

Vergleich zweier Kuhtypen in einem biologischen Low-Input Weidessystem unter alpinen Bedingungen

Marco Horn^{1*}, Andreas Steinwidder², Johann Gasteiner³, Leopold Podstatzky² und Werner Zollitsch¹

Zusammenfassung

Auch in alpinen Regionen kann die Umsetzung von standortangepasster, saisonaler, weidebasierter Milcherzeugung, wie wir sie aus Nordwesteuropa und Neuseeland kennen, eine wertvolle Alternative für die Zukunft, im Speziellen für die biologische Landwirtschaft, sein. Dieses Produktionssystem stellt hohe Anforderungen an die Fruchtbarkeit, Robustheit und Stoffwechselstabilität der Milchkühe. Deshalb gilt es zu klären, ob sich unter herkömmlichen Gesichtspunkten vornehmlich auf Milchleistung selektierte Rinder, auch für dieses im Alpenraum neue Produktionssystem eignen. Zu diesem Zweck wurden in den Jahren 2008 bis 2011 zwei unterschiedliche österreichische Kuhtypen, herkömmliches Braunvieh (BV) und speziell auf Lebensleistung gezüchtete Holstein Friesian (HFL), hinsichtlich ihrer Eignung für ein biologisches Low-Input Vollweidesystem unter alpinen Bedingungen verglichen. Insgesamt standen Daten von 91 Laktationen zur Auswertung zur Verfügung. Die Daten wurden mit einem multifaktoriellen statistischen Modell ausgewertet, welches das Tier als zufälligen Effekt enthielt. BV war HFL in den meisten Milchleistungsmerkmalen überlegen, jedoch wurden bei den untersuchten Effizienzparametern keine Rassenunterschiede festgestellt. HFL war während der gesamten Laktation leichter und mobilisierte signifikant weniger Körperreserven zu Beginn der Laktation als BV. Es wurden keine Rassenunterschiede hinsichtlich der Gesamtfutteraufnahme gefunden. Allerdings zeigte HFL eine signifikant höhere Futteraufnahme je kg metabolisches Lebendgewicht. Für HFL ergaben sich signifikant kürzere Gäst- und Zwischenkalbezeiten, was speziell für saisonale Vollweidesysteme mit Blockabkalbung, ein Vorteil kann sein.

Schlagwörter: Milchkuh, Rasse, Vollweide

Summary

The implementation of a seasonal, site adapted, pasture-based milk production system as applied in New Zealand and North Western Europe might be an alternative for the near future in Alpine regions, especially for organic dairying. As in such a low-input system the fertility and secondary traits such as robustness against metabolic challenges of dairy cows is of crucial importance, it is questionable whether conventional dairy cow types, which were selected primarily for milk production under high-input conditions, are most suitable. Therefore two different Austrian cow types were compared in an organic, low-input milk production system under Alpine conditions. Between 2008 and 2011 records from 91 lactations of Brown Swiss (BV) and a special strain of Holstein Friesian, selected for superior lifetime performance (HFL), were collected at an experimental organic dairy farm. The dataset was analysed using multi-factorial statistical models, including animal as a random effect. BV was superior for most milk production parameters, but differences between breeds existed for the studied efficiency traits. HFL had a lower body weight throughout the lactation, but mobilised significantly less body reserves than BV. Both breeds had similar total feed and energy intake, but HFL had a significantly higher feed intake per unit of metabolic body weight. Furthermore, HFL conceived earlier and had a significantly shorter calving interval and an overall superior reproductive performance. Due to this, HFL has some advantages over conventional BS if managed in a pasture based, low-input milk production system, especially when block calving is involved.

Keywords: dairy cow, breed, pasture

Einleitung und Fragestellung

Die Veredelung von Grünland zu Milch und Fleisch durch Wiederkäuer hat im Alpenraum eine sehr lange Tradition und stellt aufgrund der Gelände- und Klimabedingungen die vorherrschende Landnutzungsform dar. Trotz dieser Voraussetzungen kam es in den letzten Jahrzehnten zu einem

grundlegenden Wandel der alpinen Milchproduktion, weg von vornehmlich grundfutterbasierter Milcherzeugung, hin zu intensiveren Produktionsformen. Diese sind meist durch ganzjährige Stallhaltung, steigenden Einsatz von Kraftfutter und Maissilage und rückläufiger Weidenutzung gekennzeichnet (Knaus 2006; Marini et al. 2011). Zahlreiche Beispiele zeigen aber, dass eine standortangepasste, weide-

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 LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tierhaltung und Tiergesundheit, A-8952 Irnding

* Ansprechpartner: Marco Horn, marco.horn@boku.ac.at



basierte „Low-Input“ Milchherzeugung auch in den Alpen erfolgreich umgesetzt werden kann und daher, speziell für biologisch wirtschaftende Betriebe, eine wertvolle Alternative für die Zukunft darstellt (Kirner 2012; Steinberger et al. 2009; Steinwider et al. 2006; Thomet et al. 2004). Diese Art der Milchproduktion zeichnet sich durch niedrige Produktionskosten und geringen Kraftfuttereinsatz aus und entspricht in hohem Maß den Erwartungen der Konsumentinnen. In typischen Vollweideregionen wird durch saisonale Abkalbung im Winter oder Frühling versucht die Verläufe von Laktations- und Weidewachstumskurve gleichzuschalten und somit den Weideaufwuchs optimal zu nutzen (Dillon et al. 2003a; Dillon et al. 2003b; Coleman et al. 2009; Garcia and Holmes 2001; McCarthy et al. 2007a). Um eine saisonale Abkalbung zu erreichen ist die Fruchtbarkeit der Milchkühe von zentraler Bedeutung, da die mittlere Zwischenkalbezeit 365 Tage nicht übersteigen sollte (Cutullic et al. 2010; Dillon et al. 2003b; Veerkamp et al. 2002; Walsh et al. 2008).

Im Großteil Europas und Nordamerikas wurden Milchkühe in den letzten Jahrzehnten verstärkt in Richtung höherer Milchproduktion unter High-Input-Bedingungen selektiert. Dies bewirkte einen wesentlichen Anstieg der Milch- und Milchinhaltsstoffleistungen, sowie des Lebendgewichts (Fulkerson et al. 2008; Knaus 2009). Da allerdings das Futteraufnahmevermögen nicht im gleichen Umfang wie die Milchleistung gesteigert werden konnte, nahm sowohl das Ausmaß als auch die Dauer der energetischen Unterversorgung zu Laktationsbeginn zu. Dies führte wiederum zu einer höheren Mobilisation von Körperreserven, steigenden Anforderungen an den Stoffwechsel und letztendlich zu abnehmender Fruchtbarkeit (Roche et al. 2007a; Roche et al. 2007b; Veerkamp et al. 2003). Unzureichende Fruchtbarkeit führt bei saisonaler Milchherzeugung zu einem Rückgang der Effizienz, höheren Abgangsdaten und nicht zuletzt zu finanziellen Einbußen (Coleman et al. 2009; Evans et al. 2006; McCarthy et al. 2007a; Plaizier et al. 1997). Deshalb drängt sich die Frage auf, ob sich unter High-Input-Bedingungen vornehmlich auf Milchleistung selektierte Kuhtypen auch für weidebasierte, Low-Input-Milchherzeugung eignen (Dillon et al. 2003b; Macdonald et al. 2008).

Eine Reihe von Autoren verglich Milchkühe aus verschiedenen Populationen und Zuchtprogrammen (Cutullic et al. 2010; Delaby et al. 2009; Dillon et al. 2003a; Dillon et al. 2003b; Macdonald et al. 2008; McCarthy et al. 2007b; Patton et al. 2008; Walsh et al. 2008), sowie unterschiedlichen Zuchtwerten für Milchleistung und Fitness (Coleman et al. 2009; Cummins et al. 2012; Fulkerson et al. 2008) unter Vollweidebedingungen mit saisonaler Abkalbung. Auf Milchleistung selektierte Tiere erreichten höhere Laktationsleistungen, verloren jedoch auch deutlich mehr Körperkondition. Im Vergleich dazu waren die Laktationsleistungen von unter Vollweidebedingungen selektierten Kühen zwar niedriger, hinsichtlich Fitness und Fruchtbarkeit waren sie jedoch überlegen, was sich in einem höheren Anteil wiederkalbender Tiere und kürzerer Zwischenkalbezeiten äußerte.

Da es bis jetzt noch keine derartigen Vergleiche mit österreichischen Kuhtypen unter alpinen Vollweidebedingungen gibt, war das Ziel dieser Arbeit potentielle Unterschiede hinsichtlich der Eignung unterschiedlicher Kuhtypen für

weidebasierte, Low-Input-Milchherzeugung zu untersuchen.

Tiere, Material und Methoden

Die ausgewerteten Daten wurden von 2008 bis 2011 am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb des LFZ Raumberg-Gumpenstein in Trautenfels erhoben. Der Betrieb liegt auf 680 m Seehöhe, die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt und 7°C und die Jahresniederschlagsmenge beträgt 1.014 mm. Die Versuchsherde besteht aus 30 Milchkühen, die seit 2005 in einem weidebasierten, Low-Input System mit saisonaler Abkalbung von November bis März gemanagt werden.

