

Vergleiche österreichischer Kuhtypen in einem alpinen Low-Input (LI)-Weidesystem

M. Horn¹, A. Steinwider², R. Pfister², W. Zollitsch¹

¹BOKU-Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, Österreich

²LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Österreich

marco.horn@boku.ac.at

Einleitung und Problemstellung

Low-Input (LI) Milcherzeugungssysteme zeichnen sich durch ihren starken Fokus auf grundfutterbasierte Milcherzeugung, geringe Abhängigkeit von externen Ressourcen und hohe Akzeptanz beim Konsumenten aus. Deshalb stellen sie auch für alpine Regionen, in denen Dauergrünland die mit Abstand am weitesten verbreitete Form der Landnutzung ist, eine wertvolle Alternative für die Zukunft dar (STEINWIDDER *et al.*, 2011a; THOMET *et al.*, 2011).

Um die Jahresverläufe von Graswachstum und Milchleistung zu synchronisieren ist in traditionellen Vollweidegebieten wie Irland oder Neuseeland die Blockabkalbung im Frühjahr weit verbreitet. Für die erfolgreiche Umsetzung eines LI-Weidesystems im Alpenraum müssen Milchkühe also nicht nur in der Lage sein konserviertes Grundfutter und frisches Weidegras effizient in Milch um zu wandeln, sondern auch innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters wieder trächtig zu werden (HORAN *et al.*, 2005; EVANS *et al.*, 2006).

In weiten Teilen der Welt und auch in alpinen Regionen lag der Fokus der Milchviehzucht während der letzten Jahrzehnte sehr stark auf der Verbesserung der Milchleistung. Parallel dazu verlor die Weidefütterung von Milchkühen zusehends an Bedeutung während ganzjährige Stallhaltung und der Einsatz von Maissilage und Kraftfutter zunahm. Das wiederum wirft die Frage auf, ob sich Milchkühe aus herkömmlichen Zuchtprogrammen für LI-Weidesysteme eignen, in denen hohe Ansprüche an die Stoffwechselstabilität, Robustheit und Fruchtbarkeit der Milchkühe gestellt werden (DILLON *et al.*, 2003b).

Um dieser Frage nachzugehen wurden in im Rahmen des EU-Projekts SOLID (Sustainable Organic and Low Input Dairying, www.solidairy.eu) österreichisches Braunvieh (BV) und Holstein Friesian aus Lebensleistungszucht (HFL) in einem alpinen Vollweidesystem verglichen. Die vorliegende Arbeit fasst ausgewählte Erkenntnisse aus drei Studien (HORN *et al.*, 2013; HORN *et al.*, 2014a; HORN *et al.*, 2014b) mit folgenden Fragestellungen zusammen:

- Studie 1: Existieren Rassenunterschiede hinsichtlich der Eignung für ein alpines LI-Weidesystem?
- Studie 2: Welchen Einfluss hat das Abkalbdatum auf Rationszusammensetzung und Leistung?
- Studie 3: Wie reagieren die beiden Kuhtypen auf die Reduktion der Kraftfutterergänzung zu Laktationsbeginn?

Untersuchte Kuhtypen und Management

Nach der Zweinutzungsrasse Fleckvieh ist BV mit ca. 51.000 Herdbuchkühen die am weitesten verbreitete Milchrasse in Österreich. Im seit 1998 existierenden Gesamtzuchtwert werden die Merkmalskomplexe Milch, Fleisch und Fitness zu 48, 5 bzw. 47 % gewichtet (ZAR, 2013). Im Jahr 2013 betrug die durchschnittliche Milchleistung des österreichischen BV 7.111 kg Milch bei 541 kg Fett und Eiweiß und die mittlere Zwischenkalbezeit lag bei 417 Tagen (ZUCHTDATA, 2013). Im Gegensatz dazu wurde HFL in den letzten 50 Jahren in einem alternativen Zuchtprogramm auf hohe Lebensleistung gezüchtet. Die eingesetzten Stiere wurden primär nach herausragender Lebensleistung ihrer Verwandten ausgewählt. Des Weiteren waren hervorragende Fitness (Nutzungsdauer, Persistenz, Fruchtbarkeit etc.) und die Milchinhaltstoffsleistung in kg wichtige Selektionskriterien, während Milchmengenleistung und Exterieur nur eine untergeordnete Rolle spielten (HAIGER, 2006). Im Vergleich zur österreichischen Holsteinpopulation führte dies zu leichteren Tie-

