

Nachhaltige Milcherzeugung mit Weidegang

Schlussfolgerungen unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem Dairyman Projekt

Elsäßer, M. und P. Schmeer

Zusammenfassung

Das DAIRYMAN Projekt war von 2009 – 2013 ein gemeinschaftliches EU-Interreg IVB Projekt in Northwest Europa an dem sich 10 Regionen beteiligten. Unter anderem wurde im Rahmen des Projektes ein 127 Milchviehbetriebe umfassendes Pilotnetzwerk installiert, das die wesentlichen Partnerregionen abdeckte. Insgesamt praktizierten davon 106 Betriebe Weidegang, wobei 19 Betriebe ihre Kühe ausschließlich im Stall fütterten. Die ökologischen und ökonomischen Daten aller Betriebe wurden regelmäßig und nach einheitlichen Bedingungen in den Jahren 2009–2011 erhoben. Es zeigte sich im Rahmen einer speziellen Auswertung, dass sowohl Weidegang als auch der Anteil an grasbasierter Milchproduktion einen großen Einfluss auf die ökonomische Situation der Betriebe hatten. Betriebe mit ausschließlicher Stallfütterung wiesen geringere Einkommen auf. Sowohl die Herdengröße, als auch Milchleistung und Viehbesatz beeinflussten die ökonomische Leistung nicht. Allerdings waren ökologische Indikatoren, wie z.B. N- und P-Bilanzen in größeren Herden und höherer Milchleistung besser. Da Weidegang zu einem insgesamt positiven Beitrag an den Betriebseinkommen führte, kann davon ausgegangen werden, dass Weide auch in der Zukunft nachhaltig ist, vorausgesetzt, dass die klimatischen und strukturellen Bedingungen Weidegang überhaupt ermöglichen.

1. Einleitung

Bedingt durch den fortdauernden Intensivierungsprozess in der Milchproduktion und in Folge der hohen Volatilität beim Milchpreis und den Inputkosten Europas ist der sozio-ökonomische Druck hoch. Darüber hinaus sind die Herausforderungen für die Milchproduzenten infolge der sich verändernden Verbraucherwünsche und der zeitweisen Verschärfung der Umweltauflagen, z.B. bei den Düngebilanzen und gasförmigen Emissionen, sehr groß (Langenveld *et al.*, 2007; Raison *et al.*, 2008). In diesem Kontext wurde das Interreg IVB Projekt DAIRYMAN etabliert, um einerseits die Milchproduktion zu stärken und um andererseits Leitlinien für eine erfolgreiche und nachhaltige Milchproduktion zu entwickeln (Aarts, 2012). Für eine Beurteilung der Nachhaltigkeit von Milchproduktionssystemen müssen trotz unterschiedlicher verfügbarer Methoden, bei allen Systemen Betriebsdaten erhoben werden. Dabei ist es wichtig diese Daten einerseits mit möglichst hoher Genauigkeit, aber andererseits doch auch mit einem vertretbaren Aufwand zusammenzutragen. Bei Dairyman wurden Daten von 127 Pilotbetrieben von 2009-2012 auf eine standardisierte Art und Weise gesammelt. Das DAIRYMAN Projekt sollte dabei u.a. folgende Fragen beantworten:

1. Wie unterscheiden sich Milchproduktionssysteme im Hinblick auf ökonomische und ökologische Parameter?
2. Gibt es zwischen ökonomischen und ökologischen Indikatoren Interaktionen und werden die durch das Haltungssystem gegebenenfalls beeinflusst?

3. Wie beeinflussen einzelne Produktionsfaktoren die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit von Milchbetrieben?

Unstrittig von besonderer Bedeutung ist, dass auch weiterhin Milch in Europa produziert wird. Um jedoch Umweltgüter wie Wasser, Böden und Luft vor Belastungen mit Betriebsmitteln aus der Milchviehhaltung zu verringern, ist ein schonender Umgang mit den beschränkten Ressourcen notwendig. Dies ist allerdings nur dann der Fall, wenn alle für die Milchproduktion erforderlichen Produktionsfaktoren eine effiziente Ausnutzung erfahren und ihre zukünftige Verfügbarkeit sowie eine umweltgerechte Handhabung garantiert sind (ELSÄSSER et al., 2012).

