

Entwicklung von neuen Effizienzparametern zur Charakterisierung von Milchproduktionssystemen

P. Thomet, B. Reidy

Hochschule für Agrar-, Forst und Lebensmittelwissenschaften (HAFL),
3052 Bern-Zollikofen
peter.thomet@bfh.ch

1 Einleitung und Problemstellung

Die global stark wachsenden Wohlstandsgesellschaften führen zu einer zunehmenden Verknappung der natürlichen Ressourcen. Eine effiziente Nutzung dieser begrenzten Ressourcen wird deshalb auch im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Produktion zu einem zunehmend wichtigen Faktor. Vor diesem Hintergrund kann die in den letzten Jahrzehnten stattgefundene Intensivierung der Milchproduktion hin zu Mais und Kraftfutter basierter Fütterung kritisch hinterfragt werden. Die Steigerung der Jahresmilchleistung pro Kuh und die Vergrößerung der Milchmenge pro Betrieb haben wesentlich zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Milchproduktion beigetragen. Die Konkurrenz um die limitierten Ackerflächen führt aber zu einer Verteuerung der Futtermittel und konkurrenziert zunehmend auch die Produktion von Ackerprodukten für die menschliche Ernährung. Unter den erwarteten zukünftigen Rahmenbedingungen stellt sich deshalb die Frage, ob die Jahresmilchleistung in kg ECM pro Kuh ein hinreichendes Kriterium ist, um die Effizienz von Milchproduktionssystemen zu beurteilen. Auf Basis einer Analyse von 18 spezialisierten Betrieben aus dem Schweizer Mittelland sollen im vorliegenden Beitrag deshalb neue Kenngrößen entwickelt werden, die für die Beurteilung der Effizienz von Milchproduktionssystemen verwendet werden können (Abb. 1).

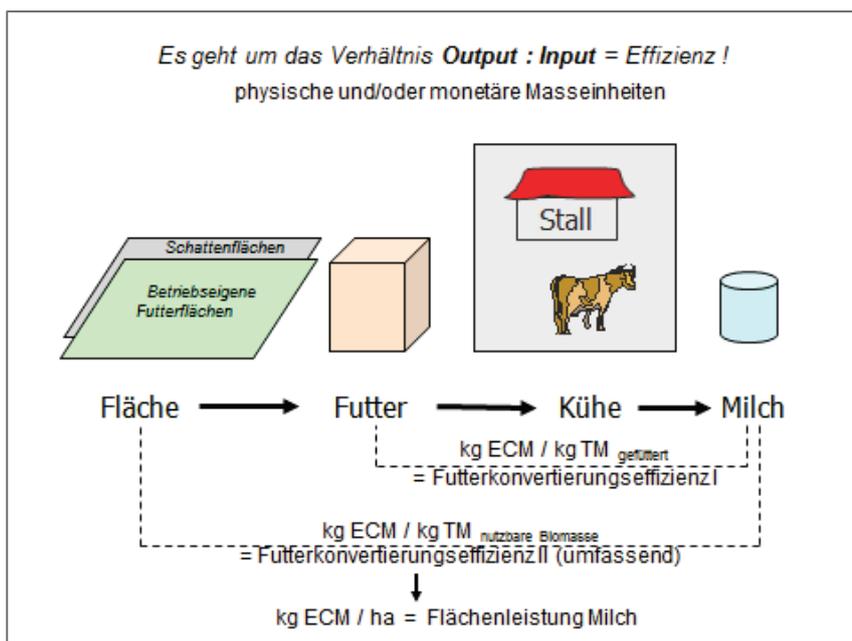


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung des Unternehmens Milchproduktion. Milchkühe und der Stallplatz sind übliche, aber nicht hinreichende Bezugsgrößen.