Tiere

Die Versuchsherde setzte sich aus herkömmlichem österreichischem Braunvieh (BV) und einer speziell auf Lebensleistung selektierten Holstein-Friesian-Linie (HFL) zusammen. BV ist mit einem Anteil von 7,3 % an der österreichischen Milchviehpopulation, nach der Zweinutzungsrasse Fleckvieh (77,4%), die am stärksten vertretene Milchrasse (ZAR 2012). Das untersuchte BV entsprach dem Durchschnitt der österreichischen BV-Population und wurde gemäß dem Zuchtziel der letzten Jahrzehnte hauptsächlich in Richtung Milch- und Milchinhaltsstoffleistung selektiert. Bei HFL handelt es sich um eine spezielle Linie innerhalb der österreichischen Holstein Friesian Population. Diese Tiere wurden während der letzten 50 Jahre im Rahmen eines alternativen Zuchtprogrammes vornehmlich auf Lebensleistung gezüchtet. Im Jahr 1958 wurden vier unverwandte Kuhlilien aus der nordamerikanischen Holsteinpopulation ausgewählt, welche sich durch herausragende Lebensleistungen auszeichneten. Einige Tiere jeder Linie wurden nach Europa importiert wo mit diesen Linien seither im Rahmen eines Rotationskreuzungsprogramms gearbeitet wurde. Innerhalb der vier Linien wurden die Stiere primär nach hoher Lebensleistung und hoher Fitness (Nutzungsdauer, Persistenz, Fruchtbarkeit etc.) der Verwandten ausgewählt, während Laktationsleistung und Exterieur nur eine untergeordnete Rolle spielten (Haiger 2005; Haiger 2006). Dies führte zu kleineren, leichteren Kühen mit deutlich überdurchschnittlichen Zuchtwerten für Fitness und Nutzungsdauer, aber unterdurchschnittlichen Zuchtwerten für Milch. Dieses Zuchtkonzept wurde von einer Handvoll, hauptsächlich biologisch wirtschaftender, Rinderzuchtbetriebe übernommen, die großen Wert auf Langlebigkeit und Robustheit legten und wesentlich weniger Kraftfutter als im Landesdurchschnitt einsetzten (300 kg versus 1.300 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr; Ertl 2006; Thomet et al. 2011).

Insgesamt standen aus den vier Versuchsjahren 91 Laktationen (42 Laktationen von 20 BV Kühen und 49 Laktationen von 24 HFL Kühen) für die Auswertung zur Verfügung. Die mittlere Laktationszahl der Tiere in den Versuchsjahren 2008, 2009, 2010 und 2011 betrug 3,3, 3,0, 2,3 bzw. 2,6. Über die gesamte Versuchsdauer betrachtet betrug die mittlere Laktationszahl für BV und HFL 2,5 bzw. 2,9. Es wurde versucht die Abkalbungen zwischen November und März zu blocken. In den vier Versuchsjahren waren die mittleren Abkalbdaten der 19. Januar, 27. Dezember, 19. Dezember und 27. Dezember. Die Tiere beider Rassen wurden in einem gemeinsamen Liegeboxenlaufstall gehalten und hatten während der Weideperiode (April-Oktober)

freien Zugang zu Kurzrasenweide.

Rationszusammensetzung und Weidemanagement

In der Winterfütterungsperiode (November bis März) wurden zweimal wöchentlich kuhindividuelle Rationen nach den Empfehlungen der GfE (2001) unter Berücksichtigung der Milchleistung und Milchezusammensetzung und des Lebendgewicht berechnet. Die Rationen wurden zweimal täglich in Calan-Gates vorgelegt.

Während der Winterfütterung bekamen trockenstehende und laktierende Tiere täglich 5 kg Heu und Grassilage zur freien Aufnahme vorgelegt. Nur laktierende Tiere erhielten Kraftfutter. Während der vier Versuchsjahre wurden drei unterschiedliche Kraftfutterergänzungsstrategien angewandt. In den ersten beiden Versuchsjahren wurde das Kraftfutter für die gesamte Herde während der ersten drei Laktationswochen von 1 kg auf 8 kg gesteigert. In den beiden letzten Versuchsjahren wurde die Herde geteilt und die Kraftfuttermenge unterschiedlich schnell gesteigert. In einer Gruppe stieg die tägliche Kraftfuttermenge während der ersten drei Laktationswochen von 1 kg auf 8 kg an und wurde dann für weitere vier Wochen bei 8 kg konstant gehalten. Für die andere Gruppe wurde die tägliche Kraftfuttermenge während der ersten sechs Laktationswochen von 1 kg auf 8 kg gesteigert und danach für eine weitere Woche bei 8 kg konstant gehalten. Nach den zeitabhängigen Steigerungsphasen wurde das Kraftfutter in allen vier Versuchsjahren milchleistungsabhängig zugeteilt. Kühe mit einer Milchleistung unter 18 kg erhielten kein Kraftfutter. Für jedes zusätzliche Kilogramm Milch über 18 kg erhöhte sich die Kraftfuttermenge um 0,5 kg, wurde jedoch bei maximal 8 kg pro Tag begrenzt. Die in der Winterfütterung eingesetzte Kraftfuttermischung bestand aus 52 % Gerste, 20 % Körnermais, 5 % Hafer, 20 Erbsen und 3 % Mineralstoffmischung (12 % Ca, 8 % P, 8 % Na, 3 % Mg, Vitamine und Spurenelemente). Zusätzlich hatten die Tiere ganztägig Zugang zu Viehsalz-Lecksteinen und einer mineralisierten Rinderleckmasse.

Die Weidesaison dauerte von Ende März/Anfang April bis Ende Oktober. In den vier Versuchsjahren betrug die Weidedauer 202, 203, 206 und 209 Tage. Während der Weideperiode hatten die Kühe freien Zugang zu Kurzrasenweide. Auf die botanische Zusammensetzung der Kurzrasenweide wurde von Starz et al. (2010) eingegangen. Zu Beginn der Weidephase wurde die Weidezeit über zwei bis 3 Wochen von wenigen Stunden bis Vollweide (Tag- und Nachweide) erhöht und gleichzeitig die im Stall angebotene Menge an Heu und Grassilage reduziert. Während dieser Futterumstellung wurde die maximale Kraftfuttermenge mit 4 kg begrenzt. Mit Beginn der Vollweide wurde die Silagefütterung im Stall eingestellt, die tägliche Heumenge auf 1,5 kg begrenzt und nur Kühe mit einer täglichen Milchleistung über 28 kg erhielten Kraftfutter. Für jedes zusätzliche Kilogramm Milch über 28 kg erhöhte sich die Kraftfuttermenge um 0,5 kg, wurde jedoch aus pansenphysiologischen Gründen bei maximal 2 kg pro Tag begrenzt. Die auf der Weide verfütterte Kraftfuttermischung bestand aus 56 % Gerste, 30 % Körnermais, 10 % Hafer und 4 % Mineralstoffmischung (11 % Ca, 5 % P, 9 % Na, 11 % Mg, Vitamine und Spurenelemente). Zusätzlich hatten die Tiere Zugang zu

Viehsalz-Lecksteinen und einer mineralisierten Rinderleckmasse. Die Herde kam nur zweimal für ca. zwei Stunden zum Melken und zur Aufnahme der Ergänzungsfütterung in den Stall. Heu und Kraftfutter wurden nach dem Melken in Calan-Gates verfüttert. Am Ende der Weidesaison wurde die tägliche Weidezeit kontinuierlich reduziert und gleichzeitig die Ergänzungsfütterung im Stall (Heu und Grassilage) gesteigert.

Fruchtbarkeitsmanagement

Es wurde versucht die Abkaltungen zwischen November und März zu blocken und brünstige Tiere wurden frühestens ab dem 30. Laktationstag wieder belegt. Alle Tiere wurden vom Bestandstierarzt künstlich besamt.

Es kam keine Brunstsynchronisation zum Einsatz und nur Tiere, welche bis zum 80. Laktationstag keine Brunst zeigten wurden nach tierärztlicher Diagnose behandelt. Kühe die bis zum 30. Juni nicht erfolgreich belegt werden konnten, gingen entweder nach Laktationsende ab oder wurden durchgemolken und ab dem 15. Januar des Folgejahres wieder belegt. Die Tiere wurden trockengestellt, sobald die tägliche Milchmenge unter 8 kg fiel bzw. spätestens 60 Tage vor der Abkalbung.

Datenerfassung

Die Milchleistung aller Tiere wurde zweimal täglich elektronisch erfasst. Milchproben zur Analyse der Milch Inhaltsstoffe und Zellzahl wurden dreimal wöchentlich kuhindividuell gezogen.

Alle Tiere wurden wöchentlich, nach der Morgemelkung, gewogen. Kuhindividuelle Rationen wurden zweimal wöchentlich berechnet und zweimal täglich in Calan-Gates vorgelegt. Die individuelle Futteraufnahme wurde durch Ein- und Rückwiegen der Ration ermittelt und stand für 63 Laktationen (29 BS und 34 HFL) während der Winterfütterungsperiode zur Verfügung. Um den Weideanteil in der Gesamtration abschätzen zu können wurde die Weidefutteraufnahme als Differenz des Energiebedarfs (Erhaltung, Milchleistung und –zusammensetzung, Lebendgewicht und Lebendgewichtsveränderung und Trächtigkeitsstatus) und der im Stall gemessenen Futteraufnahme geschätzt (GfE 2001; Pulido und Leaver 2003).