Die Frage nach dem geeigneten Produktionssystem stellen sich aktuell viele Milchproduzenten im Hinblick auf den stetig steigenden Konsumentenwunsch nach Milchproduktion mit Weidehaltung (ZAPF et al., 2009). Einer Studie von ZÜHLSDORF et al. (2014) zufolge, sind für die Mehrheit der Konsumenten (55,6 %) die Haltungsbedingungen von Milchkühen beim Milchkauf relevant. Doch viele dieser Wünsche und Forderungen, wie beispielsweise nach mehr Tier- und Naturschutz sowie Lebensmittelqualität zu niedrigeren Preisen sind eng miteinander verknüpft, sodass eine Zielerfüllung eines Indikators immer mit Kompromissen auf Seiten anderer einhergeht (DEL PRADO et al., 2011).

2. Material und Methoden

Die vorliegende Studie basiert auf allen ökologischen, ökonomischen und strukturellen Daten die im DAIRYMAN-Projekt erhoben wurden (Aarts 2012; Elsaesser *et al.* 2015). Die statistische Analyse wurde von Philipp Schmeer im Rahmen seiner Masterarbeit mit dem Programm R vorgenommen (Schmeer, 2015). Die Auswahl der Indikatoren wurde in Anlehnung an die Arbeiten von Doluschitz *et al.* (2009), Zapf *et al.* (2009b) und Elsaesser *et al.* (2015) vorgenommen. Indikatoren wurden wie in der Studie von Foray *et al.* (2013) mit einer multiplen Regressionsanalyse auf ihre Signifikanz hinsichtlich der Zielgrößen getestet. In Tabelle 1 sind einige ausgewählte Indikatoren benannt. Die ausgewählten Indikatoren wurden über die Jahre verglichen und hinsichtlich ihrer Verbesserung bis zum Projektende bewertet. Für jeden Indikator wurden Mittelwerte berechnet und die Betriebe wurden gemäß der gewichteten Mittel über die drei Jahre (2009-2011) hinweg eingeteilt. Die Indikatorwerte jedes Betriebes wurden genutzt, um die Betriebe in 3 Quantile einzuteilen (0-25, 26-75, 76-100) und wurden dann mit den korrespondierenden Indexwerten benannt (1, 2, 3). Mit multiplen linearen Regressionsanalysen wurden Interaktionen zwischen einzelnen Variablen berechnet. Die Ergebnisse wurden verwendet, um die Zusammenhänge zwischen ökonomischen und ökologischen Indikatoren zu beschreiben.

Die Pilotbetriebe wurden gemäß ihrer Viehhaltungssysteme, dem Grad ihrer Diversifizierung, der Herdengröße, der Fütterungsstrategie und dem Viehbesatz eingeteilt. Die Einteilung in ein bestimmtes Haltungssystem wurde aufgrund der angegebenen Weidezeiten vorgenommen. Betriebe wurden als Stallhaltungsbetriebe bezeichnet, wenn die Tiere ausschließlich in Ställen gefüttert wurden (19 Farmen). In den 106 Weidebetrieben hatten die Kühe stets Weidezeiten, wobei hinsichtlich der Weideintensität nicht unterschieden wurde. So wurden z.B. Vollweidebetriebe in Irland mit Teilzeitweidebetrieben in D oder Flandern zusammengefasst. Die Diversifizierung der Betriebe ergab 55 spezialisierte Milchviehbetriebe mit Futterproduktion und 51 Betriebe mit allen

Elsäßer, M. und P. Schmeer, 2016: Nachhaltige Milcherzeugung mit Weidegang. Schriftenreihe Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 5, 93-99.

möglichen Einkommenskombinationen, u.a. auch 5 deutsche Betriebe mit Biogasanlagen. Die durchschnittlichen Kuhzahl aller Betriebe lag bei 90 Kühen. 63 Betriebe galten per Definition als klein mit einer durchschnittlichen Kuhzahl von 65 Kühen. Große Herden hatten im Schnitt 126 Kühe (59 Farmen). Die Landnutzungsintensität wurde mittels der Zahl der Kühe je Hektar Land das für die Milchproduktion eingesetzt wurde beschrieben. Extensive Betriebe (75) hatten einen Viehbesatz von 1.1 GV/ha, während Intensivbetriebe durchschnittlich 2.0 GV ha⁻¹ aufwiesen (25 Betriebe). Unterschiede im Fütterungssystem beruhten auf der unterschiedlichen Futtergrundlage. Kriterien dafür waren die Gesamtfläche für Silomais, Grünland und der Kraftfutteraufwand. Alle Variablen wurden auf die Gesamtanzahl der gehaltenen Kühe bezogen. Ein Betrieb wurde als „grünlandbasiert“ bezeichnet (95 Betriebe), wenn die Fläche für Silomais und der Kraftfutterverbrauch unterdurchschnittlich waren und die Grünlandfläche gleichzeitig hoch. 25 Betriebe galten als ackerbasiert (gegenläufige Definition). Dadurch wurde gewährleistet, dass grasbasierte Betriebe von ackerbasierten verschieden waren.