ren mit stark unterdurchschnittlichen Zuchtwerten für Milch, aber überdurchschnittlich hohen Zuchtwerten für Fitness.

Beide Kuhtypen wurden am biologisch bewirtschafteten Lehr- und Forschungsbetrieb des LFZ Raumberg-Gumpenstein (Seehöhe 680 m, Jahresdurchschnittstemperatur 7°C, Jahresniederschlagsmenge 1.014 mm) in einer gemeinsamen Herde gehalten und in einem Vollweidesystem gemanaget. Um den Weideaufwuchs effizient zu nutzen wurde versucht die Abkalbungen in der Winterfütterungsperiode (November bis März) zu konzentrieren. In der Winterfütterungsperiode bestand die Ration aus 4.4 kg Heu, Grassilage *ad libitum* und wechselnden Mengen an Kraftfutter (eine detaillierte Angabe der eingesetzten Kraftfuttermengen erfolgt gemeinsam mit den jeweiligen Versuchsergebnissen), wobei das Kraftfutter hauptsächlich während der Stallfütterungsperiode eingesetzt wurde. Während der Vegetationszeit hatten die Kühe freien Zugang zu Kurzrasenweiden und erhielten zusätzlich 1,5 kg Heu pro Tag. Die mit dem Rising Plate Meter gemessene Zielaufwuchshöhe lag zwischen 3,7 und 5,2 cm. Über die Jahre 2008 bis 2012 verbrachten die Tiere im Schnitt 207 Tage pro Jahr auf der Weide.

Ergebnisse und Diskussion

Existieren Rassenunterschiede?

Um dieser Fragestellung nachzugehen wurden Milchleistungs-, Lebendmasse- und Fruchtbarkeitsdaten von 91 Laktationen (n=42 BV und 49 HFL) aus den Jahren 2008 bis 2011 ausgewertet. Die relativen Gesamt-, Milch- und Nutzungsdauerzuchtwerte der Versuchskühe in dieser Periode waren 96, 92 und 102 für BV und 79, 61, und 112 für HFL. Der Kraftfutterverbrauch betrug ca. 480 kg pro Kuh und Laktation. Die statistische Auswertung erfolgte mit einem gemischten Modell (SAS 9.2).

Die Ergebnisse der Milchleistung, des Lebendmasseverlaufs während der Laktation und der Günstzeit reflektieren die unterschiedlichen Zuchtziele der beiden Kuhtypen (Tabelle 1). Ähnliche Ergebnisse wurden bereits von DILLON *et al.* (2003a) und (2003b) berichtet. Die ECM-Leistung von BV lag auch im weidebasierten LI-System deutlich über jener von HFL, was sich durch die signifikant längere Laktationsdauer und die über die gesamte Laktation hinweg höhere Lebendmasse von BV erklären lässt. Unter Einbeziehung der unterschiedlichen Laktationsdauern und Lebendmassen unterschied sich die produzierte Tagesmilchmenge je kg metabolische Lebendmasse jedoch nicht. Die Verläufe der Lebendmassen beider Rassen deuten im Weiteren darauf hin, dass HFL deutlich weniger Milch aus Körperreserven produzierte da bei BV ein signifikant höherer und länger andauernder Verlust von Lebendmasse beobachtet wurde. Weil auf Fruchtbarkeit gezüchtete Rinder auch eher dazu neigen Nährstoffe und Energie für den Erhalt der Körperkondition und für Reproduktion anstelle zur Milcherzeugung zu verwenden (FRIGGENS *et al.*, 2013), ist dies auch ein Erklärungsansatz für die signifikant kürzere Günstzeit von HFL.

