

# Erarbeitung von Differenzierungsmerkmalen von Wiesenmilch: Einfluss der wiesenfutterbasierten Fütterung auf die Milchzusammensetzung und die Futterautonomie

Sutter, M.<sup>1</sup>, Bär, C.<sup>2</sup>, Egger, C.<sup>2</sup>, Portmann, R.<sup>2</sup>, Bisig, W.<sup>2</sup> und Reidy, B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hochschule für Agrar- Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL)  
3052 Zollikofen (Schweiz)

<sup>2</sup> Agroscope Methodenentwicklung und Analytik  
3003 Bern (Schweiz)

[beat.reidy@bfh.ch](mailto:beat.reidy@bfh.ch)

## Einleitung und Problemstellung

Vor allem in Regionen, in denen aufgrund klimatischer und topographischer Einschränkungen fast ausschliesslich eine reine Graswirtschaft betrieben werden kann, weisen wiesenfutterbasierte Milchproduktionssysteme eine Reihe von wichtigen positiven Eigenschaften auf. Eine hohe Milchleistung aus dem Wiesenfutter führt potenziell zu niedrigeren Produktionskosten (Gazzarin *et al.* 2011), weist ökologische Vorteile auf (Spiertz und Ewert 2009, Sutter *et al.* 2013, van Zanten *et al.* 2016) und hat das Potenzial auf dem Markt einen Mehrwert für die Produzenten zu generieren (Weinrich *et al.* 2014).

In der Schweiz versucht die bäuerliche Produzentenorganisation IP-SUISSE seit einigen Jahren mit dem Label „Wiesenmilch“ diese Vorteile mit einem Mehrwert zu vermarkten. Nebst den gesamtbetrieblichen IP-SUISSE Grundanforderungen und den allgemeinen Labelanforderungen müssen für die Produktion von Wiesenmilch auf Basis von zehn spezifischen „Wiesenmilch“-Indikatoren verschiedene Auflagen in Bezug auf die Weidehaltung, den Wiesenfutteranteil, den Anteil an betriebseigenem Wiesenfutter, den Einsatz an Kraftfutter (Menge, Verbot von Soja) bis hin zu einer artgerechten Haltung der Milchkühe erreicht werden (IP-Suisse 2015).

Voraussetzung für eine Realisierung des Mehrwertes ist aber, dass sich die Milch durch eindeutige und von den Konsumenten akzeptierte Kriterien differenzieren lässt. In der vorliegenden Studie wurde deshalb versucht, auf Basis von möglichen Unterschieden in den Milchinhaltstoffen und produktionstechnischen Parametern, Differenzierungsmerkmale für die „Wiesenmilch“ zu erarbeiten. Damit soll eine eindeutige Abgrenzung von „Wiesenmilch“ von Milch aus kraftfutterbetonten Systemen ermöglicht werden.

## Material und Methoden

Um Differenzierungsmerkmale für „Wiesenmilch“ zu erarbeiten wurde im Rahmen eines mehrjährigen Projektes untersucht, wie stark der Einfluss des Fütterungssystems auf die Milchzusammensetzung und die Futterautonomie ist. Dazu wurde während des Jahres 2014 auf zwölf verschiedenen Betrieben mit unterschiedlichen Wiesenfutteranteilen in der Ration die Fettsäuren- und Proteinzusammensetzung von monatlich gezogenen Tankmilchproben analysiert (n=144). Die zwölf Betriebe wurden in vier Fütterungssysteme mit je drei Betrieben aufgeteilt: *Wiesenfutter hoch*, *Wiesenfutter hoch & silofrei*, *Wiesenfutter mittel* und *Mais & Kraftfutter hoch*.

Die Bestimmung von siebzig Fettsäuren (C4-C22, inkl. CLA-Isomere, langkettige Omega-3- und verzweigtkettige Fettsäuren) geschah mittels hochauflösender Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS). Für die simultane Quantifizierung zwanzig verschiedener Milchproteine der drei Hauptklassen (Mathis *et al.* 2012) wurde im Rahmen des Projektes eine auf Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie (LC-MS) basierende Methode entwickelt.

