

Geht es auch ohne? Auswirkungen einer kraftfutterfreien Bio-Milchviehfütterung auf Leistung, Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit

Paul Ertl¹, Wilhelm Knaus¹ & Andreas Steinwider²

¹Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften

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

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Auswirkungen einer kraftfutterfreien Bio-Milchviehfütterung auf die Tiergesundheit, Leistung und Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Dazu wurden Basisdaten von acht biologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben, welche in der Milchviehhaltung kein Kraftfutter einsetzten (KF0), für 2010 und 2011 erhoben und mit den Daten der rund 140 österreichischen Bio-Milchvieh-Arbeitskreisbetriebe verglichen. Die Daten der Arbeitskreisbetriebe wurden dazu nach der Kraftfuttermenge pro Kuh und Jahr in drei Kraftfutterklassen (AK1: bis 975 kg, AK2: 976 - 1.400 kg, AK3: über 1.400 kg) unterteilt. Die ECM-Leistung stieg von 5.093 kg in KF0 auf 6.828 kg in AK3. Die berechnete Grundfutterleistung sank von 5.083 kg in KF0 auf 4.412 kg in AK3. Hinsichtlich Tiergesundheitsdaten, Non-Return-Rate und Besamungsindex gab es keine signifikanten Unterschiede, während die Zwischenkalbezeit in KF0 länger war. Obwohl die Einzeltierleistung in KF0 geringer war, schnitten die KF0-Betriebe bezüglich der direkt-kostenfreien Leistung je Kuh und Jahr nicht schlechter und je kg Milch sogar besser ab.

Abstract

In the present study, basic data was collected from eight organic dairy farms where no concentrates were fed (KF0). This data (from 2010 and 2011) was compared with results from about 140 Austrian organic dairy farms, included in a federal programme. The 140 farms were divided into three groups, depending on the amount of concentrate fed per cow and year (AK1: up to 975 kg, AK2: 976-1,400 kg, AK3: more than 1,400 kg). The ECM yield increased from 5,093 kg in KF0 to 6,828 kg in AK3. Calculated forage milk yield decreased by increasing concentrate supplementation from 5,093 kg (KF0) to 4,412 kg (AK3). Data related to animal health did not significantly differ between the four groups. However, the calving interval was longer in KF0 but the non-return-rate and insemination index were the same. Although milk yield per cow was lowest in KF0, the marginal income per cow was on the same level as in the other groups. The marginal income per kg milk decreased significantly from KF0 in comparison to the other groups.

Einleitung

Das Rind wurde vor allem wegen seiner Fähigkeit, für die menschliche Ernährung nicht verwertbare, rohfaserreiche pflanzliche Produkte in Lebensmittel umwandeln zu können, domestiziert. Der Leistungsanstieg der letzten Jahrzehnte führte allerdings dazu, dass Grundfuttermittel in der Milchviehfütterung nicht mehr ausreichten, um den gesteigerten Nährstoffbedarf zu decken. Die Verfütterung von Getreide an Milchkühe wird sowohl aus tiergesundheitlicher als auch aus wirtschaftlicher Sicht als unumgänglich angesehen (Bauman und Chapper 2013). In Österreich werden auf Biobetrieben derzeit im Durchschnitt über 1.000 kg Kraftfutter je Kuh und Jahr verfüttert. Während Kraftfutter oftmals ergänzt wird, um tiergesundheitlichen Problemen aufgrund einer negativen Energiebilanz vorzubeugen, kann sich ein hoher Kraftfuttereinsatz auch negativ auf verdauungsphysiologische Vorgänge (Stichwort Pansenazidose) auswirken. Haiger (2011) spricht in Zusammenhang mit der widernatürlichen Fütterung bei Wiederkäuern sogar von einer tier-schutzrelevanten Entwicklung. Neben diesen möglichen tiergesundheitlichen Aspekten muss der Kraftfuttereinsatz auch aus Sicht der Lebensmitteleffizienz kritisch betrachtet werden. Während Milchkühe ursprünglich für den Menschen nicht direkt verwertbare, pflanzliche Produkte in Lebensmittel umwandelten, ist es heutzutage zum Teil so, dass in intensiven Milchviehherden mehr Energie und Eiweiß in Form von potentiellen Lebensmitteln an die Tiere verfüttert wird, als sie am Ende erzeugen (Oltjen und Beckett 1996). Im Hinblick auf die steigende Weltbevölkerung stellt sich diesbezüglich die Frage, ob man sich diese Form der Lebensmittelverschwendung in Zukunft leisten können wird (Foley et al. 2011).