Alle verwendeten Futtermittel wurden monatlich beprobt und deren Nährstoffgehalte und chemische Zusammensetzung untersucht. Der Trockenmassegehalt der Grassilage wurde täglich, jene von Weidefutter, Heu und Kraftfutter 14-tägig bestimmt. Die Grasaufwuchshöhe der Weide wurde wöchentlich mit einem Filip's Folding Plate Pasture Meter gemessen und betrug im Mittel über die vier Versuchsjahre 4,0 bis 5,5 cm. Die Ergebnisse der Futtermitteluntersuchungen im Mittel über die vier Versuchsjahre sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 2 zeigt die geschätzte Rationszusammensetzung beider Rassen während der Laktation. In allen vier Versuchsjahren wurden zu Laktationsbeginn regelmäßig Blutproben aus der Schwanzvene (Vena caudalis) gezogen. Die Blutproben wurden 2008 und 2009 in den Laktationswochen 1, 2, 4, 6, 8 und 10 bzw. 2010 und 2011 wöchentlich während der ersten 10 Laktationswochen nach der Morgenmelkung gezogen. Nach der Probenahme wurden

Tabelle 1: Nährstoffgehalte und chemische Zusammensetzung der verwendeten Futtermittel

	Grassilage	Heu	Weide	KFStall ^a	KFWeide ^b
Trockenmasse, g/kg	422 (79) ^c	824 (14)	170 (11)	909 (26)	878 (11)
NDF, g/kg	473 (22)	510 (28)	408 (13)	225 (31)	199 (12)
ADF, g/kg	314 (11)	307 (7)	246 (8)	68 (3)	62 (7)
Rohfaser, g/kg	268 (7)	269 (11)	206 (7)	54 (5)	50 (4)
Rohprotein, g/kg	149 (7)	126 (10)	219 (9)	129 (3)	120 (16)
nXP, g/kg	131 (2)	124 (1)	146 (1)	163 (1)	161 (6)
RNB, g/kg	2,9 (1,0)	0,4 (1,0)	11,7 (1,4)	-5,5 (0,5)	-6,5 (1,5)
Rohasche, g/kg	106 (4)	92 (3)	104 (2)	52 (2)	60 (3)
ME ^d , MJ/kg	9,9 (0,2)	9,3 (0,2)	10,9 (0,2)	12,3 (0,1)	12,3 (0,1)
NEL ^e , MJ/kg	5,9 (0,1)	5,4 (0,1)	6,5 (0,2)	7,7 (0,1)	7,7 (0,1)

^aKraftfutter Stallfütterung, ^bKraftfutter Weidefütterung, ^cStandartabweichung in Klammer, ^dUmsetzbare Energie,

^eNettoenergie für Milchbildung

auf die ersten 18 Laktationswochen beschränkt. Um den Versorgungsstatus der Tiere während dieser Zeit zu veranschaulichen wurde der tägliche Bedarf an Energie (MJ NEL) und am Dünndarm verwertbarem Rohprotein (g nXP) für Erhaltung, Milchbildung und Trächtigkeit nach den Empfehlungen der GfE (2001) geschätzt und die tägliche MJ NEL und nXP-Aufnahme relativ zum errechneten Bedarf ausgedrückt.

Der Besamungsindex wurde

Tabelle 2: Geschätzte Rationszusammensetzung während der Laktation

	Stallfütterung				Weidefütterung				Gesamtlaktation			
	BV ^a	HFL ^b	S _e ^c	P-Wert	BS	HFL	S _e	P-Wert	BS	HFL	S _e	P-Wert
Futterraufnahme, kg/d	17,3	16,5	1,5	0,038	16,1	15,6	0,8	0,137	16,6	16,0	0,9	0,017
Grassilage, kg/d	10,0	9,2	1,6	0,065	0,7	0,7	0,4	0,863	4,5	4,1	1,5	0,260
Heu, kg/d	4,2	4,2	0,2	0,845	1,7	1,7	0,1	0,217	2,7	2,7	0,4	0,914
Weide, kg/d	0,0	0,0	-	-	13,1	12,7	1,0	0,148	7,9	7,6	1,8	0,584
Kraftfutter, kg/d	3,1	3,1	1,5	0,984	0,5	0,6	0,3	0,955	1,6	1,6	0,7	0,893
NEL ^d , MJ/kg	6,12	6,12	0,15	0,885	6,41	6,36	0,07	0,002	6,29	2,26	0,08	0,155

^aBraunvieh, ^bHolstein Friesian Lebensleistung, ^cResidualstandartabweichung, ^dNettoenergie für Milchbildung

die Blutproben für 30 Minuten bei 3000 U/Min zentrifugiert und unmittelbar danach tiefgefroren.

Datenaufbereitung

Die erhobenen Daten wurden in MS Excel und MS Access verarbeitet. Daten von Tieren mit weniger als 250 Laktationstagen wurden nicht berücksichtigt, weshalb 8 Laktationen für BS und 2 Laktationen für HFL von der Auswertung ausgeschlossen wurden. Fünf BV und zwei HFL Kühe konnten bis 30. Juni nicht erfolgreich belegt werden und wurden daher durchgemolken. Ihre Laktationen wurden nach dem arithmetischen Mittel der jeweiligen Rassen (326 d BV und 307 d HFL) abgeschnitten. In den Futterraufnahmedaten wurden vier HFL Kühe als Ausreißer ($>\pm 2$ Standardabweichungen) identifiziert und deshalb in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt.

Für die statistische Auswertung wurden die Milchleistungs- und Futterraufnahmedaten in Wochenmittel zusammengefasst. Die Persistenz wurde als Verhältnis der zweiten und ersten 100-Tage-Leistung ausgedrückt (Sölkner und Fuchs 1987). Die ermittelten Lebendgewichte wurden wie von Berry et al. (2003), Dillon et al. (2003a) und van Straten et al. (2009) mit Hilfe einer Spline-Funktion modelliert. Der Lebendgewichtsnadir wurde als tiefster Punkt der Lebendgewichtskurve im Laktationsverlauf definiert. Der relative Lebendgewichtsverlust wurde als Differenz zwischen Lebendgewicht zu Laktationsbeginn und Legendgewichtsnadir errechnet und in Prozent relativ zum Lebendgewicht zu Laktationsbeginn ausgedrückt.

Da, wegen des Weideantriebs, die Dichte der Futterraufnahmedaten im Laktationsverlauf stark abnahm, wurde die statistische Auswertung der individuellen Futterraufnahmen

als die Anzahl der Besamungen pro Trächtigkeit definiert. Der Erstbesamungsindex bezeichnet den Anteil der nach der ersten Besamung trächtigen Tiere. Als Zwischenkalbezeit wurde das Intervall zwischen zwei aufeinander folgenden Abkalbungen und als Günstzeit das Intervall zwischen Abkalbung und erfolgreicher Wiederbelegung definiert. Durchgemolkene Tiere wurden bei der Auswertung der Zwischenkalbe- und Günstzeit nicht berücksichtigt.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket SAS 9.2 (SAS Institute 2002). Alle Merkmale wurden mit der Prozedur univariate auf Normalverteilung getestet. Das Merkmal Zellzahl war nicht normalverteilt und wurde daher logarithmiert, wodurch eine Normalverteilung erreicht wurde.

Milchleistung, Milchhaltsstoffe, Lebendgewicht, Futterraufnahme, Fruchtbarkeit und Blutwerte wurden mit zwei unterschiedlichen Modellen in der Prozedur mixed ausgewertet. Mit dem ersten Modell wurden die Laktationsergebnisse unter Miteinbeziehung der fixen Effekte Rasse, Jahr, Laktation und dem genetischen Effekt der Kraftfütterergänzungsstrategie innerhalb des Jahres sowie dem zufälligen Effekt des Tieres innerhalb der Rasse ausgewertet. Um den Effekt unterschiedlicher Laktationsstadien zu Weidebeginn zu korrigieren wurde der Laktationstag zu Weidebeginn als kontinuierliche Ko-Variable mit ins Modell genommen. Mit dem zweiten Modell wurden die Laktationsverläufe ausgewertet. Es enthielt neben den oben angeführten Effekten noch den fixen Effekt der Laktationswoche sowie die Wechselwirkung von Rasse und Laktationswoche. Das Tier innerhalb der Rasse verblieb als zufälliger Effekt im Modell

Tabelle 3: Einfluss der Rasse auf Laktationslänge, Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Persistenz

	Rasse		s _e ^c	P-Wert
	BV ^a	HFL ^b		
Laktationslänge, Tage	326	297	40	0,016
Milchleistung, kg	6.595	5.616	652	0,009
ECM- Leistung ^d , kg	6.402	5.354	623	<0,001
Fett-Eiweiß-Leistung, kg	471	387	46	<0,001
Fettgehalt, %	4,06	3,91	0,14	0,095
Eiweißgehalt, %	3,33	3,11	0,08	<0,001
Harnstoffgehalt, mg/100ml	33	28	2	<0,001
Zellzahl, n/ml	127.190	127.570	23.541	0,743
Persistenz	0,78	0,75	0,06	0,148
Milchleistung/LG ^{0,75e} , kg/d	0,16	0,16	0,01	0,747

^aBraunvieh, ^bHolstein Friesian Lebensleistung, ^cResidualstandartabweichung, ^denergiekorrigierte Milchleistung, ^emetabolisches Lebendgewicht

und die Laktationswoche wurde zusätzlich als wiederholter Effekt berücksichtigt. Auf Basis der Anpassungsstatistik wurde eine autoregressive Ko-Varianzstruktur gewählt (Litell et al. 1998, 2006). Die Kenward-Rodger-Korrektur wurde verwendet um korrekte Freiheitsgrade zu ermitteln (Litell et al. 2006).