Tabelle 1. Geprüfte und ausgewählte Indikatoren

Indikator	Dimension
Einkommen aus der Milchproduktion	€ 100/ kg FPCM
N-Bilanz	N / t FPCM
P-Bilanz	P / t FPCM
Treibhausgasbelastung	kg CO ₂ e / t FPCM

3. Ergebnisse

In DAIRYMAN wurde aufgrund geringerer Produktionskosten ein positives ökonomisches Potential von Weidebetrieben gegenüber der Stallhaltung ermittelt. Unterschiedliche Herdengrößen und verschiedene Landnutzungsintensität hatten keinen signifikanten Einfluss. Das zeigt, dass Betriebe mit Hochleistungskühen nicht in der Lage waren die Größeneffekte aufgrund der hohen Kosten für operationelles Wachstum und Produktion zu nutzen (Tab. 2).

Tabelle 2: Ergebnisse der getesteten Indikatoren (p-val. = p-Wert 5% = statistische signifikant bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit) (Schmeer et al., 2016)

Merkmal	Gruppe	€ / 100 kg FPCM	p-val.	kg N t FPCM	p-val.	GHG / kg CO ₂ e t FPCM	p-val.	kg P / t FPCM	p-val.
Haltungssystem	Stallhaltung	9.28	6.18 *10 ⁻⁵	18.14	0.076	1184	0.87	0.97	0.31
	Weide	13.22		21.00		1168		0.71	
Diversifizierung	spezialisiert	14.15	0.002	16	8.59* 10 ⁻⁹	1121	0.26	0.52	0.078
	diversifiziert	10.97		25		1214		0.99	
Anbausystem	konventionell	12.01	0.29	21.5	1.15* 10 ⁻⁸	1181	0.075	0.84	0.04
	Biolog. Prod.	19.36		10.5		1063		0.39	
Herdengröße	groß	12.96	0.29	17.1	1.15* 10 ⁻⁸	1112	0.075	0.60	0.04
	klein	12.15		22.8		1208		0.94	
Landnutzung	intensiv	12.91		17.5		1129		0.13	

Elsäßer, M. und P. Schmeer, 2016: Nachhaltige Milcherzeugung mit Weidegang. Schriftenreihe Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 5, 93-99.

	extensiv	12.72		22.9		1196		1.24	
Fütterungs- system	ackerbasiert	9.61	0.000 2	21.5	0.6	1213	0.55	0.25	0.005
	grasbasiert	12.96		20.7		1166		0.89	

Die die Nachhaltigkeit beschreibenden Umweltfaktoren waren positiv, weil der Aufwand für die Produktion je kg FPCM sich bei großen Herden, hoher Milchleistung und intensiver Landnutzung verringerte. Höhere Intensität erlaubt eine effizientere Produktion mit „Verdünnungseffekten“ und aufgrund dessen auch einer Verbesserung der „Nachhaltigkeit“. Zudem ergaben sich signifikante Interaktionen zwischen den ökologischen und ökonomischen Säulen der Nachhaltigkeit. Zum Beispiel verursachten niedrige N-Bilanzen höheres Einkommen bei Stallfütterung und Weidegang und erhöhten dabei die ökonomische Nachhaltigkeit. Darüber hinaus stieg das Einkommen signifikant mit der Größe der für die Milchproduktion verwendeten Grünlandfläche. Das zeigte wiederum die generell positiven Effekte grasbasierter Milchproduktion und in erster Linie auch des Weidegangs sofern die klimatischen und strukturellen Bedingungen für Weidegang geeignet sind.