Tab. 6: Einfluss der Rasse auf Milchleistung, Lebendmasse und Fruchtbarkeit (Studie 1).

	BV	HFL	s_e^a	P_{Rasse}
Laktationslänge, d	326	297	40,1	0,016
ECM-Leistung ^b , kg	6.402	5.354	622,8	<0,001
ECM pro LM ^{0,75c} , kg/d	0,17	0,17	0,011	0,747
Lebendmasse, kg	600	539	16,4	<0,001
Woche des LM-Nadir ^d	24	19	7,1	0,012
LM-Verlust bis Nadir ^e , %	12	10	3,8	0,037
Besamungsindex, n	1,6	1,5	-	0,306
Günstzeit, d	103	73	39,6	0,016

^aResidualstandardabweichung, ^benergiekorrigierte Milchleistung, ^cmetabolische Lebendmasse, ^dniedrigste Lebendmassenmessung während der Laktation, ^eberechnet als relativer Lebendmasseverlust von der Abkalbung bis zum Nadir

Welchen Einfluss hat das Abkalbdatum?

Zur Beantwortung dieser Frage wurden aus dem oben beschriebenen Datensatz aus den Jahren 2008 bis 2011 nur jene Tiere ausgewertet die nach Beginn der Winterfütterungsperiode abkalbten. Um eine saisonale Abkalbung zu simulieren, wurden alle Parameter der 73 Laktationen (n=34 BS und 39 HFL) auf eine Laktationslänge von 305 Tagen bezogen. Die in der Auswertung inkludierten

Tiere wiesen relative Gesamt-, Milch und Nutzungsdauerzuchtwerte von 96, 91 und 102 für BV sowie 79, 61 und 112 für HFL auf. Die Daten wurden mit einem gemischten Modell ausgewertet (SAS 9.2). Das Abkalbedatum wurde relativ zum Weidebeginn ausgedrückt (RAD) und ging als Regressionsvariable ins Modell mit ein. Ausgewählte Ergebnisse für drei beispielhafte Abkalbedaten (RAD -150: November, RAD -90: Januar, RAD -30: März) sind in Tabelle 2 dargestellt.

Wie erwartet stieg der Weideanteil in der Ration bei Winterabkalbung im Vergleich zur Herbstabkalbung stark an. Die Frühjahrsabkalbung führte allerdings zu keiner weiteren Steigerung des Weideanteils, was durch die relativ kurze Vegetationszeit am Versuchsstandort zu erklären ist, sodass im Frühjahr kalbende Kühe gegen Laktationsende wieder auf Stallfütterung umgestellt werden mussten. Die kürzere Stallfütterungsperiode und die auf 2 kg begrenzte Kraftfutterzuteilung während der Weidezeit führten zum starken Rückgang des Kraftfutterverbrauchs bei Frühjahrsabkalbung im Vergleich zur Herbstabkalbung. Vergleichbare Zusammenhänge zwischen Abkalbezeitpunkt und Rationszusammensetzung wurden bereits von DILLON *et al.* (1995) und STEINWIDDER *et al.* (2011b) ermittelt. Der signifikante Leistungsrückgang von BS scheint in engem Zusammenhang mit der Reduzierung der Ergänzungsfütterung zu stehen. Im Gegensatz dazu war der Einfluss des Abkalbedatums auf die ECM-Leistung von HFL weit weniger ausgeprägt. Dies führte dazu, dass BV durch die niedrigere Ergänzungsfütterung bei Frühjahrsabkalbung seinen genetisch bedingten Leistungsvorteil verlor (VEERKAMP *et al.*, 1994). Durch die längere Winterfütterung bei Herbstabkalbung konnte BV sein genetisches Potential besser ausschöpfen, was sich auch durch die höhere Milchleistungssteigerung je kg zusätzlichem Kraftfutter von BV im Vergleich zu HFL zeigte (KENNEDY *et al.*, 2003). Dem entsprechend war auch der Einfluss des Abkalbedatums auf die Tageszunahmen bei BV weitaus ausgeprägter als bei HFL. Wie bereits von GARCIA and HOLMES (2001) beschrieben, wiesen im Herbst abkalbende Tiere eine höhere Persistenz auf, was auf eine zweite Laktationspitze durch den Weideaustrieb in der Mitte der Laktation zurück zu führen ist.