2 Material und Methoden

Die untersuchten 18 Milchproduktionsbetriebe liegen alle im Schweizer Mittelland. Die Standortverhältnissen sind vergleichbar. Die Wachstumsbedingungen für Wiesenfutter und Mais sind mit Jahresniederschlägen zwischen 1'000-1'200 mm günstig. Sämtliche Betriebe sind professionell geführt und verfügen über eine solide Datenbasis.

Die Datenerhebung erfolgte mittels Fragebogen. Nähere Angaben zur anschliessenden Berechnung von Kennzahlen werden in Tab. 1 gemacht.

Tab. 1: Angaben zu den Begriffen, Erhebungen und Berechnungenizienz-Analyse von spezialisierten Milchviehbetrieben, CH-Mittelland, Produktionsjahr 2011.

Raufutter	Futter von Wiesen und Weiden, Ganzpflanzenmais, Ganzpflanzengetreide
Grundfutter	Raufutter inkl. Zuckerrübenschnitzel und/oder Biertreber
Kraffutter	Futter mit erhöhtem Energiegehalt und/oder Proteingehalt; unterschieden wurde zwischen Proteinträgern, Energieträgern, Leistungsfutter, Getreidemischung, CCM
ECM	Futterkartoffeln und Futterrüben wurden als Kraffutter eingestuft Energiekorrigierte Milch kg ECM = $(0.038 * \%RL + 0.024 * \%RP + 0.816) * \text{kg Jahresmenge} / 3.14$
Milchmenge (t ECM)	Verkaufte Milch + Kälbermilch (Aufzucht, Tränker, Mast) + Milch für den Haushalt, umgerechnet auf kg ECM aufgrund der Milchgehalte der verkauften Milch
Viehbestand	Anhand der offiziellen Tierverkehrsdatenbank können folgende Parameter genau angegeben werden: mittlere Kuhzahl, Kälberkategorien (Aufzucht, Tränker, Mast), Jungviehanteil an Ri GVE und übrige rauffutterverzehrende GVE, Anzahl Erstlaktierende, Anzahl Abgangskühe
Jahresration der Milchviehherde (t TM)	TM-Menge und Zusammensetzung berechnet aufgrund der Winter- und Sommerfütterungspläne für die laktierenden und trockenstehende Kühe sowie den Angaben zur Dauer der betreffenden Perioden Berechnung der Energiekonzentration in der Jahresration (MJ NEL/kg TM) aufgrund standardisierter NEL-Gehalte der verschiedenen Futterarten: Weide 6.5, Grünfütterung 6.2, Grassilage 5.8, Dürrfutter inkl. Ökoheu 5.3, Maissilage 6.5, Zuckerrübenschnitzel 7.3, Futterkartoffeln und Futterrüben 7.6, Energieträger 8.5, Milchviehfutter 8.2, Proteinträger 7.9, Getreidemischung & CCM 8.2 Kontrolliert und angepasst mittels Vergleich des Jahres-Energiebedarfs der Milchkuhherde in MJ NEL (y) mit dem Energieangebot in der Jahresration; $y = 0.310 * \text{kg LG}^{0.75} * 1.24 * 365 * \text{Anzahl Milchkühe} + \text{kg ECM} * 3.14$. Der Koeffizient 0.310 basiert auf den Angaben von [1]. Der Faktor 1.24 bedeutet eine 24 %-ige Erhöhung des Erhaltungsbedarfes für das wachsende Kalb und die Gewichtsveränderungen nach den Ergebnissen von [7].
Jahresleistung Kühe (kg ECM/365 Tage)	Produzierte Milchmenge dividiert durch mittlere Anzahl Milchkühe; dieser Wert liegt in der Regel einiges tiefer als die auf 305 Tage standardisierte Laktationsleistung der Zuchtverbände
Mittleres Lebendgewicht Kühe (kg/Kuh)	Schätzwert des Landwirtes; zum Teil lagen auch mehrmalige Messergebnisse von Wägungen aller Kühe vor; das Gewicht der Schlachtkühe diente

ebenfalls als Anhaltspunkt.

