auf (Energie -3 %, Rohprotein -26 %). In dem LK-Silageprojekt

2003/2005/2007/2009 (Resch 2009) lag die durchschnittliche Silage aus Fahrhilfen bei 5,96 MJ NEL, 150 g XP, 31 g XL, 263 g XF, 105 g XA und einer ruminalen N-Bilanz von +3 g je kg Trockenmasse.

Die Kühe der Versuchsgruppe nahmen im Durchschnitt 25 % weniger KF als die Kontrollgruppe auf. Bei den erstlaktierenden Kühen war die Spreizung zwischen Versuchsgruppe und Kraftfuttermittellieferungsgruppe mit einer Reduktion von 29 % etwas größer. Da die Transpondereinstellungsmöglichkeiten begrenzt waren und die Kühe der Kontrollgruppe das KF nicht immer vollständig abholten, lag die Differenzierung in der Kraftfuturaufnahme zwischen den Futtergruppen um 5-10 % unter dem im Versuchsplan angestrebten Werten. Um eine ausreichende Proteinversorgung auch in der Versuchsgruppe zu gewährleisten, wurde dem Versuchsplan entsprechend die Kraftfuttermittellieferungsbeschränkung beim Energiekraftfutter und nicht beim rohproteinreicheren Zukaufkraftfutter durchgeführt. Mit Ausnahme des Fettgehaltes, der in der Versuchsgruppe höher lag, wurden in den durchschnittlichen Milchleistungen keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt. Die Tiere der Versuchsgruppe lagen jedoch in den ECM und Milch kg sowie im Eiweißgehalt und in der Eiweißleistung numerisch um 10 % tiefer als die Kontrollgruppe. Dieser Effekt war bei den erstlaktierenden Tieren (-12 % bis -33 % je nach Merkmal) stärker ausgeprägt als bei den Kühen in höheren Laktationen (-2 % bis -9 %). Der größte Laktationsklasseneinfluss zeigte sich hier beim Eiweißgehalt (-30 %) und der Eiweißleistung (-33 %). Im Fettgehalt und im FEQ lagen die Versuchskühe insbesondere zu Laktationsbeginn höher, wobei auch hier die Gruppenunterschiede bei den Erstlingskühen stärker ausgeprägt waren. Da die Milchbildung in der Nährstoffverteilung im Organismus eine hohe Priorität aufweist, wird sie bei gegebener Nährstoffunterversorgung weniger stark eingeschränkt und es werden vermehrt Körperreserven mobilisiert (Martens 2012). Bei zunehmender Energieunterversorgung und steigender Mobilisation verändern sich auch die Gehalte an Milchinhaltsstoffen, es erhöht sich der Milchlaktationsgehalt (Körperfettmobilisation) und reduziert sich auf Grund der geringeren mikrobiellen Proteinsynthese der Milcheiweißgehalt, wodurch insbesondere zu Laktationsbeginn ein Anstieg des FEQ auftreten kann (Spiekers et al. 2009, Steinwider und Wurm 2005). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit weisen auf eine geringere energetische Versorgung der Tiere in der Versuchsgruppe hin. Der Energiebedarf der Versuchsgruppe dürfte auf Grund der gegebenen Grundfutterqualität und der begrenzten Kraftfuturaufnahme, insbesondere zu Laktationsbeginn, weniger gut gedeckt gewesen sein. Die Ergebnisse dieses Versuchs legen nahe, dass diese Effekte bei den Erstlingskühen stärker ausgeprägt sind als bei den Kühen in höheren Laktationen. Auch die Ergebnisse zur Persistenz und LM- bzw. BCS-Entwicklung bestätigen diesen Zusammenhang. BCS und LM werden, wie auch die Milchinhaltsstoffe und der Milchleistungsverlauf (Persistenz), häufig als Indikator zur Bewertung der Fütterungssituation herangezogen (Bossen et al. 2009, Bossen und Weisbjerg 2009, Řehák et al. 2012). Obwohl mit Ausnahme der Persistenz (2:1) auch hier nur numerische Gruppenunterschiede festzustellen waren, reagierte die Versuchsgruppe numerisch stärker in der LM- bzw. BCS-Entwicklung. Sie zeigten eine längere Phase der Mobilisation (LM Nadir 5 Wochen und den BCS Nadir 3