Tab. 7: Einfluss der Rasse und des relativen Abkalbedatums auf Rationszusammensetzung, Milchleistung und Lebendmasse (Studie 2)*.

	BV			HFL			Rasse	P Wert	
	RAD ^a -150	RAD -90	RAD -30	RAD -150	RAD -90	RAD -30		RAD	Rasse × RAD ^b
Weideanteil, %	44	55	57	42	55	54	<0.001	<0.001 ^c	0.008 ^c
KF-Verbrauch ^d , kg TM	727	467	208	532	438	329	<0.001	<0.001	<0.001
ECM-Leistung ^e , kg	6 450	5 865	5 281	5 383	5 334	5 284	0.447	0.003	0.013
Persistenz	0.71	0.58	0.58	0.64	0.53	0.53	0.420	0.007 ^c	0.734 ^c
Lebendmasse, kg	602	595	588	543	540	538	0.025	0.358	0.692
Tageszun. ^f , kg/d	-0.31	-0.13	0.05	-0.04	0.02	0.08	0.665	<0.001	0.003

*aus Platzgründen wurde in dieser Tabelle auf die Angabe der Residualstandardabweichung verzichtet. Die Werte sind bei Horn *et al.* (2014a) zu finden, ^arelatives Abkalbedatum, ^bWechselwirkung zwischen Rasse und relativem Abkalbedatum, ^cquadratischer Effekt des Abkalbedatums, ^dKraftfutterverbrauch pro Kuh und Laktation, ^eenergiekorrigierte Milchleistung, ^fmittlere Tageszunahme.

Wie reagieren die beiden Kuhtypen auf eine Reduktion der Kraftfutterergänzung zu Laktationsbeginn?

Dieser Fragestellung wurde im Zuge eines zweijährigen Fütterungsversuchs (2012 und 2013) nachgegangen. Die beiden Rassen wurden auf zwei Fütterungsregime (FR), Kontrolle (K) und Low (L), aufgeteilt, wobei den Tieren der Gruppe L jeweils nur die halbe Kraftfuttermenge der Gruppe K angeboten wurde. Die insgesamt 50 Laktationen (n= 21 BV und 29 HFL) wurden mit einem gemischten Modell (SAS 9.2) statistisch ausgewertet. Die relativen Gesamt-, Milch- und Nutzungsdauerzuchtwerte der im Versuch stehenden Kühe betrugen 100, 95 und 108 für BV sowie 82, 64 und 113 für HFL.

Die Ergebnisse in Tabelle 3 zeigen, dass beide Rassen in ähnlichem Ausmaß auf die Reduzierung des Kraftfuttereinsatzes zu Laktationsbeginn reagierten (keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Rasse und Fütterungsregime). Die numerisch sichtbaren Unterschiede, wie z.B. der stärkere Rückgang der ECM-Leistung bei BV im Vergleich zu HFL (720 bzw. 451 kg) konnten nicht statistisch abgesichert werden. Wie in den Studien 1 und 2 war HFL auch während des zweijähri-