Grundfutterfläche RGVE (ha)	Hauptfutterfläche (ha) + Zwischenfutter (1/3 der Fläche angerechnet) – Fläche der Extensiv-Wiesen (1/3 der Fläche angerechnet) - verkauftes Raufutter (100 dt FM = 1 ha) = Grundfutterfläche für die gesamten raufutterverzehrenden Grossvieheinheiten RGVE
Grundfutterfläche für Milchkühe (ha)	Grundfutterfläche RGVE * %-Kuhanteil an RGVE = Grundfutterfläche Milchkühe (ha)
Schattenfläche	Für zugekauftes Grundfutter und Kraftfutter wurde aufgrund der TM-Mengen je ein Flächenbedarf angenommen. Folgende TM-Erträge wurden zur Berechnung der Flächen angenommen: <i>Dürrfutter und Grassilage 10 t, Zuckerrübenschnitzel 100 dt, Ganzpflanzenmais 160 dt, Kartoffeln & Futterrüben 120 dt, Proteinträger 40 t, Milchviehfutter 55 dt, Energieträger/Getreide/CCM 70 dt,</i>
Nahrungseffizienz	Folgende Angaben dienen für die Berechnung: <i>1 kg Milch 2.74 MJ; 1 kg Schlachtgewicht 9.34 MJ [6]</i>

3 Ergebnisse und Diskussion

Die 18 untersuchten spezialisierten Betriebe können aufgrund ihrer Fütterungsart den vier folgenden Milchproduktionssystemen zugeteilt werden: (1) Grünfütterung im Stall während dem Sommerhalbjahr und Dürrfutter im Winter (Grün), (2) saisonale Vollweide mit Blockabkalbung Ende Winter ohne jegliche Ergänzungsfütterung zur Weide im Sommer (Weide), (3) Teilweide mit Silage als Ergänzungsfütterung während des Sommers (W & M) und (4) TMR im Stall verbunden mit Auslaufweide (M & KF; Tab. 2).

Tab. 2: *Fütterung und Milchleistung der Kühe in den vier untersuchten Milchproduktionssystemen Bezugsjahr 2011; Grün = silofreie Betriebe mit Grünfütterung im Sommer und Dürrfutter im Winter, Weide = 100 % Weide im Sommer; W & M = Weide und Maissilage im Sommer, M & KF = Ganzjahres-Stallfütterung mit viel Maissilage und Kraftfuttereinsatz*

	Grün n=5	Weide n=5	W & M n=4	M & KF n=4
Jahresration Milchvieherde (t TM/Jahr)	298	255	307	506
<i>Zusammensetzung der TM-Jahresration (%)</i>				
Weide	7	59	23	7
Grünfütterung, Grünmais	31	-	-	-
Dürrfutter	33	21	10	9
Ganzpflanzenmais	8	7	27	38
Grassilage	-	10	20	19
Zuckerrübenschnitzel, Biertreber	3	1	4	7
Kraftfutter	18	2	16	20
NEL-Gehalt Jahresration (MJ/kg TM)	6.2	6.1	6.4	6.6
Kraftfuttereinsatz (g TM/kg ECM)	135	13	103	170

Milchleistung (kg ECM/Kuh/365 Tage)	7'630	6'085	7'887	8'871
Lebendgewicht der Kühe (kg)	673	547	689	715

Die Unterschiede in der Jahresmilchleistung zwischen den untersuchten Systemen sind zum Teil erheblich. Die Differenz zwischen den beiden am weitesten spezialisierten Systeme „Weide“ und „M & KF“ beträgt knapp 3'000 kg Jahresmilchleistung. Im Folgenden soll anhand dieser beiden Systeme gezeigt werden, dass die Jahresmilchleistung pro Kuh ein wenig aussagekräftig Kriterium ist, um die Effizienz und Leistungsfähigkeit von Milchproduktionssystemen zu beurteilen.