Um der Frage einer kraftfutterfreien Milchviehfütterung nachzugehen, wurden vom Bio-Institut des LFZ Raumberg-Gumpenstein im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien die Daten von acht Biobetriebe, die sich entschlossen haben, in der Milchviehfütterung vollständig auf Kraftfutter zu verzichten, analysiert. Es sollten aktuelle Basisdaten erarbeitet und mögliche Effekte des Kraftfutterniveaus auf Leistung, Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit untersucht werden.

Tiere, Material und Methoden

Für die Untersuchung wurden Praxisbetriebe gesucht, die in der Milchviehfütterung über Jahre hinweg kein Kraftfutter (Definition gemäß Bio-Austria Richtlinien) einsetzten, an der Milchleistungskontrolle durch den jeweiligen Landeskontrollverband teilnahmen und bereit waren, zusätzliche Betriebsdaten zur Verfügung zu stellen. Schlussendlich fanden sich acht Betriebe, die diese Anforderungen erfüllten. Die Betriebe verteilten sich auf sechs Bundesländer (2x Tirol, Salzburg, 2x Kärnten, Oberösterreich, Niederösterreich, Steiermark). Fünf dieser acht Betriebe hielten Tiere der Rasse Fleckvieh, zwei Betriebe hielten Holstein und auf einem Betrieb standen Braunviehtiere. Durchschnittlich wurden im Untersuchungszeitraum 23 Milchkühe je Betrieb gehalten. Auf einem Betrieb wurde zum Zeitpunkt der Datenerhebungen Maissilage zugefüttert, alle anderen Betriebe waren reine Grünlandbetriebe, davon setzten fünf überhaupt keine Silage ein. Als Gründe für den Verzicht auf Kraftfutter wurden von den BetriebsleiterInnen vor allem hohe Kraftfuttermkosten, sowie erwartete positive Effekte auf die Tiergesundheit genannt.

Im Zuge von Betriebsbesuchen sowie zusätzlichen telefonischen Abfragen wurden für die Milchwirtschaftsjahre 2010 und 2011 sämtliche Daten erhoben, die für die Berechnungen

nach dem einheitlichen Schema der österreichischen Arbeitskreise Milchproduktion (AKM) benötigt wurden (BMLFUW 2012). Dabei handelt es sich vorwiegend um Produktionsdaten zur Milchviehhaltung, die vom jeweiligen Landeskontrollverband erfasst werden sowie sämtliche Kosten und Leistungen, die direkt in Verbindung mit der Milchproduktion stehen (z.B. Futter-, Einstreu- und Tierarztkosten, Erlöse aus Milch- und Tierverkäufen). Als Vergleichsdaten dienten die Ergebnisse von den rund 140 österreichischen Bio-Milchvieh-Arbeitskreisbetrieben desselben Zeitraums. Zu beachten ist dabei, dass die Arbeitskreisbetriebe nicht dem österreichischen Durchschnittsbetrieb entsprechen, da sie beispielsweise sowohl hinsichtlich der Betriebsgröße, als auch der Einzeltierleistung über dem Mittel liegen (BMLFUW 2012). Für den Vergleich der Ergebnisse der acht Erhebungsbetriebe mit Ergebnissen der Bio-Arbeitskreisbetriebe wurden diese entsprechend dem Kraftfuttereinsatz pro Kuh und Jahr in 3 Gruppen (AK1-AK3) unterteilt (AK1: bis 975 kg, AK2: 976-1.400 kg, AK3: über 1.400 kg Kraftfutter je Kuh und Jahr). Die acht Betriebe ohne Kraftfutter bildeten die Gruppe KF0.