Wochen später als Kontrollgruppe) und mobilisierten etwas mehr an Körperreserven. Wiederum bestanden auch hier stärkere Futtergruppenunterschiede bei den erstlaktierenden Kühen. Das begründet sich darauf, dass Erstlingskühe noch im Wachstum sind und Energiemangelsituationen weniger gut kompensieren können (Mao et al. 2004, Řehák et al. 2012). Über alle Laktationsklassen und Fütterungsgruppen hinweg konnte jedoch in der Woche 44 immer eine höhere LM als in der Woche 1 festgestellt werden. Dies deutet darauf hin, dass trotz mäßiger Grundfutterqualität weder in der Kontroll- noch in der Versuchsgruppe eine langfristige gravierende Unterversorgung bestand bzw., dass bis zum Ende der Laktation auch die Tiere der Versuchsgruppe wieder LM kompensieren konnten (Gruber 2007). In einem umsetzungsorientierten Forschungsprojekt auf Bio-Milchviehbetrieben in Österreich reduzierte eine Projektbetriebsgruppe den Kraftfuttermittellieferungseinsatz um durchschnittlich 14 % je Kuh bzw. 25 % je kg produzierter Milch (Steinwider et al. 2013). Bei guter Grundfutterqualität und geringerer Ausgangsmilchleistung konnten hier keine negativen Effekte auf die Milchleistung festgestellt werden, wobei in diesem Projekt aber auch im Betriebsmanagement Anpassungen getroffen wurden. In einem vergleichbaren Projekt in der Schweiz (Notz et al. 2012) verringerten die Projektbetriebe den Kraftfuttermittellieferungseinsatz im Mittel stärker (-31 % je Kuh und Laktation), wobei die Betriebe aber bereits vor Projektbeginn auf tiefem KF-Niveau lagen. Hier ging die Milchleistung um 0,7 kg je kg FM eingespartem KF zurück (19,3 auf 19,1 kg/Kuh und Tag; -0,5 %). Ertl et al. (2013) stellten bei einer Auswertung von Praxisdaten von Bio-Milchvieharbeitskreisbetrieben in Österreich einen über alle Betriebe gerechneten durchschnittlichen Milchleistungsanstieg von etwa 1,1 kg je kg FM KF fest. Demgegenüber zeigte sich diesbezüglich in der vorliegenden Arbeit eine höhere Kraftfuturaufnahme (1,71 kg ECM/kg TM KF), wobei auch hier ein deutlicher Laktationseffekt festgestellt werden konnte (Erstlingskühe 2,68 bzw. 0,61 kg ECM/kg TM KF für Kühe in höheren Laktationen). Diese Ergebnisse weisen wiederum darauf hin, dass die Versuchstiere, auch auf Grund der mäßigen Grundfutterqualität, die Energieunterversorgung durch erhöhte Futteraufnahme weniger stark kompensieren konnten (Gruber 2007, Gruber 2009) und dass davon insbesondere die erstlaktierenden Kühe betroffen waren. Erschwerend kommt bei den Erstlingskühen hinzu, dass einerseits die körperliche Entwicklung noch nicht voll abgeschlossen ist und andererseits auch das Futteraufnahmevermögen noch nicht voll entwickelt ist (Bossen et al. 2009, Gruber et al. 2004, Spiekers et al. 2009).