Für binomische Merkmale (Erstbesamungsindex und Trächtig im Verlauf der Deckperiode) wurden die Rassen mit dem Chi-Quadrat-Test verglichen. Die Prozedur lifetest wurde verwendet um den Kaplan-Meier-Schätzer für die Tage ab Beginn der Deckperiode bis zur erfolgreichen Trächtigkeit zu ermitteln. Die Kurven der beiden Rassen wurden mit dem Log-rank-Test verglichen. Für die Auswertung der Besamungsindizes wurde der Wilcoxon-Rangsummen-Test verwendet.

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

Ergebnisse

Milchleistung und -zusammensetzung

Der Einfluss der Rasse auf Laktationslänge, Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Persistenz ist in Tabelle 3 dargestellt. Mit 326 Tagen war die Laktationslänge für BV signifikant länger als für mit HFL mit 297 Tagen. BV war HFL in den meisten Merkmalen der Milchleistung und -zusammensetzung überlegen. Die Rassenunterschiede bei Milchleistung (ca. 980 kg), energiekorrigierter Milchleistung (ECM) (ca. 1.050 kg), Fett- und Eiweiß-Leistung (ca. 80 kg) und mittlere ECM-Tagesleistung (1,6 kg) konnten statistisch abgesichert werden. Allerdings bestand kein signifikanter Unterschied bei der täglichen ECM-Leistung je kg metabolisches Lebendgewicht. Milcheiweiß- und Milchwarnstoffgehalt waren signifikant höher für BV. Bei Milchfettgehalt, Zellzahl und Persistenz hingegen bestanden keine signifikanten Rassenunterschiede. In Abbildung 1 sind ECM-Leistung, Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalt im Laktationsverlauf für beide Rassen dargestellt. Beide Rassen erreichten ihre Laktationsspitze in der 4. Laktationswoche, allerdings hatte BV eine signifikant ($P=0,031$) höhere ECM-Leistung zur Laktationsspitze als HFL (30 bzw. 28 kg). Im Verlauf der

Laktation waren die Milchfett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalte von HFL konstant niedriger als jene von BV.

Lebendgewicht

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse beider Rassen für Lebendgewicht und Lebendgewichtsentwicklung dargestellt. Abbildung 2 zeigt die Lebendgewichte beider Rassen im Laktationsverlauf. Der Einfluss der Rasse auf das mittlere Lebendgewicht war signifikant. HFL war signifikant leichter zu Laktationsbeginn und zum Zeitpunkt des Lebendgewichtsnadirs, welcher bei BV fünf Wochen später erreicht wurde als bei HFL. Der relative Lebendgewichtsverlust von der Abkalbung bis zum Lebendgewichtsnadir war signifikant höher für BV als für HFL.

Futteraufnahme

Tabelle 5 zeigt den Effekt der Rasse auf Futteraufnahme und Energieversorgung während der ersten 18 Laktationswochen. Gesamtfutteraufnahme pro kg metabolisches Lebendgewicht sowie die Energiebedarfsdeckung beider Rassen im Verlauf der ersten 18. Laktationswochen sind in Abbildung 3 dargestellt. Die täglichen Gesamtfutter-, Kraftfutter- und Energieaufnahmen beider Rassen während der ersten 18. Laktationswochen unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Allerdings hatte HFL eine signifikant höhere Gesamtfutteraufnahme je kg metabolisches Lebendgewicht. Dieser Unterschied wird auch in Abbildung 3 ersichtlich. HFL hatte zwar eine numerisch höhere Energiebedarfsdeckung während der ersten 18. Laktationswochen, dieser Unterschied konnte allerdings statistisch nicht abgesichert werden. Hinsichtlich der Deckung mit nutzbarem Rohprotein bestanden ebenfalls keine signifikanten Rassenunterschiede ($P=0,189$). Während der ersten 18 Laktationswochen betrug die ECM Leistung pro kg Trockenmasseaufnahme 1,5 kg für BV bzw. 1,4 kg für HFL ($P=0,749$). Bei Einbeziehung der unterschiedlich starken Mobilisation von Körperreserven betrug dieser Wert 1,2 kg für beide Rassen ($P=0,265$). Die geschätzten Anteile von Weide und Kraftfutter an der Gesamtration unterschieden sich nicht zwischen den Rassen und betragen 47 bzw. 10 %. Das entsprach einem Gesamtkraftfutterverbrauch von 502 kg bei BV und 463 kg bei HFL ($P=0,333$).

Tabelle 4: Einfluss der Rasse auf Lebendgewicht und Lebendgewichtsverlauf

	Rasse		S _e ^c	P-Wert
	BV ^a	HFL ^b		
LG ^d , kg	600	539	16	<0,001
LG bei Abkalbung, kg	647	569	28	<0,001
LG-Nadir, kg	566	512	19	<0,001
Woche des LG-Nadirs	24	19	7	0,012
rel. LG-Verlust ^e , %	12	10	4	0,037

^aBraunvieh, ^bHolstein Friesian Lebensleistung, ^cResidualstandartabweichung, ^dLebendgewicht, ^erelativer Lebendgewichtverlust von der Abkalbung bis zum Lebendgewichtsnadir

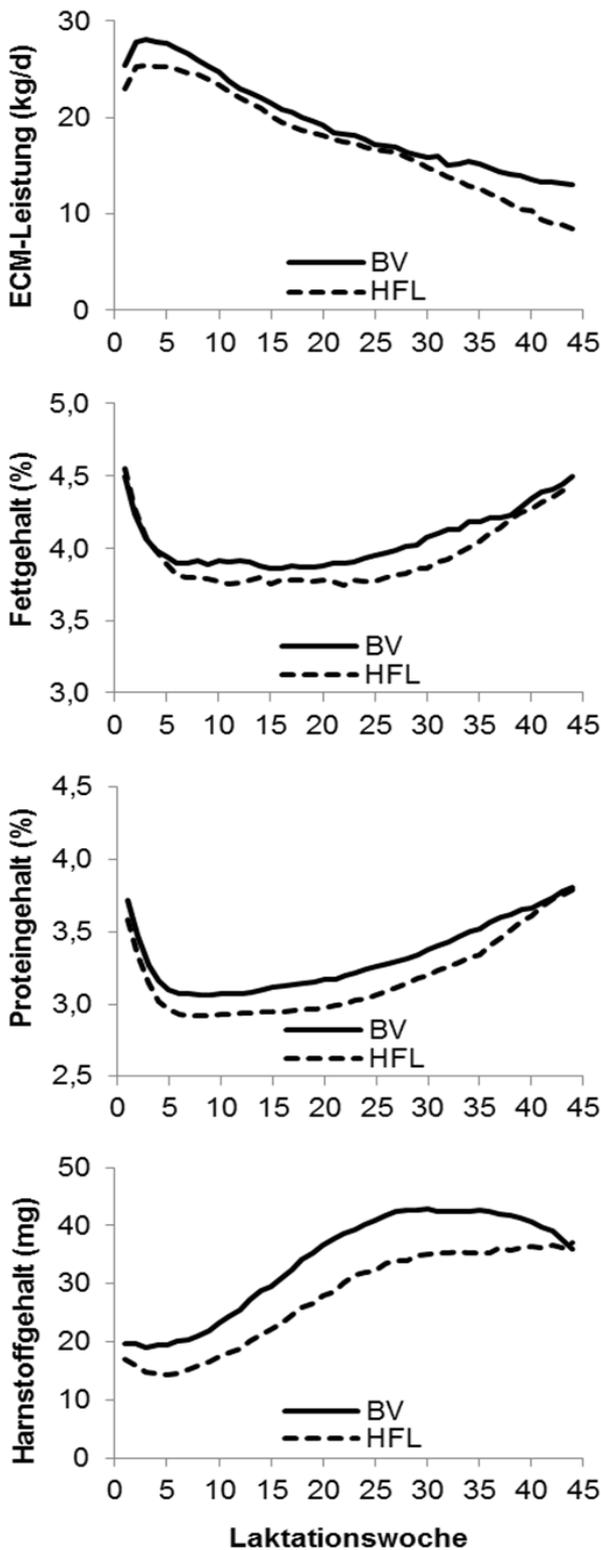


Abbildung 1: Energiekorrigierte-Milchleistung, Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalte für BV und HFL im Laktationsverlauf

Fruchtbarkeit und Gesundheit

Der Einfluss der Rasse auf Güst- und Zwischenkalbezeit ist in Tabelle 6 dargestellt. HFL hatte sowohl eine signifikant kürzere Güstzeit, als auch Zwischenkalbezeit. Der Anteil der nach der ersten Besamung trächtigen Tiere betrug 61 % für