Die Betriebe in der Gruppe „M & KF“ verfolgen alle eine Wachstumsstrategie. In den Projektbetrieben waren in dieser Gruppe die Milchproduktionsmengen sowie die Milchleistung der Kühe am höchsten (Tab. 2 u. Tab. 3). Der Kraftfutareinsatz belief sich im Mittel auf 170 g TM bzw. 193 g FM pro kg ECM. Er war damit rund 13-mal höher als im Mittel der Gruppe „Weide“. Zwei Betriebe der Gruppe „Weide“ setzten überhaupt kein Kraftfutter ein. Sie verwendeten ausschliesslich Futter von Wiesen und Weiden. Alle fünf Betriebe bevorzugten für ihr System einen kleineren Kuhtyp und passten ihre Kuhgenetik im Verlaufe der Jahre an, indem sie Neuseeland Holstein und/oder Jersey Genetik einsetzten. In einem mehrjährigen Kuhtypen-Versuch in der Schweiz war die Effizienz (kg ECM/kg LG_{met}) der NZ-Holsteinkühe 19 % höher als jene der Fleckvieh- und Braunvieh-Vergleichstiere [4].

Die Futterkonvertierungseffizienz (kg ECM/10 MJ NEL_{Jahresration}) der vier untersuchten Milchproduktionssysteme auf Basis der Jahresration der Kuhherde schwankt zwischen 1.78 und 1.88 Kilogramm energiekorrigierte Milch pro 10 MJ NEL Futterenergie (Tab. 3). Die Unterschiede sind relativ gering. In den berechneten Werten ist der Aufwand für die Remontierung der Herde noch nicht eingeschlossen. Die Aufzucht bzw. die Erneuerung der Herde gilt es aber bei einer erweiterten und umfassenden Systemanalyse aus zwei Gründen ebenfalls in die Effizienzüberlegungen einzubeziehen: Erstens ist die Remontierungsrate der Hochleistungsherden tendenziell höher und zweitens werden in diesem System oft grossrahmige Kühe bevorzugt. Der Energieaufwand für die Aufzucht grossrahmiger Kühe ist höher als jener von kleinen und leichteren Kühen mit vergleichbarer Futterkonvertierungseffizienz [5]. Das zu bildende gesamte Herdengewicht (kg Lebendgewicht) von kleineren und leichteren Kühen ist geringer, auch wenn es mehr Kühe braucht, um eine gegebene Milchmenge zu erzeugen. Der TM bzw. Energiebedarf für den Erhaltungsbedarf bzw. die Bildung der Herde ist für das System "M & KF" deshalb deutlich höher als für das "Weide"- System. Dieser Aspekt wird meistens übersehen, wenn es um den Vergleich von Milchproduktionssystemen geht. In der vorliegenden Untersuchung wird die Herdenremontierung erst in einer späteren Auswertung miteinbezogen.

Die Werte in Tab. 3 machen deutlich, dass die Jahresleistung von Kühen als Massstab für die wahre Produktivität des Systems nicht tauglich ist, wenn nicht nach dem Lebendgewicht der Kühe und der Fütterungsintensität korrigiert wird. Aufgrund des erhöhten Energiebedarfes von schwereren Kühen ist mindestens die Korrektur bzw. Standardisierung der Jahresleistung nach Gewicht unbedingt erforderlich, wenn es um die Effizienz geht. Die auf eine 600 kg schwere Kuh standardisierten „echten“ Leistungen sehen für die vier Systeme wie folgt aus (kg ECM/Kuh/Jahr): System „Grün“ 6'813 kg, System „Weide“ 6'903 kg, System „W & M“ 6'874 kg, System „M & KF“ 7'465 kg.