gen Fütterungsversuches deutlich leichter als BV. Beide Rassen wiesen ähnliche Körperkonditionen auf, allerdings wurde bei HFL und bei den Tieren der Gruppe L der BCS-Nadir etwas früher beobachtet. Da der absolute BCS-Verlust von der Abkalbung bis zum Nadir in beiden FR ähnlich war weist dies darauf hin, dass die Tiere der Gruppe K zwar zu Laktationsbeginn weniger Körperreserven mobilisierten, auf diese aber in späterer Folge während der Weidezeit zurückgriffen (DELABY *et al.*, 2009). Die Reduktion der Kraftfutterergänzung zeigte keinerlei negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit der beiden Rassen, was sich mit den Ergebnissen anderer Autoren deckt (HORAN *et al.*, 2004; DELABY *et al.*, 2009). Auch die Rasse zeigte keinerlei Einfluss auf die Fruchtbarkeit während des Fütterungsversuches. Dies stimmt zwar mit den vergleichbaren ECM-Leistungen und Körperkonditionsverlusten beider Rassen, allerdings nicht unterschiedlichen Selektionsschwerpunkten sowie den Ergebnissen von Studie 1 überein.

Tab. 1: Einfluss der Rasse und des Fütterungsregimes auf Milchleistung, Körperkondition und Fruchtbarkeit (Studie 3).

	BV		HFL		s_e^a	Rasse	P Wert	
	K	L	K	L			FR	Rasse×FR ^b
KF-Verbrauch ^c , kg TM	642	281	593	278	130.9	0.535	<.001	0.556
Laktationslänge, d	309	300	295	286	28.2	0.281	0.363	0.995
ECM-Leistung ^d , kg	6 363	5 643	6 021	5 570	593.8	0.585	0.014	0.505
Lebendmasse, kg	585	593	533	537	38.2	0.006	0.650	0.843
BCS Lak.-Woche 1	3.14	3.28	2.96	3.18	0.281	0.179	0.055	0.596
BCS-Nadir ^e	2.35	2.31	2.34	2.35	0.155	0.850	0.773	0.679
Woche des BCS-Nadir	31	28	26	24	3.8	0.090	0.175	0.680
Besamungsindex, n	1.6	1.4	1.4	1.6	-	0.861	0.893	0.928
Güstzeit, d	79	68	81	78	33.9	0.853	0.055	0.716

^aResidualstandardabweichung, ^bWechselwirkung zwischen Rasse und Fütterungsregime, ^cKraftfutterverbrauch pro Kuh und Laktation, energiekorrigierte Milchleistung, ^dniedrigste Körperkonditionsbeobachtung während der Laktation

Schlussfolgerungen

Das im Vergleich zu HFL stärker auf Milchleistung selektierte BV erbrachte in allen drei Auswertungen höhere Milchleistungen (+1.048, +510 und +207 kg ECM für BV im Vergleich zu HFL). Gleichzeitig war BV auch über alle drei Studien hinweg signifikant schwerer, was in Zusammenhang mit dem stärkeren Selektionsfokus auf Milchleistung und der engen genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Lebendmasse zu sehen ist. Hinsichtlich des Effizienzkriteriums „produzierte Milchmenge pro kg metabolische Lebendmasse“ wurde in keiner der drei Auswertungen ein signifikanter Rassenunterschied festgestellt.

Im Vergleich zu HFL reagierte die Milchleistung von BV sensibler auf Veränderungen der Ergänzungsfütterung was darauf hindeutet, dass BV unter den beschriebenen Versuchsbedingungen nicht in der Lage war sein volles genetisches Milchleistungspotential auszuschöpfen. Diese Beobachtung konnte allerdings nur in Studie 2 statistisch abgesichert werden.