Alle Kaseine (alpha-S1; alpha-S2, beta- und κ-Kasein), Lipoproteinlipase (LPL), fünf wichtige Molkenproteine (beta-Lactoglobulin, alpha-Lactalbumin, Lactoferrin, Bovines Serum Albumin und Lactoperoxidase) und die bekanntesten Fettkügelchen-Membran-assoziierten Proteine (Lactadherin, Butyrophilin, Adipophilin, Xanthine Dehydrogenase/Oxidase, Fatty acid synthase, Fatty acid-binding protein, Glycoprotein 2, Platelet glycoprotein 4, Proteose peptone 3, und Polymeric immunoglobulin receptor) wurden simultan quantifiziert.

Für die Erhebung der produktionstechnischen Parameter wurden Angaben der Zuchtverbände (z.B. Milchleistung, Gehalte, Kalbedaten) sowie der Tierverkehrsdatenbank (TVD) verwendet. Mit Hilfe dieser Daten konnte sowohl die Anzahl Milchkühe, als auch die produzierte Milchmenge und der Verzehr *ex-post* berechnet werden. Im Rahmen der Datenerhebung auf den Betrieben wurde die Rationszusammensetzung, die Haltungsform der Kühe, das Weidemanagement und die Qualität und Herkunft der Futtermittel erfasst. Mit Hilfe der vorhandenen Daten der Zuchtverbände und der TVD konnten die Futterrationen plausibilisiert werden (Bilanz Bedarf/Angebot Futterenergie und Futterprotein; Cutullic *et al.* 2012).

Für die Berechnung der Herkunft der Futtermittel wurde zwischen betriebseigenen und zugekauften Futtermitteln differenziert. Für betriebseigene Futtermittel wurde standardmässig mit einer Distanz von null Kilometern gerechnet. Bei den zugekauften Einzelfuttermitteln wie zum Beispiel Zuckerrübenschnitzel wurde die effektive Distanz zur nächsten Zuckerrübenfabrik erfasst. Bei Futtermitteln, welche aus der Schweiz, aber auch aus dem Ausland stammen, wurden die Anteile des jeweiligen Herkunftslandes aufgrund der Schweizer Futtermittelimportstatistik berechnet. Um die Herkunft der Mischfutter zu definieren, wurden diese aufgrund des Energie- und Proteingehaltes gruppiert. Im Anschluss wurden Standardformulierungen, mit den mengenmässig wichtigsten Einzelfuttermitteln in Abhängigkeit des Energie- und Proteingehaltes, gemacht. Somit konnte die Herkunft der Mischfuttermittel analog der Distanzberechnung der Einzelfuttermittel bestimmt werden. Beim verwendeten statistischen Modell zur Analyse der Milchhaltsstoffe handelt es sich um ein lineares gemischtes Effekte-Modell, welches mit der Software R berechnet wurde (R Core Team 2017). Die Kombination Monat und Jahr ist als fixer Effekt und der Betrieb als zufälliger Effekt im Modell intergriert worden.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Herden der untersuchten Milchen unterscheiden sich deutlich in der Grösse und der Milchleistung. Die Milchkuhherden des Fütterungssystemes *Mais & Kraftfutter hoch* produzierten pro Kuh und Tag 31,5 kg energiekorrigierte Milch (ECM) gegenüber den Herden aus dem System *Wiesenfutter hoch* mit 20.4 kg ECM pro Kuh & Tag (Tabelle 1).