Die Milchproduktion mit Weide weist im Vergleich zu Stallbetrieben einen geringeren Bedarf an Ackerfläche auf. Bezüglich des gesamten Flächenbedarfs und der Treibhausgasemissionen (THG) liegen allerdings deutlich höhere Werte für die Weide vor. Insbesondere die Methanemission ist stark erhöht. Auch weitere Umweltindikatoren, wie beispielsweise die N-Bilanz in der Milchproduktion, weisen einen höheren Wert auf. Um die Umweltwirkungen der Weidesysteme weiter zu senken, sollte daher unbedingt der Effizienz beim Einsatz von Betriebsmitteln besondere Beachtung geschenkt werden. Die Effizienzwerte der N- und P-Bilanzen der Weide und Stallbetriebe liegen in dieser Studie sehr dicht zusammen, sie weisen jedoch eine leicht positive Tendenz zugunsten der Weidebetriebe auf. Allerdings hat die ackerbasierte Fütterung eine signifikant bessere N-Effizienz im Vergleich mit grasbasierter Fütterung. Dies bestärkt wieder die Aussagen der Literatur. Im europäischen Vergleich bezüglich der THG-Emissionsbilanzergebnisse schneiden die DAIRYMAN-Pilotbetriebe mit ihren durchschnittlich 1,17 kg CO₂-Äquivalent pro kg Milch gut ab. Nach Lesschen *et al.* (2011) beträgt der Carbon Footprint durchschnittlich 1,3 kg CO₂-Äquivalent pro kg Milch. Dabei hat Dänemark mit 1,1 kg CO₂-Äquivalent pro kg Milch den niedrigsten und Bulgarien mit 2,2 kg CO₂-Äquivalent pro kg Milch den höchsten Wert. Nach Nemecek *et al.* (2005; 2011) schlagen sich die Intensitätsunterschiede der Bewirtschaftung bei acker- und graslandbasierter Fütterung auch in den Umweltwirkungen entsprechend negativ nieder. Weiter ist im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsbewertung zu erwähnen, dass die ökonomischen Ergebnisse bei grasbasierten Fütterungssystemen ebenfalls signifikant besser ausfallen als bei ackerbasierten Systemen.

Bezüglich der Ökologie der Stallbetriebe ist vor allem der höhere Bedarf an mineralischen Ressourcen zu nennen, welcher sich auch in erhöhten Bilanzwerten widerspiegelt. Auch wenn die gesamte THG-Emission der Stallbetriebe besser ausfällt als die der Weidebetriebe, ist die Ausbringung von Mist und Gülle bei diesem System jedoch mit deutlich größeren THG-Emissionen belastet. Ebenfalls wird ein signifikant höherer Anteil an Elektrizität benötigt, was die ökologische Nachhaltigkeit der Stallbetriebe ebenfalls abschwächt. Durch den erhöhten Einsatz von Kraftfuttermitteln ist dieses System zwangsläufig auf mehr Ackerflächen, einen höheren Energieeinsatz der Produktion und einen verstärkten Einsatz von Pflanzenschutz angewiesen (Sutter *et al.*, 2013, Frank *et al.*, 2011). Zu diesem Ergebnis kam auch die Analyse auf Grundlage der

Elsässer, M. und P. Schmeer, 2016: Nachhaltige Milcherzeugung mit Weidegang. Schriftenreihe Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 5, 93-99.

Unterscheidung in grasbasierte und ackerbasierte Fütterung dieser Studie. Die simple Steigerung der Einzeltierleistung ist eine wichtige Strategie zur Reduzierung des Carbon Footprints durch eine geringere Methanemission pro kg Milch, wie auch von viele wissenschaftlichen Studien beschrieben, unter anderem die von Flachowsky und Brade (2007). Der Bedarf an Nährstoffen für die Erhaltung ist bei rassengleichen Kühen unabhängig von der Milchleistung relativ ähnlich. Allerdings haben Kühe mit einer höheren Milchleistung eine bessere Futtereffizienz (Pirlo, 2012). Dies führt dazu, dass sie einen größeren Teil der Futterenergie in Milch umsetzen als Kühe mit niedrigeren Milchleistungen. Bei diesen wiederum ist somit der Anteil an eingesetzter Futterenergie in Körpergewebe bedeutend größer (Yan *et al.*, 2010). Dies führt zu einem geringeren Futtereinsatz pro kg produzierter Milch, was zwangsläufig eine Reduktion der Methanemission zur Folge hat. Mit steigender Milchleistung der Tiere ist ein entsprechender Bedarf an Futter mit höherer Energiekonzentration gegeben, was durch Kraftfuttermittel erzielt wird. Der Einsatz von Kraftfutter reduziert in diesem Fall die Reduktion der enterischen Methanproduktion (Hindrichsen *et al.*, 2006; Yan *et al.*, 2010; Lovett *et al.*, 2006). Allerdings zeigen Studien nach Hindrichsen *et al.*, (2006), dass eine Erhöhung des Kraftfuttereinsatzes zu einer Steigerung der Methanbildung bei der Güllelagerung führen kann. Hinsichtlich der Tierphysiologie zeigen Yan *et al.* (2010) und Lovett *et al.* (2006), dass eine Milchleistungssteigerung einen negativen Einfluss auf die Fruchtbarkeit hat und zu einer höheren Remontierungsrate führt. Auch im schweizerischen Systemvergleich Hohenrain führten die Haltung, die Fütterung und die tiefere Produktionsintensität der Weideherde zu besseren Fruchtbarkeitskennzahlen im Vergleich zur Stallherde (Hofstetter *et al.*, 2011). Somit würde eine Einsparung der Methanemission durch Leistungssteigerung einer Steigerung der Methanemission durch nicht produktive Kühe und mehr Jungvieh gegenüberstehen. Dies bestärken auch O'Brien *et al.* (2010) mit den Ergebnissen einer Studie, der zufolge eine genetische Selektion auf eine höhere Milchproduktion im Vergleich zu einer simultanen Selektion auf Produktion, Fruchtbarkeit sowie Gesundheitsmerkmale zu höheren Carbon Footprints führt.