Die gesamten Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.1.3. ausgewertet (Mixed Prozedur, fixe Effekte: Jahr, Kraftfuttergruppe; zufälliger Effekt: Betrieb; für die Auswertungen der wirtschaftlichen Daten wurde der Milchpreis als Regressionsparameter in das Modell integriert). Die Ergebnistabellen zeigen die LS-Means sowie die zugehörigen P-Werte. Ab einem P-Wert von $P \leq 0,05$ wird von einem signifikanten Einfluss der Kraftfuttergruppe ausgegangen. Werte, die innerhalb einer Zeile mit demselben Kleinbuchstaben gekennzeichnet sind, zeigten keinen signifikanten Unterschied. Eine ausführliche Beschreibung der Datenerfassung sowie eine umfangreichere Darstellung der Ergebnisse erfolgten in der Masterarbeit von Ertl (2013).

Ergebnisse

Da auf den KF0-Betrieben zum Teil Kraftfutter als Lockfutter eingesetzt wurde, ergab sich auch für die Gruppe KF0 ein geringer „Kraftfuttereinsatz“ von 1 g/kg Milch (Tabelle 1). Von Gruppe AK1 bis AK3 stieg der KF-Einsatz von 124 über 189 auf 245 g/kg Milch an. Je Kuh bedeutete dies im Durchschnitt einen Kraftfuttereinsatz von 7 kg (KF0), 710 kg, 1.237 kg und 1.657 kg (AK3) pro Jahr. Die Kraftfutterkosten betragen jährlich zwischen 17,1 (KF0) und 591,6 Euro (AK3) pro Kuh. Die jährliche, energiekorrigierte Milchleistung (ECM) je Kuh stieg von 5.093 kg in der Gruppe KF0 auf 6.824 kg in AK3 signifikant an. Lässt man dabei Effektvermischungen sowie den Effekt der Grundfutterverdrängung unberücksichtigt, ergibt sich daraus folgend eine Steigerung der Milchleistung von rund 1,1 kg je zusätzlich gefüttertem kg Kraftfutter. Die berechnete Grundfutterleistung je Tier sank mit steigendem Kraftfutterniveau von 5.083 kg (KF0) auf 4.413 kg (AK3). Das Kraftfutterniveau hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Milchfettgehalt während der Eiweißgehalt in KF0 leicht niedriger war. Die Lebensleistung der abgegangenen Tiere unterschied sich nicht zwischen den KF0-Betrieben und den Vergleichsbetrieben der Arbeitskreise. Berechnet man die Grundfutterlebensleistung der Abgangskühe, so zeigt sich, dass diese auf den KF0-Betrieben deutlich höher lag, als auf den AKM-Betrieben. Bei einer kraftfutterfreien Fütterung produzieren die Kühe demnach im Laufe ihres Lebens mehr Milch aus dem Grundfutter.

Tab. 1: Betriebs- und Leistungsdaten

	KF0	AK1	AK2	AK3	P-Wert
Kuhzahl, n	23,0	26,1	26,6	26,8	0,829
ECM, kg je Kuh u. Jahr	5.093 ^a	5.813 ^a	6.597 ^b	6.824 ^b	<0,001
Fett, %	4,07	4,11	4,14	4,12	0,461
Eiweiß, %	3,27 ^{ab}	3,30 ^a	3,33 ^{ab}	3,34 ^b	0,014
Kraftfutter, g/kg Milch ¹⁾	1 ^a	124 ^b	189 ^c	245 ^d	<0,001
KF-Kosten, Euro/Kuh u. Jahr	17,1 ^a	277,6 ^b	471,9 ^c	591,6 ^d	<0,001
errechnete ECM aus Grundfutter, kg je Kuh u. Jahr ²⁾	5.083 ^{ab}	4.674 ^{ab}	4.750 ^a	4.413 ^b	<0,001
Durchschnittsalter der Tiere an einem Stichtag, Jahre	5,72 ^{ab}	5,55 ^b	5,44 ^b	5,22 ^a	0,003
Lebensleistung der abgegangenen Kühe, kg	27.100 ^{ab}	22.043 ^b	24.698 ^{ab}	28.464 ^a	0,017
errechnete Grundfutterlebensleistung der Abgangskühe, kg	27.035 ^a	18.011 ^b	18.210 ^b	18.294 ^b	0,024
Gesamtzuchtwert der eingesetzten Väter	107 ^a	120 ^b	122 ^{bc}	123 ^c	<0,001