Eine stark negative Energiebilanz zu Laktationsbeginn wird als wichtiger pathogenetischer Faktor für unterschiedliche Erkrankungen angesehen (Martens 2012). In der vorliegenden Arbeit zeigten sich durch die Verringerung des Kraftfuturaufnahmevermögens keine Verschlechterungen bei den Tiergesundheits- und Fruchtbarkeitsergebnissen, es wurden hier sogar numerische Verbesserungen festgestellt. Die Kühe der Kontrollgruppe benötigten durchschnittlich 2,0 Besamungen bis zur erfolgreichen Belegung, die Versuchsgruppe lag hier bei 1,8. Rund 50 % der Tiere aus der Kontrollgruppe waren nach der ersten Besamung trächtig, während in der Versuchsgruppe bereits 59 % sofort aufgenommen hatten. Nur 18 % der Tiere aus dem kraftfuturaufnahmevermindernden Futterregime benötigten mehr als 3 Besamungen, während in der

Kontrollgruppe ein Viertel der Tiere eine höhere Anzahl aufwiesen. Bei der NNR 75 und der Anzahl eingesetzter Tierbehandlungen lagen die beiden Gruppen gleich. Diese Daten decken sich mit aktuellen Ergebnissen von Studien auf Bio-Milchviehbetrieben, in denen diesbezüglich ebenfalls keine negativen Auswirkungen der Kraftfütterreduktion festgestellt wurden (Ertl et al. 2013, Klocke et al. 2011, Leisen et al. 2007, Notz et al. 2011, Notz et al. 2012, Steinwider et al. 2013). Weitere ältere Studien, in denen die KF-Gaben in unterschiedlichem Ausmaß reduziert wurden, kamen zu ähnlichen Schlüssen (Haiger und Sölkner 1995, McGowan et al. 1996, Pryce et al. 1999). Möglicherweise belastet die zunehmende KF Fütterung den Stoffwechsel der Kühe stärker als eine negative Energiebilanz, da durch KF Gaben die Milchleistung in die Höhe getrieben wird und damit die Stoffwechselrate zunimmt (Law und Young 2010).

Schlussfolgerung

- Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass die vorliegende Studie auf einem landwirtschaftlichen Schulbetrieb unter Praxisbedingungen und bei Einsatz von Grundfutter mittlerer bis leicht unterdurchschnittlicher Qualität durchgeführt wurde.
- Obwohl auf Grund der begrenzten Tieranzahl und Streuung der Daten keine signifikanten Gruppenunterschiede in der Milchleistung festgestellt wurden, lässt sich aus den numerischen Ergebnissen ableiten, dass bei einer Kraftfütterreduktion unter vergleichbaren Bedingungen (Kürzung der KF Ration um durchschnittlich 25 %, Grundfutter mittlerer bis leicht unterdurchschnittlicher Qualität, Fleckvieh) mit einem leichten Rückgang der Milchleistung (Milchmenge und Eiweißmenge) gerechnet werden muss.
- Die Ergebnisse zum FEQ und der LM- und BSC-Entwicklung weisen auf eine geringere Nährstoffversorgung in der Versuchsgruppe, insbesondere zu Laktationsbeginn, hin. Davon waren erstlaktierende Kühe offenbar stärker betroffen als Kühe in höheren Laktationen.
- Durch die Verringerung des Kraftfüttereinsatzes zeigten sich keine Verschlechterungen bei den Tiergesundheits- und Fruchtbarkeitsergebnissen, überwiegend wurden hier sogar numerische Verbesserungen festgestellt.
- Zur weiteren Abklärung dieser für die Praxis sehr wichtigen Versuchsfragen sollten weitere und umfangreichere Untersuchungen (längerer Zeitraum, größere Tieranzahlen, weitere Spreizung des Kraftfüttereinsatzes, etc.) durchgeführt werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der LFS Edelfhof und den Versuchstechnikern für die Betreuung und das Management der Versuchsherde und die Bereitstellung der Daten. Weiters gebührt den MitarbeiterInnen des LFZ Raumberg-Gumpenstein für die chemischen Analysen der Futtermittel ein großer Dank. Abschließend ein herzliches Dankeschön an die MitarbeiterInnen des Bio Institutes von Raumberg-Gumpenstein für ihre Unterstützung bei der statistischen Auswertung und dem Erstellen des Tagungsbeitrags.