Die höher leistenden und schwereren BV-Tiere zeigten in den Studien 1 und 2 allerdings auch eine deutlich stärkere und länger andauernde Mobilisation von Lebendmasse. Wie Ergebnisse der Literatur sowie der Studie 1 zeigen, kann sich dies negativ auf die Fruchtbarkeit auswirken. Während in Studie 1 HFL hinsichtlich Fruchtbarkeit noch deutlich überlegen war und mit einer mittleren Zwischenkalbezeit von 353 Tagen dem Rhythmus einer saisonalen Abkalbung folgen konnte, wurden in Studie 3 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen oder Fütterungsregimen im Bezug auf die Fruchtbarkeit der Versuchstiere beobachtet. Obwohl die Unterschiede zwischen den Milchzuchtwerten in allen drei Studien annähernd identisch waren (+31, +30 und +31 Punkte für BV im Vergleich zu HFL), könnte die Abnahme der Differenzen in der Milchleistung sowie der Nutzungsdauerzuchtwerte zwischen HFL und BV von Studie 1 bis 3 (-10, -10 und -5 Punkte für BV im Vergleich zu HFL) eine mögliche Erklärung hierfür darstellen. Mit mittleren Güstzeiten von 73 und 79 Tagen bewegten sich in Studie 3 beide Kuhtypen auf einem ausgezeichneten Niveau. Auch wenn die Fruchtbarkeitsergebnisse der beiden Rassen sich je nach Auswertung unterschieden, deuten sie nicht darauf hin, dass in LI-Weidesystemen grundsätzlich mit negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit und Gesundheit der Tiere zu rechnen ist, denn auch in Studie 1 lag die Güstzeit von BV deutlich unter dem Durchschnitt der österreichischen Kontrollkühe.

Aus den vorliegenden Versuchsergebnissen kann keine eindeutige Empfehlung für oder gegen einen der verglichenen Kuhtypen für die alpine Vollweidehaltung gegeben werden. Allerdings kann die um 60 kg niedrigere Lebendmasse von HFL und die damit verbundene geringere Belastung der Grasnarbe speziell auf geneigten Weideflächen von Vorteil sein. Im Bezug auf den Abkalbetermin unter alpinen Bedingungen zeigte sich, dass für Herden mit einem höheren genetischen Leistungspotential bei Abkalbung im Herbst betriebswirtschaftliche Vorteile zu erwarten sind, während es für HFL sinnvoll erscheint die Kostenvorteile der Frühjahrsabkalbung zu nutzen.

Wie bereits in einer Reihe von Studien aus Österreich, Süddeutschland und der Schweiz betont (THOMET *et al.*, 2004; STEINBERGER *et al.*, 2009; STEINWIDDER *et al.*, 2010) unterstreichen auch die hier präsentierten Ergebnisse auf das Potential alpiner Vollweidesysteme. Mit dieser ressourceneffizienten Form der grünlandbasierten Milcherzeugung konnten auch unter alpinen Klimabedingungen Weidegrasanteile von über 50 % der Jahresration erreicht werden, ohne dass negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit und Tiergesundheit der Milchkühe auftraten.

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 und die Betreuung der Versuchstiere. Abschließend danken die Autoren Hannes Roherer für die Unterstützung bei der Erhebung der Daten, sowie Walter Starz und Birgit Fürst-Waltl für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Literatur

- DELABY, L., FAVERDIN, P., MICHEL, G., DISENHAUS, C. and PEYRAUD, J. L. (2009): Effect of different feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows. *animal* 3, 891-905.
- DILLON, P., CROSSE, S., STAKELUM, G. and FLYNN, F. (1995): The effect of calving date and stocking rate on the performance of spring-calving dairy cows. *Grass and Forage Science* 50, 286-299.
- DILLON, P., BUCKLEY, F., O'CONNOR, P., HEGARTY, D. and RATH, M. (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. *Livestock Production Science* 83, 21-33.
- DILLON, P., SNIJDERS, S., BUCKLEY, F., HARRIS, B., O'CONNOR, P. and MEE, J. F. (2003b): A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production: 2. Reproduction and survival. *Livestock Production Science* 83, 35-42.
- EVANS, R. D., WALLACE, M., SHALLOO, L., GARRICK, D. J. and DILLON, P. (2006): Financial implications of recent declines in reproduction and survival of Holstein-Friesian cows in spring-calving Irish dairy herds. *Agricultural Systems* 89, 165-183.
- FRIGGENS, N. C., BRUN-LAFLEUR, L., FAVERDIN, P., SAUVANT, D. and MARTIN, O. (2013): Advances in predicting nutrient partitioning in the dairy cow: recognizing the central role of genotype and its expression through time. *animal* 7, 89-101.
- GARCIA, S. C. and HOLMES, C. W. (2001): Lactation curves of autumn- and spring-calved cows in pasture-based dairy systems. *Livestock Production Science* 68, 189-203.
- HAIGER, A. (2006): Zucht auf hohe Lebensleistung. In 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning, Austria, 1-4.
- HORAN, B., MEE, J. F., RATH, M., O'CONNOR, P. and DILLON, P. (2004): The effect of strain of Holstein-Friesian cows and feed system on reproductive performance in seasonal-calving milk production systems. *Animal Science* 79, 453-468.
- 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., STEINWIDDER, A., STARZ, W., PFISTER, R. und ZOLLITSCH, W. (2014a): Interactions between calving season and cattle breed in a seasonal Alpine organic and low-input dairy system. *Livestock Science* 160, 141-150.
- HORN, M., STEINWIDDER, A., GASTEINER, J., PODSTATZKY, L., HAIGER, A. und ZOLLITSCH, W. (2013): Suitability of different dairy cow types for an Alpine organic and low-input milk production system. *Livestock Science* 153, 135-146.