Schlussfolgerungen

Mit DAIRYMAN sollte versucht werden, den negativen Einfluss der Milchproduktion auf die Umwelt zu minimieren und gleichzeitig die ökonomische Situation der Betriebe zu verbessern. Die ausgewählten Indikatoren zeigten, dass sowohl hinsichtlich der Ökologie als auch der Ökonomie bei der Milchproduktion ein großes Potential zur Verbesserung besteht. Die relativ bessere Produktivität von Betrieben mit grasbasierter Fütterung, mit Weidegang und biologischem Anbau und die geringeren N- und P-Bilanzen großer Betriebe zeigten u.a. auf, wo ökonomische Verbesserungen möglich sind.

Die grasbasierte Milchviehfütterung und insbesondere die Weidehaltung werden somit zunehmend an Bedeutung gewinnen und eine lohnenswerte Alternative für Milchproduzenten darstellen, sofern die klimatischen und betriebsstrukturellen Gegebenheiten dies ermöglichen. Diese Tatsache und die partiellen Verbesserungen vieler aufgenommener Indikatoren des DAIRYMAN-Projekts im Jahresverlauf zeigen, dass ein beträchtliches Optimierungspotential besteht und dieses auch wahrgenommen wird. Doch es bleiben weitere Anstrengungen notwendig, um die Umweltwirkungen und die Wirtschaftlichkeit der Betriebe weiterhin nachhaltig zu verbessern.