Tabelle 1: Produktionsparameter (Mittelwert & Standardabweichung) der vier Fütterungssysteme für das Jahr 2014

Parameter	Wiesenfutter hoch	Wiesenfutter hoch & silofrei	Wiesenfutter mittel	Mais & Kraftfutter hoch
Anzahl Kühe in Laktation	19 ± 4	22 ± 7	38 ± 13	54 ± 1.9
Milchmenge pro Kuh & Tag [kg ECM]	20.4 ± 2.6	25.2 ± 2.9	26.3 ± 6	31.5 ± 1.9
Wiesenfutter insgesamt [%]	90 ± 11	73 ± 20	55 ± 15	40 ± 7
Wiesenfutter frisch [%]	54 ± 16	35 ± 19	13 ± 6	6 ± 5
Ganzpflanzenmais [%]	3 ± 5	13 ± 14	29 ± 11	35 ± 3
Kraftfutter [%]	7 ± 6	11 ± 4	12 ± 4	23 ± 2

Weiter war die Herdengrösse von *Mais & Kraftfutter hoch* fast dreimal grösser als von der Gruppe *Wiesenfutter hoch*. Die Anteile an Wiesenfutter, Kraftfutter und Ganzpflanzenmais unterschieden sich zwischen den Fütterungssystemen wesentlich.

Der Wiesenfutteranteil sank vom System *Wiesenfutter hoch* zu *Mais & Kraftfutter hoch* von 90 % auf 40 %, wobei der Rückgang im Wesentlichen durch eine Erhöhung des Ganzpflanzenmais- und Kraftfutteranteils kompensiert wurde.

Dabei wiesen die Betriebe der Fütterungssysteme *Wiesenfutter hoch*, *Wiesenfutter hoch & silofrei* und *Wiesenfutter mittel* mit rund 40 % vergleichbar hohe Anteil an konserviertem Wiesenfutter in der Ration auf. Die Unterschiede des Wiesenfutteranteils zwischen diesen drei Systemen sind somit vorwiegend auf die Verfütterung von frischem Wiesenfutter zurückzuführen.

Mit zunehmendem Anteil Wiesenfutter in der Ration steigt der Anteil des betriebseigenen Futters (Futterautonomie) in der Ration (Anteil Trockenmasse (TM) an der Gesamtration).

Aufgrund der hohen Kraftfuttermengen der Betriebe *Mais & Kraftfutter hoch* weist diese Gruppe auch den höchsten Anteil betriebsfremder bzw. ausländischer Futtermittel auf (Abbildung 1).