Die Jahresmilchleistung der Kühe wird bei Systemvergleichen oft in direkten Zusammenhang mit den gesamten Gebäudekosten für einen Milchviehbetrieb gebracht. Man dividiert die Gebäudekosten durch die Anzahl Kuhplätze und spricht dann von den sogenannten Stallplatzkosten. Diese sind bestimmend für die Zucht- und Fütterungsintensität, wenn man wie folgt argumentiert: Je höher die Jahresleistung pro Kuh, desto tiefer der Stallplatzbedarf bzw. die Stallplatzkosten. Unsere Ergebnisse zur Futterkonvertierungseffizienz zeigen jedoch auf, dass diese Sichtweise zu kurz greift. Die relativ geringen Unterschiede in der Futterkonvertierungseffizienz, wie sie zwischen den

vier untersuchten Milchproduktionssysteme aufgezeigt werden konnten, bedeuten, dass sich der Raumbedarf für die Futter- und später für die Hofdüngerlagerung ebenfalls viel weniger unterscheiden, als aufgrund der Jahresmilchleistung angenommen werden kann. Deshalb darf bei Systemvergleichen nur ein Teil der Gebäudekosten, die Liege- und Fressplätze, auf die Anzahl Kühe bezogen werden.

Tab. 3: Effizienzparameter der vier untersuchten Milchproduktionssysteme Bezugsjahr 2011, Grün = silofreie Betriebe mit Grünfütterung im Sommer und Dürrfutter im Winter, Weide = 100 % Weide im Sommer, W & M = Weide und Maissilage im Sommer, M & KF = Ganzjahres-Stallfütterung mit viel Maissilage und Kraftfuttereinsatz.

	Grün n=5	Weide n=5	W & M n=4	M & KF n=4
Produzierte Milchmenge (t ECM/Jahr)	333	282	356	627
Jahresration Milchvieherde (t TM/Jahr)	298	255	307	506
Futterkonvertierungseffizienz (kg ECM/kg TM)	1.12	1.09	1.16	1.24
(kg ECM/10 MJ NEL)	1.80	1.78	1.80	1.88
Grundfutterfläche für Kuhherde (ha)	22.2	21.3	19.8	27.7
...davon Schattenfläche für Kraftfutter (%)	25.1	2.2	30.2	44.3
Futterfläche für die Kühe total (ha)	30	22	28	49
Netto-Flächenleistung Milch (kg ECM/ha)	11'227	13'024	12'724	13'014
<i>Effizienz der Nahrungsproduktion</i>				
Total produzierte Nahrungsenergie (GJ)	948	801	1'016	1'778
...davon Schlachtausbeute Abgangskühe (%)	3.7	3.5	3.9	3.4
Futter-Energie total (GJ NEL)	1'850	1'558	1'971	2'034
Nahrungsenergie/Futterenergie (%)	51.3	50.6	51.5	51.4
Produzierte Nahrungsenergie (GJ/ha/Jahr)	32.0	37.0	36.3	36.9
Produziertes Protein (kg/ha/Jahr)	379	450	418	439

Im System „Weide“ wird das Grünfutter im Zustand mit dem höchst möglichen Milchproduktionspotential genutzt. Trotzdem ist die erreichbare Milchleistung auf der Weide bei vergleichbarer Energiekonzentration des aufgenommenen Futters signifikant tiefer als im „M & KF“ System mit einer TMR-Fütterung. Der Unterschied betrug in einem häufig zitierten Vergleichsversuch von [3] rund 15 kg Milch (29 versus 44 kg/Kuh/Tag). Die Differenz kann zum grössten Teil durch den tieferen Verzehr auf der Weide erklärt werden (19 versus 24 kg TM/Kuh/Tag). Nicht die gut 50% höhere Milchleistung der Stalltiere ist deshalb für die Beurteilung der Effizienz relevant, sondern die Futterkonvertierungseffizienz. Im zitierten Versuch ist sie auf 1 kg TM der Ration bezogen. Der Energiegehalt der Futterarten war während der Versuchsphase (Hochlaktation) vergleichbar. Die Vollweidekühe wiesen eine Futterkonvertierungseffizienz von 1.52 ECM/kg TM gegenüber 1.83 kg der TMR-Tiere auf. Bezogen auf die Ganzjahresration und mit Berücksichtigung der Galtzeit dürfte dieser Unterschied aber wesentlich geringer ausfallen.