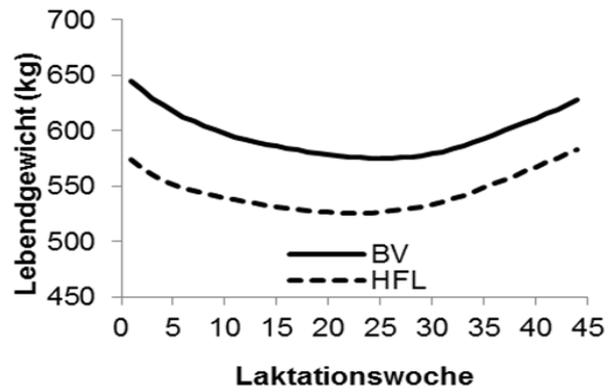


Abbildung 2: Lebendgewicht für BV und HFL im Laktationsverlauf

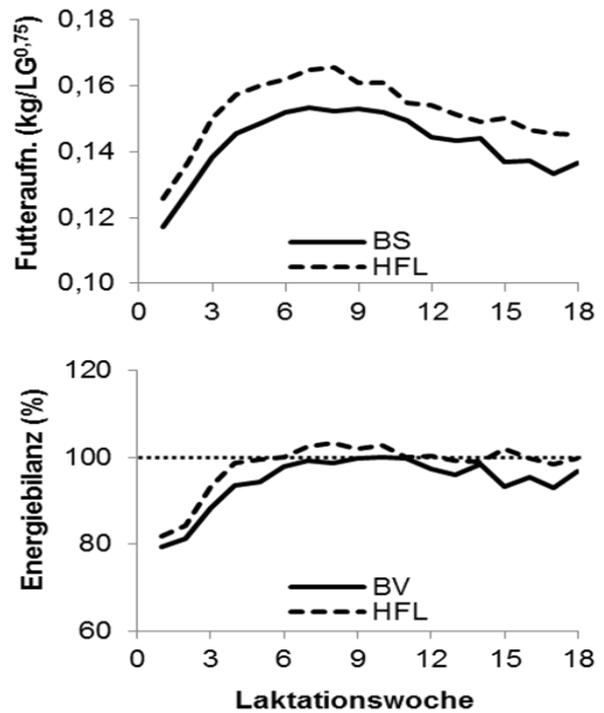


Abbildung 3: Futteraufnahme je kg metabolisches Lebendgewicht und Energiebilanz für BV und HFL in den ersten 18 Laktationswochen

BV und 75 % für HFL ($P=0,215$) und der Besamungsindex betrug 1,6 und 1,5 für BV bzw. HFL ($P=0,306$). Abbildung 4 zeigt den Verlauf des kumulierten Anteils der erfolgreich belegten Tiere während der Belegesaison. Die Verläufe der beiden Rassen unterschieden sich jedoch nicht signifikant voneinander ($P=0,117$). Bei den meisten verglichenen Krankheitsbildern, wie Ketose ($P=0,210$), Gebärpause

Tabelle 6: Einfluss der Rasse auf Güst- und Zwischenkalbezeit

	Rasse		S _c ^c	P-Wert
	BV ^a	HFL ^b		
Güstzeit, d	103	73	40	0,016
Zwischenkalbezeit, d	395	353	43	0,002

^aBraunvieh, ^bHolstein Friesian Lebensleistung, ^cResidualstandartabweichung

Tabelle 5: Einfluss der Rasse auf Futteraufnahme und Energiebedarfsdeckung in den ersten 18 Laktationswochen

	Rasse		S _e ^c	P-Wert
	BV ^a	HFL ^b		
Gesamtfutteraufnahme, kg/d	17,7	17,2	1,2	0,193
Gesamtfutteraufnahme/LG ^{0,75d} , kg/d	0,14	0,15	0,01	0,002
Kraftfutteraufnahme, kg/d	4,4	4,3	0,7	0,846
Energieaufnahme, MJ NEL/d	111	108	7	0,264
Energiebedarfsdeckung, %	92	96	6	0,130

^aBraunvieh, ^bHolstein Friesian Lebensleistung, ^cResidualstandartabweichung, ^dmetabolisches Lebendgewicht

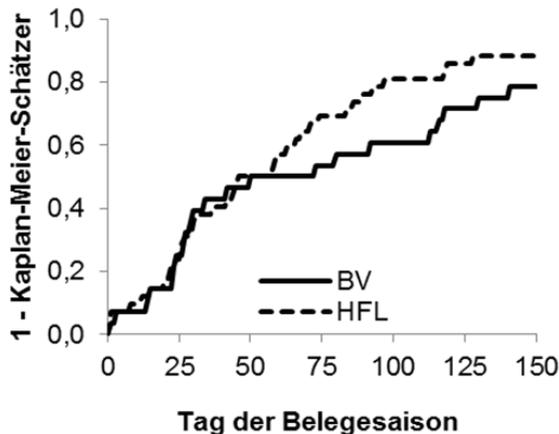


Abbildung 4: Kumulativer Anteil erfolgreich belegter Tier während der Belegesaison

($P=0,409$), Nachgeburtverhaltung ($P=0,331$) und Eierstockzysten ($P=0,249$), wurde kein signifikanter Einfluss der Rasse festgestellt. Die Anzahl der Mastitisfälle allerdings war bei BV signifikant höher als bei HFL ($P=0,008$).

Blutparameter

Die Ergebnisse beider Rassen für die beiden Indikatoren des Energiestoffwechsels, Beta-Hydroxybuttersäure (BHBA) und freie Fettsäuren (NEFA) sind in Tabelle 7 dargestellt.

Die Konzentrationen beider Metaboliten im Blut waren bei HFL höher als bei BS, allerdings war nur der Rassenunterschied nur für NEFA signifikant. Die Verläufe beider Blutparameter während der ersten 10 Laktationswochen sind in Abbildung 5 dargestellt.

Die BHBA-Konzentration beider Rassen stieg während der ersten Laktationswoche auf das annähernd gleiche Niveau an, sank danach allerdings nur bei BV wieder merklich ab. Bei beiden Rassen wurden die höchsten NEFA-Gehalte zu

Tabelle 7: Einfluss der Rasse auf Blutparameter in den ersten 10 Laktationswochen

	Rasse		S _e ^c	P-Wert
	BV ^a	HFL ^b		
BHBAd, mmol/l	0,85	1,09	0,53	0,231
NEFAe, mmol/l	0,28	0,38	0,11	0,022

^aBraunvieh, ^bHolstein Friesian Lebensleistung, ^cResidualstandartabweichung, ^dBeta-Hydroxybuttersäure, ^efreie Fettsäuren

Beginn der Laktation gemessen.

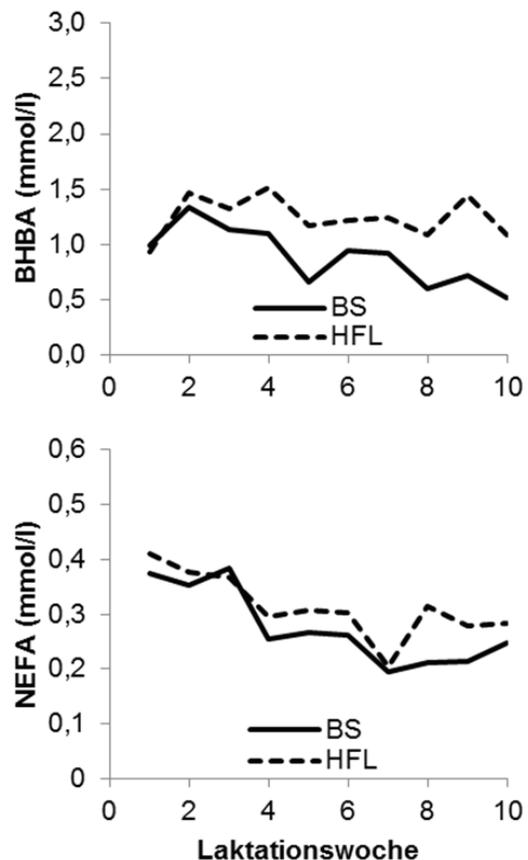


Abbildung 5: Konzentration von Beta-Hydroxybuttersäure und freien Fettsäuren für BV und HFL in den ersten 10 Laktationswochen

Diskussion

Da auch in alpinen Regionen das Interesse an Low-Input-Milcherzeugung zunimmt, stellt sich die Frage der Eignung unterschiedlicher Kuhtypen für dieses System.

Die durchschnittliche Leistung der österreichischen BV-Kontrollkühe im Jahr 2011 betrug 6.959 kg Milch und 527 kg Fett und Eiweiß (ZAR 2012). Für HFL existieren keine offiziellen Kontrollergebnisse, da im österreichischen Leistungskontrollsystem HFL nicht als eigene Rasse, sondern gemeinsam mit herkömmlichen Holstein Friesian erfasst wird. In einem Fütterungsversuch ohne Kraftfutter aber mit bis zu 45 % Maissilageanteil, erreichte HFL eine Laktationsleistung von 6.145 kg Milch und 502 kg Fett und Eiweiß (Haiger und Knaus 2010a). Die geringfügig niedrigeren Leistungen der beiden Rassen in der vorliegenden Arbeit (Tabelle 3) können zum einen auf die kürzere Laktationsdauer und zum anderen auf die grünlandbetonte Ration zurückgeführt werden (Tabelle 2). Die Rassenunterschiede bei Milch- und Milchinhaltstoffleistung reflektieren die unterschiedlichen Zuchtziele der beiden Kuhtypen, was sich mit den Ergebnissen von Dillon et al. (2003a), Horan et al. (2005) und Patton et al. (2008), die ebenfalls verschiedene Kuhtypen unter Vollweidebedingungen verglichen, deckt. Der signifikant höhere Harnstoffgehalt von BV kann unterschiedlich interpretiert werden. Da fütterungsbedingte Unterschiede ausgeschlossen werden können, könnten