- HORN, M., STEINWIDDER, A., PFISTER, R., GASTEINER, J., VESTERGAARD, M., LARSEN, T. und ZOLLITSCH, W. (2014b): Do cow types respond differently to a reduction of concentrate supplementation in an Alpine low-input dairy system? *submitted*.
- KENNEDY, J., DILLON, P., DELABY, L., FAVERDIN, P., STAKELUM, G. und RATH, M. (2003): Effect of Genetic Merit and Concentrate Supplementation on Grass Intake and Milk Production with Holstein Friesian Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 86, 610-621.
- STEINBERGER, S., RAUCH, P. und SPIEKERS, H. (2009): Vollweide mit Winterabkalbung. *Schriftenreihe der LfL* 8, 42-47.
- STEINWIDDER, A., SCHNEIDER, M. K., WALCHENDORF, M., STARZ, W. und PÖTSCH, E. M. (2011a): The future of organic grassland farming in mountainous regions of Central Europe. In 16th Symposium of the European Grassland Federation, Irdning, Austria, 286-296.
- STEINWIDDER, A., STARZ, W., PODSTATZKY, L., KIRNER, L., PÖTSCH, E. M., PFISTER, R. und GALLNBÖCK, M. (2010): Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs - Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. *Züchtungskunde* 82, 241-252.
- STEINWIDDER, A., STARZ, W., PODSTATZKY, L., GASTEINER, J., PFISTER, R., ROHRER, H. und GALLNBÖCK, M. (2011b): Einfluss des Abkalbezeitpunktes von Milchkühen auf Produktionsparameter bei Vollweidehaltung im Berggebiet. *Züchtungskunde* 83, 203-215.
- THOMET, P., LEUENBERGER, S. und BLÄTTLER, T. (2004): Projekt Opti-Milch: Produktionspotenzial des Vollweidesystems. *Agrarforschung Schweiz* 11, 336-341.
- THOMET, P., CUTULLIC, E., BISIG, W., WUEST, C., ELSAESSER, M., STEINBERGER, S. und STEINWIDDER, A. (2011): Merits of full grazing systems as a sustainable and efficient milk production strategy. In 16th Symposium of the European Grassland Federation, Irdning, Austria, 273-285.
- VEERKAMP, R. F., SIMM, G. und OLDHAM, J. D. (1994): Effects of interaction between genotype and feeding system on milk production, feed intake, efficiency and body tissue mobilization in dairy cows. *Livestock Production Science* 39, 229-241.
- ZAR (2013): Cattle breeding in Austria 2012. Federation of Austrian Cattle Breeders, Vienna.
- ZUCHTDATA (2013): Zuchtdata Jahresbericht 2013. Zuchtdata EDV-Dienstleistungen GmbH, Vienna.