Die Futterkonvertierungseffizienz ($\text{kg ECM/kg TM}_{\text{Jahresration}}$ oder $\text{kg ECM/10 MJ NEL}_{\text{Jahresration}}$) erfasst nur die Konvertierung des von der Herde verzehrten Futters zu Milch. Sie erlaubt noch keine Aussage zur Effizienz bzw. physischen Leistungsfähigkeit des gesamten Systems. Für eine solche umfassende Futterkonvertierungseffizienz II ist der Bezug des Milch-Outputs des Systems zur potentiell nutzbaren Biomasse bzw. Futterenergieregie erforderlich. Auf dieser Ebene spielt die potentiell nutzbare Futterenergie (Masse * NEL-Gehalt) bzw. die Verluste an TM und NEL im Verlauf des Nutzungs- und Produktionsprozesses eine grosse Rolle. Die Weide- und Konservierungsverluste lassen sich nur mit sehr grossem Aufwand messen. Im hier vorgestellten Systemvergleich kann zum Prozessschritt von den Brutto-Felderträgen bis zum verzehrten Futter deshalb keine Aussage gemacht werden. Hingegen ist es möglich, die Effizienz und Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems pauschal zu quantifizieren, indem man die gesamte produzierte Milchmenge ins Verhältnis zur gesamten benötigten Futterfläche setzt ($\text{kg ECM/ha Futterfläche}$). In dieser Betrachtung sind die Verluste von den Bruttoerträgen bis zum verzehrten Futter ebenfalls miteinbezogen

Sowohl die produzierte Milchmenge wie auch die betriebseigene Grundfutterfläche lassen sich relativ zuverlässig erfassen. Schwieriger wird es mit den betriebsfremden Futtermitteln, die zugekauft werden. Konsequenterweise muss diesen im Rahmen einer Effizienzanalyse auch eine Fläche zugewiesen werden. Die bei betriebswirtschaftlichen Vergleichen von Milchviehbetrieben übliche Grösse Milchleistung je Hektare Hauptfutterfläche (kg Milch/ha HFF) ist in diesem Zusammenhang irreführend. Sie berücksichtigt die für die Produktion des zugekauften Futters notwendige Fläche nicht. Die ausserhalb des Betriebes für die Produktion des Kraftfutters benötigte Fläche muss deshalb zwingend ebenfalls berücksichtigt werden, wenn die Effizienz von Systemen verglichen wird. Wir schlagen vor, diese betriebsfremde Fläche „Schattenfläche“ zu nennen. Der Systemvergleich in Tab. 3 zeigt, dass die untersuchten Hochleistungsbetriebe einen Schattenflächen-Anteil (de facto Ackerlandanteil) von 44 % aufweisen, während es bei den Vollweidebetrieben nur 2 % sind.