¹⁾geringe Menge auch bei KF0 – Betrieben, da teilweise als Lockfutter eingesetzt, ²⁾errechnete Grundfutterleistung = ECM-Leistung abzüglich ECM-Leistung aus Kraftfutter; ECM-Leistung aus Kraftfutter: 1,5 kg ECM je 7,0 MJ NEL-Aufnahme aus Kraftfutter (entsprechend AK-Milch-Beratung in Österreich)

Die Gruppendifferenzen hinsichtlich der finanziellen Ausgaben für Tiergesundheit je kg produzierter Milch lagen an der Signifikanzgrenze ($P=0,051$) (Tabelle 2). Die jährlichen Tiergesundheitskosten je Kuh waren in den Gruppen AK2 (74 Euro) und AK3 (71 Euro) signifikant über KF0 (26 Euro). Die in Gruppe KF0 nominell günstigeren Werte für die Non-Return-Rate und den Besamungsindex unterschieden sich, ebenso wie die höheren Zellzahlwerte der KF0-Gruppe, nicht signifikant von den Werten der anderen Gruppen. Demgegenüber verkürzten sich die Zwischenkalbezeit und die Serviceperiode von Gruppe KF0 bis AK3 ($P=0,026$ bzw. $P=0,035$). Die direktkostenfreien Leistungen je kg Milch waren in der Gruppe KF0 signifikant höher als in den Vergleichsgruppen. Da die Milchleistung von KF0 bis AK3 anstieg ($P<0,001$), gab es hinsichtlich der direktkostenfreien Leistungen je Kuh und Jahr keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (Abbildung 1).

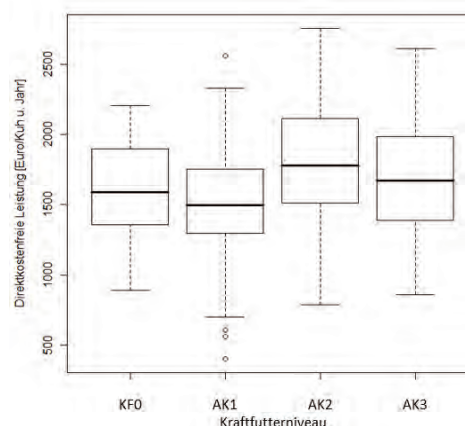


Abb.1 Direktkostenfreie Leistung je Kuh und Jahr (Erklärung: die waagerechte schwarze Linie entspricht dem Median, die Boxen über- bzw. unterhalb des Medians stellen jeweils 25 % der Werte dar)

Tab. 2: Daten zur Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und Ökonomie

	KF0	AK1	AK2	AK3	P-Wert
Tiergesundheitskosten, Cent/kg Milch	0,51	1,05	1,13	1,06	0,051
Tiergesundheitskosten, Euro/Kuh	26,2 ^a	59,3 ^{ab}	73,8 ^c	71,1 ^{bc}	0,001
Non-Return-Rate 90, % ¹⁾	71,0	61,4	60,8	61,3	0,176
Besamungsindex, n	1,52	1,60	1,62	1,60	0,800
Zellzahl, 1.000/ml Milch	230	190	168	184	0,067
Zwischenkalbezeit, Tage	410 ^a	396 ^{ab}	393 ^{ab}	387 ^b	0,026
Serviceperiode, Tage	122 ^a	103 ^{ab}	107 ^{ab}	98 ^b	0,035
KF-Kosten, Euro/Kuh u. Jahr	17,1 ^a	277,6 ^b	471,9 ^c	591,6 ^d	<0,001
Direktkostenfreie Leistung, Cent/kg Milch	31,2 ^a	27,5 ^b	25,7 ^c	24,7 ^c	<0,001
Direktkostenfreie Leistung, Euro/Kuh u. Jahr	1.604	1.576	1.694	1.678	0,092

¹⁾ Non-Return-Rate 90: Prozentsatz jener Kühe, bei denen bis zum 90. Tag nach der ersten Belegung keine weitere Belegung erfolgte