Literatur

- Berry D.P., Buckley F., Dillon P., Evans P.G., Rath M. und Veerkamp R.F. (2003) Genetic relationships among body condition score, body weight, milk yield and fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86; 2193-2204
- Bossen D. und Weisbjerg M. R. (2009). Allocation of feed based on individual dairy cow live weight changes II: Effect on milk production. *Livestock Science* 126, 273-285
- Bossen D., Weisbjerg M. R., Munksgaard L. und Hojsgaard S. (2009). Allocation of feed based on individual dairy cow live weight changes I: Feed intake and live weight changes during lactation. *Livestock Science* 126, 252-272
- Dillon P., Buckley F., O'Connor P., Hegarty D. und Rath M. (2003). A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production – 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livestock Production Science*. 83; 21-33
- Ertl P., Knaus W. und Steinwider A. (2013). Biologische Milchviehhaltung ohne Kraftfüttereinsatz – Auswirkungen in der Praxis auf Tiergesundheit, Leistung und Wirtschaftlichkeit. Tagungsbeitrag 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 524-527
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2012). Food Outlook, Global Market Analysis. www.fao.org/docrep/016/al993e/al993e00.pdf, zuletzt besucht am 20.08.2013
- Gruber L., Schwarz F.J., Edin D., Fischer B., Spiekers H., Steingäß H., Meyer U., Chassot A., Jilg T., Obermaier A., Guggenberger T. (2004): Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. VDLUFA-Kongress, Rostock 2004, Tagungsband 484-504.
- Gruber L. (2007). Einfluss der Kraftfutteraufnahme und Leistung von Milchkühen. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung von 19.-20. April 2007 an der Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, 35-51
- Gruber L. (2009). Zur Effizienz des Kraftfüttereinsatzes in der Milchviehfütterung – eine Übersicht. http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_fodok&task=detail&filter_publnr%5B%5D=4325, zuletzt besucht am 29.09.2013
- Haiger A. und Sölkner J. (1995). Der Einfluss verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. *Die Züchtungskunde* 67, 263-273.
- Horan B., Dillon P., Faverdin P., Delaby L., Buckley F. und Rath M. (2005). The Interaction of Strain of Holstein- Friesian Cows and Pasture- Based Feed Systems on Milk Yield, Body Weight, and Body Condition Score. *Journal of Dairy Science* 88, 1231-1243
- Horn M., Steinwider A., Podstatzky L., Gasteiner J., Zollitsch W. (2012). Comparison of two different dairy cow types in an organic, low input milk production system under Alpine conditions. *Agriculture and Forestry Research, Special Issue No 362*, 322-325
- Klocke P., Staehli P. und Notz C. (2011). Einfluss von Kraftfütterreduzierung auf Milchleistung und Tiergesundheit in einem Schweizerischen Milchviehbetrieb – erste Resultate. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen 2011, Tagungsband 2, 42-43
- Law R. und Young F. (2010). Recent developments in supplementation strategies for high- yielding dairy cows during the winter. Improving the Sustainability of Dairy Farming within Northern Ireland. Proceedings of an AgriSearch seminar held at the Agri- Food and Biosciences Institute Hillsborough, 21. Oktober 2010
- Leisen E., Pries M. und Heimberg, P. (2007). Untersuchungen zu Fütterung, Milchleistung und Tiergesundheit von Milchkühen im Ökologischen Landbau. In: Zikeli, S. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, 20. - 23.03.2007. Köster. Berlin: 561–564
- Litell R.C., Henry P.R. und Ammerman C.B. (1998) Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *Journal of Animal*