die höheren Harnstoffwerte von BV auf grundsätzliche Rassenunterschiede oder auch auf einen höheren Abbau von Aminosäuren und Peptiden zur Energiegewinnung hinweisen (Steinwider und Gruber 2000). Die Verläufe der Laktationskurven unterschieden sich speziell zu Beginn der Laktation, da BV eine signifikant höhere Laktationsspitze zeigte, was sich mit den Beobachtungen von Cutullic et al. (2010), Dillon et al. (2003a) Horan et al. (2005) und Patton et al. (2008) deckt. Auch in diesen Studien zeigten unter High-Input-Bedingungen selektierte Kuhtypen höhere Laktationsspitzen als unter Vollweidebedingungen selektierte Kuhtypen. Während die Laktationskurven beider Rassen im zweiten Drittel der Laktation annähernd gleich verliefen, fiel die Milchleistung von HFL im letzten Laktationsdrittel schneller ab als jene von BV. Ein Teil dieses Unterschieds war sicherlich durch die unterschiedlichen Trächtigkeitsstadien der beiden Rassen bedingt (Pollott 2011), da HFL eine signifikant kürzere Günstzeit aufwies (Tabelle 6). Um die Effizienz der Milcherzeugung zwischen verschiedenen Rassen oder Tieren vergleichen zu können, müssen laut Steinwider (2009) Unterschiede im Lebendgewicht mitberücksichtigt werden. Bei Miteinbeziehung des metabolischen Lebendgewichts waren BV und HFL gleich effizient. Coleman et al. (2010) und Macdonald et al. (2008) hingegen fanden höhere Fett- und Eiweißleistungen je kg Lebendmasse bei neuseeländischen im Vergleich zu nordamerikanischen Holsteinkühen. Dieser Widerspruch könnte durch die unterschiedlichen Zuchtziele erklärt werden, da HFL im Gegensatz zu neuseeländischen Tieren nicht gezielt in Richtung hoher Milchinhaltstoffgehalte gezüchtet wurde (Haiger 2006, Macdonald et al. 2008). Außerdem wurden die Tiere im vorliegenden Versuch, im Vergleich zu den neuseeländischen Studien, deutlich länger im Stall gefüttert, was nach Kolver et al. (2002) einen Vorteil für High-Input-Kuhtypen darstellt.

Aufgrund einer positiven genetischen Korrelation führt jegliche Zucht auf Milchleistung auch zu einer Zunahme des Lebendgewichts (Veerkamp 1998). Dies erklärt das signifikant höhere Lebendgewicht von BV (Tabelle 4). Demzufolge sind unter Low-Input-Bedingungen selektierte Kuhtypen in der Regel leichter, was sich mit den Ergebnissen von Coleman et al. (2010), Macdonald et al. (2008) und Roche et al. (2006) deckt. Obwohl BV während der gesamten Laktation schwerer als HFL war, verlor BV signifikant mehr Lebendgewicht vom Beginn der Laktation bis zum Lebendgewichtsnadir und begann auch später damit wieder Lebendgewicht zuzunehmen (Tabelle 4 und Abbildung 2). Da zu Laktationsbeginn der Anstieg der Futteraufnahme mit jenem der Milchleistung nicht Schritt halten kann, kommt es bei Milchkühen zu einer Mobilisation von Körperreserven (Veerkamp 1998; Veerkamp et al. 2002). Obwohl das Lebendgewicht allein keine sicheren Schlüsse über die Energiebilanz von Milchkühen zulässt (Clark et al. 2005; Tamminga et al. 1997), wurden diese Unterschiede zwischen Kuhtypen mit unterschiedlichen Zuchtzielen auch von Coleman et al. (2009), Horan et al. (2005) und Roche et al. (2006) gefunden. Allerdings wurde der Lebendgewichtsnadir in diesen Studien deutlich früher erreicht, was auf standortbedingte Unterschiede hinweist. Während der Großteil der Studien zur Vollweidehaltung in Regionen ohne bzw. nur kurzer Stallfütterungsphase durchgeführt wurde, wurden die Tiere unter den alpinen Bedingungen deutlich

länger im Stall gefüttert. Dieser Zusammenhang wird auch in einer Schweizer Untersuchung ersichtlich, in der die Tiere im Februar abkalbten und den Lebendgewichtsnadir erst nach 16 Laktationswochen erreichten (Hofstetter et al. 2011). Insgesamt lassen die Ergebnisse der Lebendgewichtsverläufe der beiden Rassen den Schluss zu, dass ein beträchtlicher Teil der höheren Milchleistung von BV aus der signifikant höheren Mobilisation von Körperreserven stammt, was zu einer stärker ausgeprägten und länger andauernden negativen Energiebilanz zu Laktationsbeginn im Vergleich zu HFL führte (Buckley et al. 2000; Delaby et al. 2009; Roche et al. 2006; Veerkamp 1998).

Diese Hypothese wird auch von den Futteraufnahmedaten der ersten 18 Laktationswochen gestützt, denn HFL zeigte trotz niedrigeren Lebendgewichts und niedrigerer Milchleistung eine vergleichbare Trockenmasse- und Energieaufnahme wie BV (Tabelle 5). In anderen Studien zum Vergleich unterschiedlicher Kuhtypen unter Vollweidebedingungen wurden unterschiedliche Ergebnisse ermittelt. Während bei Coleman et al. (2010) neuseeländische Holstein signifikant mehr Futter je kg metabolische Lebendmasse aufnahmen fanden Patton et al. (2008) keine Unterschiede in Futteraufnahme und Energiebilanz im Vergleich zu nordamerikanischen Holsteinkühen. Dillon et al. (2003a) verglichen irische und holländische Holstein Friesian und fanden signifikant höhere Futteraufnahmen je kg metabolische Lebendmasse für letztere, was sie auf deren höhere Milchleistung zurückführten. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind allerdings mit jenen der angeführten Studien nur bedingt zu vergleichen, da die Futteraufnahme ausschließlich in der Stallfütterungsperiode und nicht in der Weidezeit ermittelt wurde. Deshalb wurde auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten die Futteraufnahme für beide Rassen mit der Schätzgleichung von Gruber et al. (2004) geschätzt. Die danach geschätzte Futteraufnahme von 17,7 kg für BV entsprach exakt dem gemessenen Wert. Bei HFL hingegen lag die geschätzte Futteraufnahme mit 16,8 kg geringfügig unter der tatsächlich gemessenen von 17,2 kg. Allerdings basiert das Modell von Gruber et al. (2004) ausschließlich auf Daten herkömmlicher Holstein Friesian aus Österreich, Deutschland und der Schweiz was der Grund für den ermittelten Unterschied sein könnte. Da die Energieaufnahme für BV und HFL annähernd gleich war, HFL aufgrund des geringeren Lebendgewichts und der niedrigeren Milchleistung aber rechnerisch einen niedrigen Energiebedarf hatte, war die Phase der negativen Energiebilanz für HFL tendenziell kürzer und weniger stark ausgeprägt (Tabelle 5 und Abbildung 3). Dies deckt sich mit den bereits diskutierten Ergebnissen der Lebendgewichtsentwicklung (Tabelle 4 und Abbildung 2) und mit der signifikant besseren Fruchtbarkeit von HFL (Tabelle 6 und Abbildung 4). Der annähernd gleiche Kraftfutterverbrauch der beiden Rassen ist zum einen auf die leistungsunabhängige Kraftfütterzuteilung zu Beginn der Laktation und zum anderen auf die signifikant längere Laktationsdauer von BV zurückzuführen.

Die signifikant kürzere Günst- und Zwischenkalbezeit von HFL sind das Resultat der konsequenten Zucht auf Fitness und reflektieren das Zuchtziel und die höheren Nutzungsdauer- und Fitnesszuchtwerte dieses Kuhtyps. Laut Buttler und Smith (1989) tendieren auf Fitness selektierte Tiere dazu Nährstoffe für Reproduktion und nicht Milchproduktion zu verwenden, was durch die vorliegenden Ergebnisse

bestätigt wird. Diese Hypothese wird auch von den Ergebnissen zahlreicher anderer Studien, welche Genotypen aus unterschiedlichen Umwelten unter Low-Input-Bedingungen verglichen, bestätigt. Cummins et al. (2012) verglichen irische Holstein Friesian mit unterschiedlichen Zuchtwerten für Zwischenkalbezeit und fanden signifikante Unterschiede bei Güstzeit, Besamungsindex und Anteil trächtiger Tiere am Ende der Belegesaison. Coleman et al. (2009) fanden signifikante Unterschiede beim Anteil brünstiger Tiere nach 24 bzw. 49 Tagen und Erstbesamungsindex. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch von Dillon et al. (2003b) publiziert. Allerdings konnten in der vorliegenden Studie, trotz oft beträchtlicher Unterschiede bei einigen Fruchtbarkeitsmerkmalen, nur die Rassenunterschiede für Güst- und Zwischenkalbezeit statistisch abgesichert werden. Dies kann teilweise durch die relative kleine Stichprobengröße erklärt werden. Die signifikant kürzere Güstzeit von HFL könnte auf eine frühere Aufnahme eines normalen Brunstzyklus hindeuten (Cutullic et al. 2010), was zusammen mit der dem numerisch höheren Erstbesamungsindex zur signifikant kürzeren Zwischenkalbezeit führte (Dillon et al. 2003b). Die leichte Diskrepanz in den Rassenunterschieden von Güstzeit und Zwischenkalbezeit kann durch unterschiedlich lange Trächtigkeitsdauern von BV und HFL erklärt werden (Andersen und Plum 1965). Gründe für den zunehmenden Rassenunterschied der Kaplan-Meier-Schätzer ab Tag 55 der Belegesaison (Abbildung 4) könnte die frühere Aufnahme eines regulären Brunstzyklus und der höhere Erstbesamungsindex von HFL sein. Da dies aber auch mit dem Weidebeginn zusammenfällt, könnte es auch auf ein größeres Anpassungsvermögen von HFL auf die Weidebedingungen hinweisen.