Diskussion und Schlussfolgerungen

Aufgrund des geringeren Stichprobenumfanges in KF0 waren numerisch größere Differenzen zwischen KF0 und den Vergleichsgruppen teilweise nicht signifikant (vgl. Eiweißgehalt). Zudem muss bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden, dass es sich dabei nicht um Daten aus Exaktversuchen handelt, wodurch beispielsweise eine Vermischung von Effekten (z.B. „Management“ und „Kraftfuttereinsatz“) nicht ausgeschlossen werden kann. Aufgrund der ähnlichen Rassenverteilung in den jeweiligen KF-Gruppen waren diesbezüglich keine entscheidenden Einflüsse zu erwarten. Im Durchschnitt lag die Milchleistung der Kühe der KF0-Betriebe bei 5.093 kg ECM. Dabei handelt es sich um die tatsächlich produzierte Milchmenge (errechnet aus abgelieferter Molkereimilch plus Eigenverbrauch, Verlust- und Futtermilch). Die tatsächlich produzierte Milchmenge liegt meist etwas unter dem LKV – Milchleistungsniveau. Das Ergebnis deckt sich in etwa mit den Daten aus bisherigen Versuchen zu dieser Thematik (Gruber et al. 1998, Knaus und Haiger 2010) und zeigt damit das Potenzial von Milchproduktion aus Grundfutter in der Praxis. Der Rückgang der errechneten Grundfutterleistung bei zunehmendem Kraftfuttereinsatz kann einerseits auf die zunehmende Grundfutterverdrängung zurückgeführt werden (Kirchgeßner et al. 2008, Spiekers et al. 2009), andererseits kann dies aber auch durch die Berechnungsmethode bei den AKM-Auswertungen bedingt sein. Dabei wird die Grundfutterleistung berechnet, indem von der Gesamtmilchproduktion die angenommene produzierte Milchmenge aus dem Kraftfutter (1,5 kg ECM je 7,0 MJ NEL-Aufnahme aus dem Kraftfutter) abgezogen wird (BMLFUW 2012). In der Praxis ist die Kraftfuttereffizienz allerdings sehr variabel und teilweise nachweislich geringer (Haiger u. Sölkner 1995; Gruber et al. 1998), weshalb es zu einer Unterschätzung der Grundfutterleistung bei hohem Kraftfuttereinsatz kommen kann.

Bei den Daten zur Tiergesundheit fiel die KF0-Gruppe nicht von den Vergleichsgruppen ab, bei den Tiergesundheitskosten je Kuh und Jahr schnitten die Betriebe der KF0-Gruppe im Mittel besser ab. Einer der Hauptgründe dafür dürfte das geringere Leistungsniveau sein, denn bereits bei früheren Auswertungen von Praxisbetrieben zeigten Betriebe mit einem geringeren Leistungsniveau weniger tierärztliche Behandlungen (Hardeng und Edge 2001). Es kann davon ausgegangen werden, dass geringer leistende Tiere mehr Möglichkeiten haben, eine rein rechnerisch nicht optimale Fütterung auszugleichen als Hochleistungstiere. Darauf lassen auch die Auswertungen über den Verlauf der Laktationskurven schließen. Bei den Tieren der KF0-Betriebe zeigen die Laktationskurven keinen starken Anstieg zu Beginn der Laktation. Kühe können demnach ihre Milchleistung an das verfügbare Nährstoffangebot anpassen und es kommt dadurch auch bei einem Kraftfutterverzicht zu Beginn der Laktation, trotz einer negativen Energiebilanz, nicht vermehrt zu physiologischen Problemen.

Hinsichtlich der Fruchtbarkeitsparameter wiesen die Kühe der KF0-Gruppe eine signifikant längere Serviceperiode und Zwischenkalbezeit auf. Neben dem Einfluss des Managements (bewusst spätere Belegung auf zwei KF0-Betrieben) weist eine verlängerte Zwischenkalbezeit aber auch auf eine eventuell verzögerte oder abgeschwächte Brunst zu Beginn der Laktation bei den KF0-Tieren hin. Hinsichtlich der Non-Return-Rate und des Besamungsindex gibt es zwischen den Vergleichsgruppen allerdings keine relevanten Unterschiede.