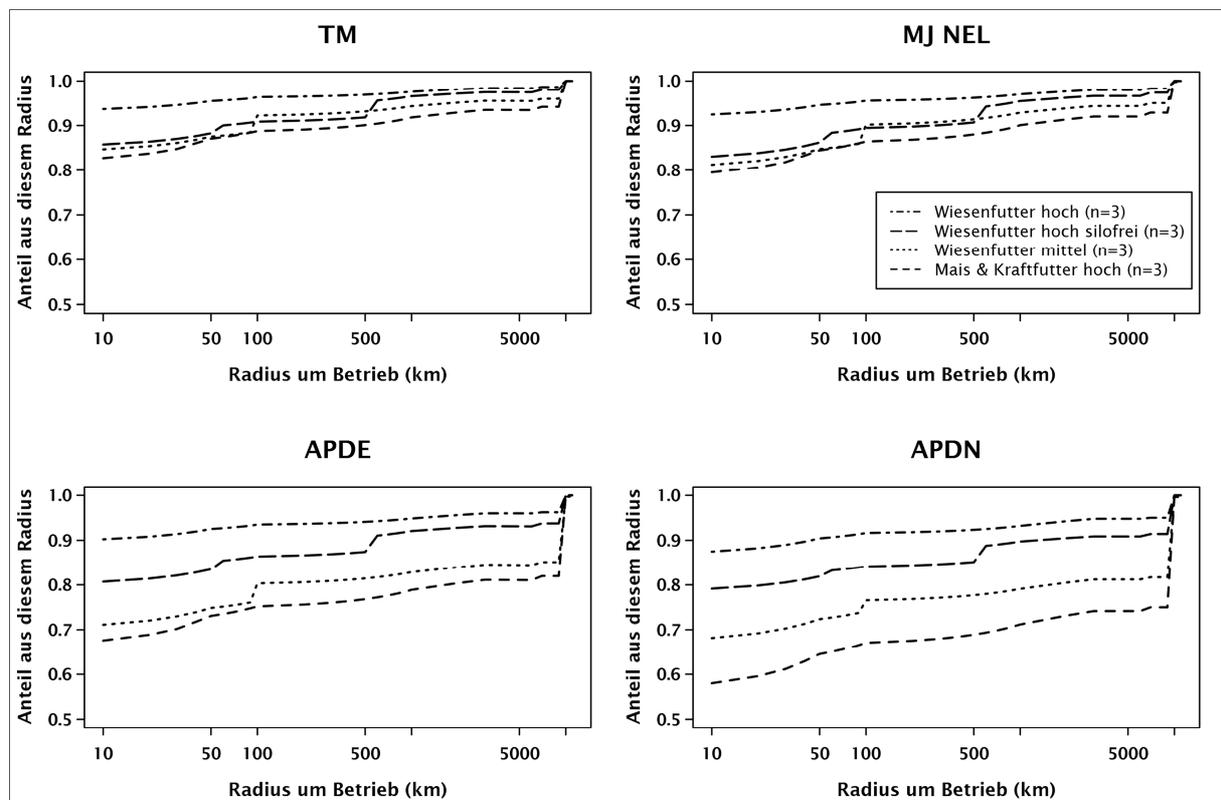


Abbildung 1: Futterautonomie der Gesamtration im Mittel der vier Fütterungssysteme. Die Grafiken zeigen den Anteil an TM, MJ NEL, APDE und APDN der Gesamtration der Milchkühe, welche aus dem entsprechenden Radius um den Betrieb stammen (logarithmische Skala)

- TM = Trockenmasse
- MJ NEL = Megajoul Netto-Energie-Laktation
- APDE = Absorbierbares Protein, das aufgrund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann
- APDN = Absorbierb. Protein im Darm, das aufgrund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann

Dabei handelt es sich vorwiegend um Proteinträger, welche zu einem grossen Teil aus Übersee kommen (Sojaschrot, Radius 10'000 km). Deshalb ist der Unterschied zwischen der Fütterungsgruppe *Mais & Kraftfutter hoch* und *Wiesenfutter hoch* bei der betriebseigenen Versorgung mit Futterprotein (APDE & APDN) noch deutlicher zu erkennen als auf Basis der Energie (MJ NEL). Die Ergebnisse der Hofmilchanalysen der zwölf untersuchten Betriebe zeigen deutliche Unterschiede in bestimmten Fettsäuren.

Unter anderem weist die Milch der Betriebe mit einem hohen Anteil Wiesenfutter in der Ration einen deutlich höheren Omega-3-Gehalt pro 100 g Milchfett auf, als Milch von Betrieben mit einem mittleren Anteil Wiesenfutter (*Wiesenfutter mittel*) oder einem hohen Anteil Mais & Kraftfutter (*Mais & Kraftfutter hoch*). Es zeigt sich, dass Betriebe mit einem hohen Anteil Wiesenfutter (*Wiesenfutter hoch*) und keiner Zufütterung von Ganzpflanzenmais höhere Schwankungen im Gehalt der Omega-3-Fettsäuren im Jahresverlauf haben, als die übrigen Betriebe.

Die Betriebe mit einem hohen Wiesenfutteranteil (*Wiesenfutter hoch*) weisen im Jahresverlauf zwischen zwei- bis dreimal so hohe Omega-3-Fettsäuregehalte auf, als die Betriebe mit einem hohen Mais- & Kraftfutteranteil (*Mais & Kraftfutter hoch*) in der Ration. Die Unterschiede zwischen den Fütterungssystemen waren in den Monaten September, Oktober und November am größten.

Aufgrund der umfassenden Datenerhebung im Rahmen dieses Projektes und den Resultaten eines Vorprojektes aus dem Jahre 2011/2012 war es möglich ein statistisches Modell zu entwickeln, aufgrund dessen der Einfluss einzelner Futtermittel auf die Milchhaltsstoffe quantifiziert werden konnte.