Die beiden untersuchten Blutparameter, BHBA und NEFA, sind Indikatoren für den Energiestoffwechsel von Milchkühen. Als Reaktion auf die zu Beginn der Laktation entstehende Lücke zwischen Milchleistung und Futteraufnahme beginnen Milchkühe Körperreserven, hauptsächlich Fettgewebe, zu mobilisieren, was zu einem Anstieg der NEFA-Konzentrationen im Blut führt. NEFAs werden zur Energiegewinnung in der Leber oxidiert, wobei als Nebenprodukt Ketonkörper, wie BHBA, entstehen (Barth et al. 2010). Die gemessenen NEFA-Konzentrationen sind mit vorherigen Studien vergleichbar und bewegen sich innerhalb der physiologischen Grenzwerte (Cavestany et al. 2005; Coleman et al. 2009; Cummins et al. 2012; McCarthy et al. 2007b). Auch die mittleren BHBA-Konzentrationen lagen unter dem von McArt et al. (2012) und van der Drift et al. (2012) definierten Grenzwert für subklinische Ketose von 1,2 mmol/l, waren aber deutlich höher als in den oben zitierten Untersuchungen. Die BHBA-Konzentrationen in den kritischen Wochen 2-4 nach der Abkalbung (Gasteiner 2000) befanden sich auf einem Niveau, welches laut Roberts et al. (2012) und Walsh et al. (2007) das Risiko für Fruchtbarkeitsstörungen und Ausfälle deutlich erhöht. Allerdings, widersprechen die signifikant höheren NEFA-Werte und numerisch höheren BHBA-Werte für HFL (Tabelle 7) sowohl dem Lebendgewichtsverlauf (Tabelle 4), als auch den Fruchtbarkeitsparametern (Tabelle 6). Einen Erklärungsansatz hierfür könnte der generell höhere Körperfettgehalt von Holsteinrindern im Vergleich zu BV (Geuder et al. 2012; Haiger und Knaus 2010a) darstellen, da dieser die freigesetzte Menge an NEFA und Ketonkörpern bei energie-

tischer Unterversorgung signifikant beeinflusst (Theilgaard et al. 2002). Haiger (2008) und Haiger und Knaus (2010a) fanden numerisch, aber nicht statistisch signifikant, höhere Konzentrationen an Ketonkörpern bei reiner Grundfutterfütterung bei HFL im Vergleich zu herkömmlichen Holstein Friesian, obwohl letztere mehr Körperreserven mobilisierten. Cummins et al. (2012) verglichen irische Holsteins mit unterschiedlichen Zuchtwerten für Fruchtbarkeit und fanden signifikant höhere BHBA-Konzentrationen für Tiere mit hohen Zuchtwerten für Fruchtbarkeit während der ersten 12 Laktationswochen. Sie schlossen daraus, dass erhöhte BHBA-Werte zu Beginn der Laktation nicht zwangsläufig negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit haben, solange sie innerhalb des physiologischen Bereichs liegen. Vergleichbare Ergebnisse wurden von Coleman et al. (2009) publiziert, die neuseeländische und nordamerikanische Holstein Friesian miteinander verglichen. Letztere hatten eine stärker ausgeprägte negative Energiebilanz, aber niedrigere NEFA-Konzentrationen vor und nach der Abkalbung. Die Autoren leiteten daraus ab, dass es möglicherweise wesentliche Unterschiede in den Basiskonzentrationen dieser Blutwerte zwischen den Kuhtypen gibt, was den direkten Vergleich erschwert.

Schlussfolgerungen

Saisonale, weidebasierte Milchproduktionssysteme werden in der Zukunft der biologischen Milchproduktion in den Alpen eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Entsprechend geführt, garantieren sie eine hocheffiziente Umwandlung von Grundfutter in Milch, bei gleichzeitig geringem Kraftfuttereinsatz und hoher Tiergerechtigkeit. Die wesentlich höhere Milchleistung von BV im Vergleich zu HFL wurde neben der längeren Laktationsdauer vor allem durch die höhere und länger andauernde Mobilisation von Körperreserven der BV Tiere ermöglicht. Dies wird durch die Tatsache, dass für die untersuchten Effizienzmaße keine Rassenunterschiede festgestellt wurden bestätigt. Durch die, trotz niedrigerem Bedarf für Erhaltung und Milchleistung, höhere Futteraufnahme, erreichte HFL schneller einer positive Energiebilanz, was sich positiv auf die Fruchtbarkeitsleistung ausgewirkt haben dürfte. Durch die kürzere Güst- und Zwischenkalbezeit wurde HFL den hohen Anforderungen an die Fruchtbarkeit in Vollweidesystemen mit saisonaler Blockabkalbung gerecht. Dies garantiert eine optimale Nutzung des Weideaufwuchses und ist somit ein Schlüsselfaktor für den nachhaltigen Erfolg eines Vollweidesystems. Mit Blick auf die alpine Kulturlandschaft ist auch das geringere Lebendgewicht von HFL ein zusätzlicher Vorteil.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung der Europäischen Gemeinschaft im Zuge des Siebten Rahmenprogrammes FP7-KBBE.2010.1.2-02, Gemeinschaftsprojekt SOLID (Sustainable Organic Low-Input Dairying; Finanzierungsvereinbarung no. 266367). Besonderer Dank gebührt den MitarbeiterInnen des Bio-Instituts für die Kooperation, die Betreuung und das Management der Versuchsherde. Abschließend danken die Autoren Hannes Roherer und Rupert Pfister für die Unterstützung bei der Erhebung und Auswertung der Daten, sowie Walter Starz, Lisa Baldinger und Birgit Fürst-Waltl für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Literatur