Literaturverzeichnis

- Aarts, H.F.M. (2012) DAIRYMAN for a more efficient use of resources by dairy farms. *Grassland Science in Europe*, 17, 753-755.
- Del Prado, A., T. Misselbrook, S. Chadwick, A. Hopkins, R.J. Dewhurst, P. Davison, A. Butler, J. Schröder and D. Scholefield (2011): SIMSDairy: A modelling framework to identify sustainable dairy farms in the UK. Framework description and test for organic systems and N fertiliser optimization. *Sciences of the Total Environment*, S. 1-2.
- Doluschitz R., Zapf R., Schultheiss U. (2009) Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe – Einordnung und Stärken – Schwächeanalysen von Bewertungssystemen. *Berichte ü. Landwirtschaft* 87 (3), 380-401.
- Elsaesser M., Jilg T., Herrmann K. (2013) The DAIRYMAN sustainability index (DSI) as a possible tool for the evaluation of sustainability of dairy farms in Northwest-Europe. *Dairyman Report No. 3*, LAZBW Aulendorf.
- Elsaesser M., Jilg T., Herrmann K., Boonen J., Debruyne L., Laidlaw S. and Aarts, F. (2015) Quantifying sustainability of dairy farms with the DAIRYMAN-Sustainability-Index (DSI). *Grassland Science in Europe*, 20, 367-376.
- Elsässer, M., T. Jilg, T. Hummler, K. Herrmann, A. Herre und U. Gorzelany (2012): Nachhaltigkeit in der Milchviehhaltung – ein europäischer Vergleich dargestellt an Ergebnissen des DAIRYMAN-Projektes. 3-Länder-Seminar 2012, Luxemburg, LAZBW, S. 1-2.
- Flachowsky, G. und W. Brade (2007): Potenziale zur Reduzierung der Methan-Emission bei Wiederkäuern. *Züchtungskunde*, Band 79, Nr. 6, S. 459-469.
- Foray S., Beguin E., Ferrand M., Perrot C., Dolle J.B., Bechu T., Hennaert S., Boonen J., Tirad S., Morin C. and Castellan E. (2013) La durabilité des exploitations laitières du Nord Ouest de l'Europe. *Renc. Rech. Ruminants*, 20, 217-220.
- Frank, H. H. Schmid und K. J. Hülsbergen (2011): Analyse des Energieeinsatzes und der Energieeffizienz bei der Futtererzeugung in der Milchviehhaltung. 11. Wissenschaftstagungsband Ökologischer Landbau, Gießen, S. 143-146.
- Hindrichsen, I. K., H.-R. Wettstein, A. Machmüller and M. Kreuzer (2006): Methane emission, nutrient degradation and nitrogen turnover in dairy cows and their slurry at different milk production scenarios with and without concentrate supplementation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Nr. 113, p. 150-161.
- Hofstetter, P., H. Frey, R. Petermann, W. Gut, L. Herzog und P. Kunz (2011): Stallhaltung versus Weidehaltung – Futter, Leistung und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), S. 402-411.
- Langenveld J., Verhagen A., Neeteson J., Keulen, van H., Conijn J. and Schils R. (2007) Evaluating farm performance using agri-environmental indicators: recent experiences for nitrogen management in The Netherlands. *Environ Manage*, 82.
- Lesschen, J. P., M. van den Berg, H.J. Westhoek, H.P. Witzke and O. Oenema (2011): Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science and Technology*, Nr. 166, p. 16-28.
- Lovett, D. K., L. Shalloo, P. Dillon and F. P. O'Mara (2006): A system approach to quantify greenhouse gas fluxes from pastoral dairy production as affected by management regime. *Agricultural Systems*, Nr. 88, p. 156-179.
- Nemecek, T., O. Huguenin-Elie, D. Dubois und G. Gaillard (2005): Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker- und Futterbau. *Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schriftenreihe der Fal*, S. 155.
- Nemecek, T., O. Huguenin, D. Dubois, G. Gaillard, B. Schaller and A. Chervet (2011): Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural Systems* 104, p. 233-245.
- O'Brien, D., L. Shalloo, F. Buckley, B. Horan, C. Grainger and M. Wallace (2010): The influence of strain of Holstein-Friesian cow and feeding system on greenhouse gas emission from pastoral dairy farms. *Journal of Dairy Science*. Band 93, Nr. 7, p. 3390-3402.
- Pirlo, G. (2012): Cradle-to-farm gate analysis of milk carbon footprint: a descriptive review. *Italian Journal of Animal Science*, Nr. 11e20, p. 109-118.
- Raison, C., Chambaut, A., Le Gall, A., Pflimlin, A. (2008) Impact of the forage system on the quality of water. *Lessons of the Green Dairy Project. Fourrages*, 3-18.

Elsässer, M. und P. Schmeer, 2016: Nachhaltige Milcherzeugung mit Weidegang. Schriftenreihe Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 5, 93-99.

- Schmeer, P., 2015: Vergleich von Milchviehhaltungssystemen in ausgewählten Regionen Europas. Masterarbeit bei Prof. Dr. Doluschitz, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim.
- Schmeer, P., Doluschitz, R. & M. Elsässer, 2016: Comparison of grazing vs indoor feeding on environmental and economic sustainability of dairy-systems. EGF General Meeting, Trondheim, Grassland Science in Europe (im Druck).
- Sutter, M., T. Nemecek und P. Thomet (2013): Vergleich der Ökobilanz von stall- und weidebasierter Milchproduktion. Agrarforschung Schweiz 4, S. 230-237.
- Yan, T., C. S. Mayne, F. G. Gordon, M. G. Porter, R. E. Agnew, D. C. Patterson, C. P. Ferris and D. J. Kilpatrick (2010): Mitigation of enteric methane emissions through improving efficiency of energy utilization and productivity in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, Nr. 93, p. 260-2638.
- Zapf R., Schultheiss U., Doluschitz R., Oppermann R., Döhler H. (2009) Nachhaltigkeitsbewertungssystem – Allgemeine Anforderungen und vergleichende Beurteilung der Systeme RISE, KSNL und DLG-Zertifizierungssystem für nachhaltige Landwirtschaft. Berichte über Landwirtschaft 87 (3), 402-427.
- Zühlsdorf, A., S. Kühl, A. Spiller (2014): Marketingtrend Weidemilch: Milchviehhaltung der Zukunft aus Verbrauchersicht. Molkerei Industrie Nr. 5, S. 4-6.