Mit Ausnahme des Systems „Grün“ weisen alle Produktionssysteme vergleichbare Flächenleistungen auf (Tab. 3). Dies erstaunt vor allem angesichts der Tatsache, dass im Schweizer Mittelland Maiserträge um 160-180 dt TM/ha erzielt werden. Der scheinbare Ertragsvorteil von Mais relativiert sich, wenn man die für die Ausschöpfung des Milchproduktionspotenzials einer Silomaisfütterung notwendige Schattenfläche für den Anbau von Proteinträgern zum Rationsausgleich berücksichtigt. Da der Anbau von Körnerleguminosen mit deutlich geringeren Ertragsleistungen pro Hektare verbunden ist (ca. 40-50 dt/ha), reduziert die Berücksichtigung der Schattenfläche die Flächenleistung des Systems „M & KF“ deutlich. Hinzu kommt, dass die Fütterung im „M & KF“ System fast ausschliesslich auf konserviertem Grundfutter basiert. Die Herstellung von konserviertem Futter ist mit relativ hohen Gehalts- und TS-Verlusten verbunden. In Systemen mit einem hohen Anteil an konserviertem Grundfutter wirkt sich dies negativ auf die Flächenleistung aus. Im Unterscheid dazu wird im System „Weide“ ein möglichst grosser Anteil der gewachsenen Biomasse direkt auf der Weide genutzt. Der Einsatz von konserviertem Futter wird minimiert und beschränkt sich auf die Winterfütterung. Um den Verzehr auf die Weide zu maximieren bzw. Weideverluste zu minimieren, wird in professionell geführten Weidesystemen ein möglichst hoher Viehbesatz angestrebt. Sämtliche zu einem bestimmten Zeitpunkt nutzbare Biomasse soll von der Herde aufgenommen werden. Damit dies gelingt, ist Futterkonkurrenz zwischen den Kühen nötig. Bezogen auf die Milchproduktion (kg ECM) gilt dabei folgender quantifizierbarer Zusammenhang: 8 % individueller Leistungsverlust pro Kuh = 20 % Mehrleistung pro Hektare [2]. Der Zielkonflikt zwischen individueller Leistung und System- bzw. Flächenleistung zeigt nochmals deutlich, dass die Jahresmilchleistung bei der Beurteilung der Effizienz nur beschränkt Sinn macht. Für die Beurteilung von unterschiedlichen Milchproduktionssystemen ist sie ungeeignet.

4 Schlussfolgerungen

Trotz grossen Unterschieden in den Jahresmilchleistungen unterscheiden sich die untersuchten Milchproduktionssysteme in Bezug auf die Futterkonvertierungseffizienz und die Nettoflächenleistung nur gering. Zur Beurteilung der Effizienz von unterschiedlichen Milchproduktionssystemen ist die Aussagekraft der Jahresmilchleistung von Kühen deshalb gering. Eine differenziertere Beurteilung ist anhand der Futterkonvertierungseffizienz (kg ECM/kg $TM_{\text{Jahresration}}$) und der Nettoflächenleistung (kg ECM/ha Futterfläche) möglich. Zur Ermittlung der realisierten Flächenleistung Milch sind die betriebsfremden Produktionsflächen für das zugekaufte Futter (=Schattenfläche), insbesondere des Kraftfutters, ebenfalls in die Berechnungen einzubeziehen.

5 Literatur

- [1] GRUBER, L., SUSENBETH, A., SCHWARZ, F.J., FISCHER, B., SPIKERS, H., STEINGAß, H., MEYER, U., CHASSOT, A., JILGT, T. und OBERMAIER O. (2007): Bewertung des NEL-Systems und Schätzung des Energiebedarfs von Milchkühen auf der Basis von umfangreichen Fütterungsversuchen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. VDLUFA-Schriftenreihe 63, Kongressband 2007, 1-22.
- [2] MC CARTHY, B., DELABY, L., PIERCE, M., JOURNOT, F. and HORAN, B. (2011): Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal* 5, 784–794.
- [3] KOLVER E.S. and MULLER L.D. (1998): Performance and nutrient intake of high producing holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81, 1403-1411.
- [4] PICCAND, V., CUTULLIC, E., MEIER, S., SCHORI, F. KUNZ, SCHORI; ROCHE, J. R. and THOMET, P. (2013): Production and reproduction of Fleckvieh, Brown Swiss, and 2 strains of Holstein-Friesian cows in a pasture-based, seasonal-calving dairy system. *J. Dairy Sci.* (in press).
- [5] THOMET P. und STEIGER BURGOS, M. (2007): Kuhtyp für die graslandbasierte Milchproduktion. *Agrarforschung* 14 (9): 412-417.
- [6] WILKINSON, J.-M. (2011): Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 5, 1014–1022.
- [7] WÜEST, A. (1995): Aufwand und Ertragsverhältnisse von Holstein, Jersey und Simmentaler Fleckvieh. Diss. ETH, Nr. 11133, Zürich.