- Andersen, H. und M. Plum, 1965: Gestation Length and Birth Weight in Cattle and Buffaloes: A Review. *J. Dairy Sci.* 48: 1224-1235.
- Barth, K., K. Aulrich, H.C. Haufe, U. Müller, D. Schaub und F. Schulz, 2010: Metabolic status in early lactating dairy cows of two breeds kept under conditions of organic farming – a case study. *vTI Agric. & For. Res.* 61, 307-316.
- Berry, D.P., F. Buckley, P. Dillon, P.G. Evans, M. Rath und R.F. Veerkamp, 2003: Genetic relationships among body condition score, body weight, milk yield and fertility in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 2193-2204.
- Buckley, F., P. Dillon, S. Crosse, F. Flynn und M. Rath, 2000: The performance of Holstein Friesian dairy cows of high and medium genetic merit for milk production on grass-based feeding systems. *Livest. Prod. Sci.* 64, 107-119.
- Buttler, W.R. und R.D. Smith, 1989: Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive performance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72, 767-783.
- Cavestany, D., J.E. Blanc, M. Kulcsar, G. Uriarte, P. Chilibroste, A. Meikle, H. Febel, A. Ferraris und E. Krall, 2005: Studies of the transition cow under a pasture-based milk Production System: Metabolic profiles. *J. Vet. Med. A.* 52, 1-7.
- Clark, C.E.F., W.J. Fulkerson, K.S. Nandra, I. Barchia und K.L. Macmillan, 2005: The use of indicators to assess the degree of mobilisation of body reserves in dairy cows in early lactation on a pasture-based diet. *Livest. Prod. Sci.* 94, 199-211.
- Coleman, J., K.M. Pierce, D.P. Berry, A. Brennan und B. Horan, 2009: The influence of genetic selection and feed system on the reproductive performance of spring-calving dairy cows within future pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.* 92, 5258-5269.
- Coleman, J., D.P. Berry, K.M. Pierce, A. Brennan und B. Horan, 2010: Dry matter intake and feed efficiency profiles of 3 genotypes of Holstein-Friesian within pasture-based systems of milk production. *J. Dairy Sci.* 93, 4318-4331.
- Cummins, S.B., P. Lonegran, A.C.O. Evans, D.P. Berry, R.D. Evans und S.T. Butler 2012: Genetic merit for fertility traits in Holstein cows: I. Production characteristics and reproductive efficiency in a pasture-based system. *J. Dairy Sci.* 95, 1310-1322.
- Cutullic, E., L. Delaby, Y. Gallard und C. Disenhaus, 2010: Dairy cows' reproductive response to feeding level differs according to the reproductive stage and the breed. *Animal* 5, 731-740.
- Delaby, L., P. Faverdin, G. Michel, C. Disenhaus und J.L. Peyraud, 2009: Effect of feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows. *Animal* 6, 891-905.
- Dillon, P., F. Buckley, P. O'Connor, D. Hegarty und M. Rath, 2003a: A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production – 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livest. Prod. Sci.* 83, 21-33.
- Dillon, P., S. Snijders, F. Buckley, B. Harris, P. O'Connor und J.F. Mee, 2003b: A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production – 2. Reproduction and survival. *Livest. Prod. Sci.* 83, 35-42.
- Ertl, M., 2006: 30 Jahre Lebensleistungszucht. Tagungsband Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, Irnding, Austria, 55-56.
- Evans, R.D., M. Wallace, L. Shalloo, D.J. Garrick und P. Dillon, 2006: Financial implications of recent decline in reproduction and survival of Holstein-Friesian cows in spring-calving Irish dairy herds. *Agric. Syst.* 89, 165-183.
- Fulkerson, W.J., T.M. Davison, S.C. Garcia, G. Hough, M.E. Goddard, R. Dobos und M. Blockey, 2008: Holstein-Frisian dairy cows under a predominant grazing system: Interaction between genotype and environment. *J. Dairy Sci.* 91, 826-839.
- Garcia, S.C. und C.W. Holmes, 2001: Lactation curves of autumn- and spring-calving cows in pasture-based dairy systems. *Livest. Prod. Sci.* 68, 189-203.
- Gasteiner, J. 2000: Ketose, die bedeutendste Stoffwechselerkrankung der Milchkühe. Tagungsband 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung Irnding, Austria, 11-18.
- Geuder, U., M. Pickl, M. Scheidler, M. Schuster und K.U. Götz, 2012: Growth performance, carcass traits and meat quality of Bavarian cattle breeds. *Züchtungskunde* 84, 458-499.
- Gruber, L., F.J. Schwarz, D. Erdin, B. Fischer, H. Spiekers, H. Steingäß, U. Meyer, A. Chassor, T. Jilg, A. Obermaier und T. Guggenberger, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Tagungsband VDLUFA-Kongress, Rostock, 484-504.
- Haiger, A., 2005: Naturgemäße Tierzucht bei Rindern und Schweinen. Av Buch, Wien.
- Haiger, A., 2006: Zucht auf hohe Lebensleistung. Tagungsband 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung Irnding, Österreich, 1-4.
- Haiger, A., 2008: Ganzheitlicher Rinderrassenvergleich auf betriebseigener Futterbasis – Abschlussbericht. BMLFUW, Wien, 1-39.
- Haiger, A. und W. Knaus, 2010a: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch- und Fleischleistung – 1. Mitteilung: Milchleistungsvergleich ohne Kraftfutter. *Züchtungskunde* 82, 131-143.
- Haiger, A. und W. Knaus, 2010b: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch und Fleischleistung – 2. Mitteilung: Fleischleistung mit inländischen Eiweissfutttermitteln. *Züchtungskunde* 82, 447-454.
- Hofstetter, P., H.J. Frey, R. Petermann, W. Gut, L. Herzog und P. Kunz, 2011: Stallhaltung versus Weidehaltung – Futter, Leistungen und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2, 402-411.
- Horan, B., P. Dillon, P. Faverdin, L. Delaby, F. Buckley und M. Rath, 2005: The interaction of strain of Holstein-Friesian cows and pasture-based feed systems on milk yield, body weight, and body condition score. *J. Dairy Sci.* 88, 1231-1243.
- Kirner, L., 2012: Competitiveness of low-input dairy grazing systems in alpine regions in Austria. *Die Bodenkultur* 63, 17-27.
- Knaus, W., 2009: Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *J. Sci. Food Agri.* 89, 1107-1114 und 1623.
- Kolver, E.S., J.R. Roche, M.J. De Veth, P.L. Thorne und A.R. Napper, 2002: Total mixed rations versus pasture diets: Evidence of a genotype × diet interaction in dairy cow performance. Tagungsband N. Z. Soc. Anim. Prod. 62, 246-251.
- Littell, R.C., P.R. Henry und C.B. Ammerman, 1998: Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76, 1216-1231.
- Littell, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup, R.D. Wolfinger und O. Schabenberger, 2006: SAS for Mixed Models, second ed. SAS Institute Inc., Cary.
- Macdonald, K.A., G.A. Verkerk, B.S. Thorrold, J.E. Pryce, J.W. Penno, L.R. McNaughton, L.J. Burton, A.S. Lancaster, J.H. Williamson und C.W. Holmes, 2008: A comparison of three strains of Holstein-Friesian grazed on pasture and managed under different feed allowances. *J. Dairy Sci.* 91, 1693-1707.
- Marini, L., S. Klimek und A. Battisti, 2011: Mitigating the impacts of the decline of traditional farming on mountain landscapes and biodiversity: a case study in the European Alps. *Environ. Sci. & Policy* 14, 258-267.
- McArt, J.A.A., D.V. Nydam und G.R. Oetzel, 2012: Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95, 5056-5066.
- McCarthy, S., B. Horan, P. Dillon, P. O'Connor, M. Rath und L. Shalloo, 2007a: Economic comparison of divergent strains of Holstein-Friesian cows in various pasture based-based production systems. *J. Dairy Sci.* 90, 1493-1505.

- McCarthy, S., D.P. Berry, P. Dillon, M. Rath und B. Horan, 2007b: Effect of strain of Holstein-Friesian and feed system on calving performance, blood parameters and overall survival. *Livest. Sci.* 111, 218-229.
- Patton, J., J.J. Murphy, F.P.O. O'Mara und S.T. Butler, 2008: A comparison of energy balance and metabolic profiles of the New Zealand and North American strains of Holstein Friesian dairy cow. *Animal* 6, 969-978.
- Plaizier, J.C.B., G.J. King, J.C.M. Dekkers und K. Lissemore, 1997: Estimation of economic values of indices for reproductive performance in dairy herds using computer simulation. *J. Dairy Sci.* 80, 2775-2783.
- Pollott, G.E., 2011: Short communication: Do Holstein lactations of varied lengths have different characteristics? *J. Dairy Sci.* 94, 6173-6180.
- Pulido, R.G. und J.D. Leaver, 2003: Continuous and rotational grazing of dairy cows – the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Sci.* 58, 265-275.
- Roberts, T., N. Chapinal, S.J. LeBlanc, D.F. Kelton, J. Dubuc und T.F. Duffield, 2012: Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. *J. Dairy Sci.* 95, 3057-3063.
- Roche, J.R., D.P. Berry und E.S. Kolver, 2006: Holstein-Friesian strain and feed effects on milk production, body weight, and body condition score profiles in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 3532-3543.
- Roche, J.R., K.A. Macdonald, C.R. Burke, J.M. Lee und D.P. Berry 2007a: Associations among body conditions score, body weight, and reproductive performance in seasonal-calving dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 90, 376-391.
- Roche, J.R., J.M. Lee, K.A. Macdonald und D.P. Berry, 2007b: Relationships among body Condition score, body weight, and milk production variables in pasture-based dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 3802-3815.
- SAS Institute, 2002: SAS software 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sölkner, J. und W. Fuchs, 1987: A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. *Livest. Prod. Sci.* 16, 305-319.
- Starz, W., A. Steinwider, R. Pfister und H. Rohrer, 2010: Continuous grazing in comparison to cutting management on an organic meadow in the eastern Alps. Tagungsband 23. General Meeting of the European Grassland Federation, 1009-1011.
- Steinberger, S., P. Rauch und H. Spiekers, 2009: Vollweide mit Winterabkalbung – Erfahrungen aus Bayern. Tagungsband Internationale Weidetagung, 9-13.
- Steinwider, A. und L. Gruber, 2000: Feeding and animal factors influencing milk urea content of dairy cows. *Die Bodenkultur* 51, 49-57.
- Steinwider, A., W. Starz, R. Pfister, E.M. Pötsch, E. Schwab, E. Schwaiger, L. Podstatzky, M. Gallnböck und L. Kirner, 2006: Untersuchungen zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen. Tagungsband Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 5-80.
- Steinwider, A., 2009: Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. Proceedings 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, 30-33.
- Tamminga, S., P.A. Luteijn, und R.G.M. Meijer, 1997: Changes in composition and energy content of liveweight loss in dairy cows with the time after parturition. *Livest. Prod. Sci.* 52, 31-38.
- Theilgaard, T., N.C. Friggens, K.H. Sloth und K.L. Ingvarsen, 2002: The effect of breed, parity and body fatness on the lipolytic response of dairy cows. *Animal Sci.* 75: 209-219.
- Thomet, P., E. Cutullic, W. Bisig, C. Wuest, M. Elsaesser, S. Steinberger und A. Steinwider, 2011: Merits of full grazing systems as a sustainably and efficient milk production strategy. Tagungsband 16. European Grassland Federation Symposium, Irdning, 273-285.
- Thomet, P., S. Leuenberger und T. Blättler, 2004: Projekt Opti-Milch: Produktionspotential des Vollweidesystems. *Agrarforschung* 11, 336-441.
- van der Drift, S.G.A., M. Houweling, J.T. Schonewille, A.G.M. Tielens und J. Jorritsma, 2012: Protein and fat mobilization and associations with serum β -hydroxybutyrate concentrations in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 4911-4920.
- van Straten, M., N.Y. Shpigel und M. Friger, 2009: Associations among patterns in daily body weight, body condition scoring, and reproductive performance in high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 4375-4385.
- Veerkamp, R.F., 1998: Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: A review. *J. Dairy Sci.* 81, 1109-1119.
- Veerkamp, R.F., P. Dillon, E. Kelly, A.R. Cromie und A.R. Groen, 2002: Dairy cattle breeding objectives combining yield, survival and calving interval for pasture-based systems in Ireland under different milk quota scenarios. *Livest. Prod. Sci.* 76, 137-151.
- Veerkamp, R.F., B. Beerda und T. van der Lende, 2003: Effect of selection of for milk yield on energy balance, levels of hormones, and metabolites in lactating cattle, and possible links to reduced fertility. *Livest. Prod. Sci.* 83, 257-275.
- Walsh, R.B., J.S. Walton, D.F. Kelton, S.J. LeBlanc, K.E. Leslie und T.F. Duffield, 2007: The effect of subclinical ketosis in early lactation in reproductive performance of postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 2788-2796.
- Walsh, S., F. Buckley, K. Pierce, N. Byrne, J. Patton und P. Dillon, 2008: Effects of breed and feeding system on milk production, body weight, body condition score, reproductive performance and postpartum ovarian function. *J. Dairy Sci.* 91, 4401-4413.
- ZAR, 2012: Die österreichische Rinderzucht 2011. Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter, Wien.