- Science 76; 1216-1231
- Litell R.C., Milliken G.A., Stroup W.W., Wolfinger R.D. und Schabenberger O. (2006) SAS for Mixed Models, second ed. SAS Institute Inc., Cary
- Mao I. L., Sloniewski K., Madsen P. und Jensen J. (2004). Changes in body condition score and in its genetic variation during lactation. *Livestock Production Science* 89, 55-65
- Martens H. (2012). Die Milchkuh – Wenn die Leistung zur Last wird. 39. Viehwirtschaftliche Tagung der Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein im April 2012, Tagungsband Raumberg-Gumpenstein, Österreich, 35- 42
- McGowan M.R., Veerkamp R.F. und Anderson L. (1996). Effects of genotype and feeding systems on the reproductive performance of dairy cattle. *Livestock Production Science*, 33-40
- Notz C., Maeschli A., Stähli P., Walkenhorst M., Klocke P. und Ivemeyer S. (2012). Feed no food – influence of minimized concentrate feeding on animal health and performance of Swiss organic dairy cows. Proceedings of the 2nd Organic animal husbandry congress, Hamburg / Trenthorst, Germany, Sep. 12.-14. 2012, 133-136
- Notz C., Staehli P., Walkenhorst M., Ivemeyer S. und Maeschli A. (2011). Feed no food – Projekt zur Kraftfutterminimierung im ökologischen Landbau – Ergebnisse der Basiserhebung auf 80 Betrieben. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Gießen 2011, Tagungsband 2, 44-47
- Oltjen J. W. und Beckett J. L. (1996). Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. *Journal of Animal Science* 74; 1406-1409
- Pryce, J.E., Birte, L.N., Veerkamp, R.F. und Simm, G. (1999): Genotype and feeding system effects and interactions for health and fertility traits in dairy cattle. *Livestock Production Science* 57, 193-201.
- Řehák D., Volek J., Bartoň L., Vodková Z., Kubešová M. und Raimon R. (2012). Relationships among milk yield, body weight, and reproduction in Holstein and Czech Fleckvieh cows. *Czech Journal of Animal Science* 57, 274-282
- Resch R. (2009). Abschlussbericht Silageprojekt, Wissenschaftliche Tätigkeiten Nr. 3561 (100535), Qualitätsbewertung von österreichischen Grassilagen und Silomais aus Praxisbetrieben. Lehr- und Forschungsanstalt Landwirtschaft Raumberg- Gumpenstein, www.raumberg-gumpenstein.at
- Resch R. (2010). Abschlussbericht Praxisheu, Wissenschaftliche Tätigkeiten Nr. 3583 (100683) Raufutterqualität auf österreichischen Betrieben. Lehr- und Forschungsanstalt Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, www.raumberg-gumpenstein.at
- SAS Institute (2002). SAS software 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Schwarz F. J. (2011). Rinderfütterung. In: Tierernährung (Hrsg. Kirchgeßner M., Roth F. X., Schwarz F. J. und Stangl G. I.). 13 überarbeitete Auflage, DLG- Verlag, Frankfurt, 643 S
- Sölkner J. und Fuchs W. (1987). A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. *Livestock Production Science* 16, 305-319
- Steinwigger A. und Wurm K. (2005) Milchviehfütterung – Tier- und leistungsgerecht. Leopold Stocker Verlag, ISBN 3-7020-1101-3, 240 S
- Steinwigger A., Starz W., Gotthardt A., Pfister R., Rohrer H., Danner M., Schröcker R., Schmied V. und Rudlstorfer S. (2013). Entwicklung betriebsangepasster Strategien zur Reduktion des Kraftfüttereinsatzes in Bio-Milchviehbetrieben. Österreichische Bio-Fachtagung 7. Nov. 2013
- Spiekers H., Nußbaum H. und Potthast V. (2009). Erfolgreiche Milchviehfütterung- 5. Erweiterte und aktualisierte Auflage. DLG Verlag, Frankfurt, 576 S
- van Straten M., Shpigiel N.Y. und Friger M. (2009). Associations among patterns in daily body weight, body condition scoring, and reproductive performance in high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92; 4375-4385
- Walsh S., Buckley F., Pierce K., Byrne N., Patton J. und Dillon P. (2008). Effects of Breed and Feeding System on Milk Production, Body Weight, Body Condition Score, Reproductive Performance, and Postpartum Ovarian Function. *Journal of Dairy Science* 91; 4401-4413
- Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR) (2013). Rinderzucht Austria Jahresbericht, Ausgabe 2013. HAMMERER GmbH & CoKG, Ried- Österreich