Gemäss dem Modell führt eine Erhöhung des Wiesenfutteranteils in der Ration von laktierenden Milchkühen um 10 % zu einer Steigerung des Omega-3-Fettsäuregehaltes um 0,103 Gramm pro 100 g Milchfett (lineares gemischte-Effekte-Modell, Standardfehler: 0,012 Gramm pro 100 g Milchfett) und bei konjugierter Linolsäure (CLA) zu 0,054 Gramm pro 100 g Milchfett (lineares gemischte-Effekte-Modell, Standardfehler: 0,006 Gramm pro 100 g Milchfett).

Der Zusammenhang zwischen dem Wiesenfutteranteil der Ration und dem Gehalt an Omega-3-Fettsäuren und CLA wurde unter anderem durch Couvreur *et al.* (2006), Dewhurst *et al.* (2006) und Wyss *et al.* (2011) bestätigt. Insbesondere Wyss *et al.* (2011) konnten vergleichbar hohe Gehalte bei hohen Wiesenfutteranteilen feststellen.

Exemplarisch für die Gehalte der Kaseine werden die Resultate für  $\alpha_{s2}$ -Kasein dargestellt, eine der Hauptkomponenten des Milchproteins (ca. 9 % des Proteins; Kukovics und Németh 2013). Die Resultate der vier Fütterungsgruppen wiesen einen sehr ähnlichen Jahresverlauf des  $\alpha_{s2}$ -Kaseins auf und unterscheiden sich nur gering (Abbildung 2).

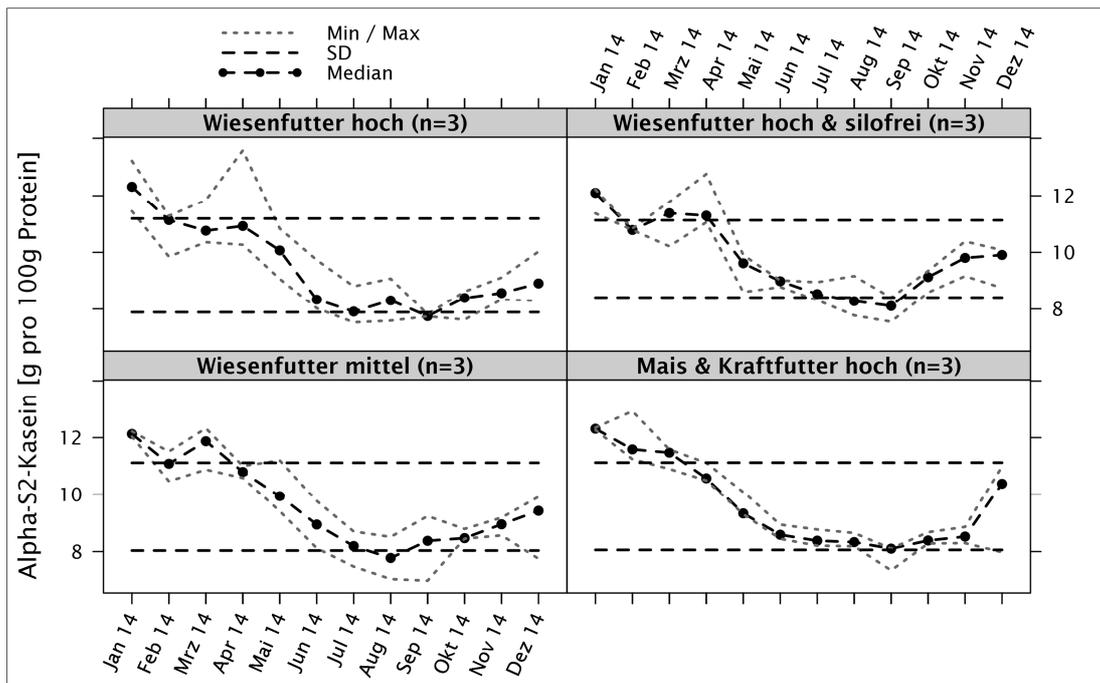


Abbildung 2: Gehalt an  $\alpha_{s2}$ -Kasein im Protein von Milch der vier verschiedenen Fütterungssysteme im Jahresverlauf 2014 (SD = Standardabweichung)