Obwohl die Einzeltierleistung in KF0 deutlich geringer war als in den Vergleichsgruppen, schnitten die KF0-Betriebe in der direktkostenfreien Leistung je Kuh und Jahr nicht schlechter und in der direktkostenfreien Leistung je kg Milch signifikant besser ab. Dies ist vor allem auf die hohen Ersparnisse für Kraftfutter zurückzuführen. Die Betriebe der KF0-Gruppe hatten im Vergleich zu den AK3-Betrieben mehr als 8 Cent je kg Milch weniger Kosten für Kraftfutter, während die Grundfutterkosten auf den KF0 Betrieben nur um rund 1 Cent je kg Milch höher lagen. Die häufig angenommene Rechnung, dass Einkommen gleich Milchmenge mal Milchpreis ist, ist demnach viel zu einfach gefasst und nicht zulässig. Der wirtschaftliche Erfolg eines Milchviehbetriebes hängt weniger von der Milchleistung ab, sondern vielmehr vom gesamten Betriebskonzept. Ein konsequent umgesetztes Low-Input System kann, trotz deutlich geringeren Milchleistungen, denselben wirtschaftlichen Erfolg wie ein intensives Milchproduktionssystem mit hohen Leistungen erzielen. Entscheidend ist, dass das jeweilige Konzept am Betrieb stimmig und optimal auf die Betriebsbedingungen ausgerichtet ist. So zeigt sich zum Beispiel, dass die KF0-Betriebe auch bei der Stierauswahl (GZW der eingesetzten Stiere =107) einen anderen Weg gehen als die Betriebe der anderen Gruppen (GZW >120). Ob eine kraftfutterfreie Fütterung auch mit sehr stark auf Leistung gezüchteten Tieren möglich ist, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht beantwortet werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigten aber, dass biologische Milchviehhaltung mit entsprechenden Tieren, ausreichend und qualitativ hochwertigem Grundfutter sowie gutem Management auch ohne Kraftfuttereinsatz wirtschaftlich ist, und keine negativen Auswirkungen auf die Tiergesundheit zu erwarten sind.

Literaturverzeichnis

Bauman, D. E. und Capper, J. L. 2013: The Role of Productivity in Improving the Environmental Sustainability of Ruminant Production Systems. *Annual Review of Animal Biosciences* 1, 469–489.

BMLFUW, 2012: Milchproduktion 2011. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen Milchproduktion in Österreich. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. 56 S.

Ertl, P., 2013: Biologische Milchviehhaltung ohne Kraftfüttereinsatz – Auswirkungen auf Tiergesundheit, Leistung und Wirtschaftlichkeit. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien, Wien. 76 S.

Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, N., D. Mueller, O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Seehan, J., Siebert, S., Tilman, D. und Zaks, P.M., 2011: Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342.

Gruber, L., Steinwender, R. und Baumgartner, W., 1998: Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfütterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. In: Gruber, L. (Hrsg.): Einfluss der Qualität und Zusammensetzung des Grundfutters und des Kraftfütterniveaus auf die Futteraufnahme, Leistung und Nährstoffausscheidung von Milchkühen. Habilitationsschrift. Universität für Bodenkultur, Wien.

Haiger, A., 2011: Milchkühe zwischen Markt und Biologie. *Der Alm- und Bergbauer* 12, 12–15.

Haiger, A. und Sölkner, J., 1995: Der Einfluss verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. *Züchtungskunde* 67, 263 – 273.

Hardeng, F. und Edge, V. L., 2001: Mastitis, ketosis and milk fever in 31 organic and 93 conventional Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science* 84, 2673–2679.

Kirchgeßner, M., Roth, F. X., Schwarz, F. J. und Stangl, G. I., 2008: Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 12. Auflage. 635 S.

Knaus, W. und Haiger, A., 2010: Vergleich von Fleckvieh mit Holstein Friesian in der Milcherzeugung ohne Kraftfutter und in der Stiermast. *Züchtungskunde* 82, 131–143.

Oltjen, J. W. und Beckett, J. L., 1996: Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. *Journal of Animal Science* 74, 1406–1409.

Spiekers, H., Nußbaum, H. und Potthast, V., 2009: Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 5. Auflage. 576 S.