Die Mediane zwischen den Milchen lagen sehr nahe beieinander und der Jahresverlauf des  $\alpha_{s2}$ -Kaseins unterschied sich wenig. So konnte bei allen Fütterungssystemen tiefe Werte im Spätsommer und Herbst und hohe Werte in der zweiten Hälfte des Winters (Januar, Februar und März) gemessen werden. Zu vergleichbaren Resultaten bei einer grösseren Herde, jedoch einheitlicher Fütterung kamen auch Bernabucci *et al.* (2015). Die erstmals festgestellte saisonale Veränderung des  $\alpha_{s2}$ -Kaseinanteils am Gesamtprotein in Milchen von Betrieben mit unterschiedlicher Fütterung ist bedeutend und kann technologische Auswirkungen haben.

Vom Frühjahr bis in den Herbst nahm der Gehalt an Kasein in der Milch ab, bevor er Ende des Jahres wieder ansteigt. Der Rückgang der Kaseine wird zum Teil von den Molkenproteinen kompensiert. Mit den vorhandenen Auswertungen ist es jedoch nicht möglich, den Rückgang der Kaseine vollständig zu erklären.

Bei den untersuchten Molkenproteinen ist das Bild differenzierter. So ist der Jahresverlauf des Anteils am Gesamtprotein bei einigen Molkenproteinen zwischen den Fütterungsgruppen weniger einheitlich als bei den Kaseinen.

Für das Protein Lactoferrin, wo der Unterschied im Jahresverlauf zwischen den Gruppen am stärksten ausfällt, konnte für die Gruppe *Mais & Krafftfutter hoch* ein ziemlich konstanter Anteil an Lactoferrin im Gesamtprotein gemessen werden, während bei den anderen Gruppen mit mehr Wiesenfutter der Lactoferrin-Anteil im Winter höher als im Sommer war.

Auf Basis der erarbeiteten Resultate aus der Proteinanalyse scheint es schwierig, eindeutige Differenzierungsmerkmale für die Wiesenmilch abzuleiten (vgl. Abbildung 2). Die im Rahmen der Auswertung verwendeten Futtermittelkategorien wiesen keinen signifikanten Einfluss auf den Gehalt der einzelnen Proteine aus. Es muss davon ausgegangen werden, dass andere Faktoren wie z.B. die Jahreszeit einen stärkeren Einfluss als die Rationszusammensetzung haben.

Die Untersuchung der 20 Einzelproteine im Jahresverlauf wurde erstmals durchgeführt und ist in Bezug auf die Gerinnungseigenschaften der Milch, der Käseausbeute und der Variabilität von Milchprodukten von technologischem und milchwirtschaftlichem Interesse. Im Rahmen der Auswertung konnte kein Einfluss der Rasse auf die Zusammensetzung der untersuchten Proteine festgestellt werden. Jedoch konnten leicht höhere Gesamtprotein- und  $\kappa$ -Kaseingehalte bei den Betrieben mit Kühen der Rasse Braunvieh (Betriebe der Gruppe *Wiesenfutter hoch*) und Simmental (ein Betrieb, Gruppe *Wiesenfutter hoch silofrei*) festgestellt werden. Mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse (PCA) konnte ebenfalls kein eindeutiger Einfluss des Laktationsstadiums auf die Proteinzusammensetzung festgestellt werden.

### **Schlussfolgerungen**

Die Milchkuhherden der am Projekt beteiligten Betriebe zeigten deutliche Unterschiede in Bezug auf die Rationszusammensetzung. Nebst dem starken Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung der Milch ergeben sich dadurch auch Konsequenzen für die Futterautonomie der Betriebe. Die Höhe des Wiesenfutteranteils der Ration steht dabei in einem positiven Zusammenhang mit der Menge an verfüttertem betriebseigenem Futter. Betriebe mit hohen Mais- und Krafftfutteranteilen sind verstärkt abhängig von betriebsfremden Energie- und Eiweissträgern. Zudem weisen sie tiefere Anteile an Weidefutter auf. Erstmals konnte der Einfluss des Wiesenfutteranteils auf bestimmte, ernährungsphysiologisch wertvolle Fettsäuren detailliert quantifiziert werden. In einem Folgeprojekt soll deshalb untersucht werden, inwiefern eine Differenzierung von Wiesenmilch auf Basis einer routinemässigen Gehaltsbestimmung der ungesättigten Fettsäuren mittels NIR-Analytik möglich ist.

## Literatur

- Bernabucci, U., Basiricò, L., Morera, P., Dipasquale, D., Vitali, A., Piccioli Cappelli, F. und Calamari L. (2015): Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 98 (3), 1815–1827.
- Couvreur, S., Hurtaud, C., Lopez, C., Delaby, L. und Peyraud J.L. (2006): The Linear Relationship Between the Proportion of Fresh Grass in the Cow Diet, Milk Fatty Acid Composition, and Butter Properties. *Journal of Dairy Science*, 89 (6), 1956–1969.
- Cutullic, E., Chevalley, S., Thomet, P. und Piccand, V. (2012): Etat des lieux sur l'affouragement des vaches laitières. Enquêtes sur les exploitations en lait de centrale de Prolait, unveröffentlicht. Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires, Zollikofen, 38 S.
- Dewhurst, R.J., Shingfield, K.J., (Lee, M.R.F.) und Scollan, N.D. (2006): Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. Special Issue: Modifying Milk Composition, 131 (3–4), 168–206.
- Gazzarin, C., Frey, H.-J., Petermann, R. und Höltschi M. (2011): Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. *Agrarforschung Schweiz*, 2 (9), 418–423.
- Kukovics, S. und Németh, T. (2013): Milk Major and Minor Proteins, Polymorphisms and Non-protein Nitrogen. In: Park YW [Hrsg.]: Milk and dairy products in human nutrition. Production, composition and health. Wiley-Blackwell, Chichester, S. 80–110.
- Mathis, D., Schwander, F., Kopf-Bolanz, K., Egger, C. und Portmann, R. (2012): Absolute quantification of 20 major proteins in dairy products by LC-MS/MS, unveröffentlicht, Posterbeitrag an der COST-Konferenz in Cesena, Italien.
- R Core Team, (2017): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Richtlinien für IP-Suisse Wiesenmilch. IP Suisse, (2015, unveröffentlicht, Zollikofen, 18 S.
- Spiertz, J. und Ewert, F. (2009): Crop production and resource use to meet the growing demand for food, feed and fuel. Opportunities and constraints. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 56 (4), 281–300.
- Sutter, M., Nemecek, T. und Thomet P. (2013): Vergleich der Ökobilanzen von stall- und weidebasierter Milchproduktion. *Agrarforschung Schweiz*, 4 (5), 230–237.
- van Zanten H.H., Mollenhorst, H., Klootwijk C.W., van Middelaar, C.E. und Boer, I.J.M. de (2016): Global food supply. Land use efficiency of livestock systems. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21 (5), 747–758.
- Weinrich, R., Kühlb, S., Zühlsdorf, A. und Spiller, A., (2014): Consumer Attitudes in Germany towards Different Dairy Housing Systems and Their Implications for the Marketing of Pasture Raised Milk. *International Food and Agribusiness Management Review*, 17 (4), 205–222.
- Wyss, U., Mauer, J., Frey, H.-J., Reinhard, T., Bernet, A. und Hofstetter P. (2011): Aspekte zur Milchqualität und Saisonalität der Milchliefereien. *Agrarforschung Schweiz*, 2 (9), 412–417.