

Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme – Analysen zur Lebensmittelkonversionseffizienz

Steinwidder A¹, Frey H², Hofstetter P³, Gazzarin C⁴ & Starz W¹

Keywords: food efficiency, feeding, dairy cows, concentrate, feed no food, pasture.

Abstract

Reducing the amount of human-edible feed in livestock diets is a key factor towards more sustainable livestock systems. Based on results from a conventional whole-system study comparing performance, efficiency, land productivity, and profitability of an indoor-feeding system (SH) and a pasture-based dairy production system (VW) in lowlands of Central Switzerland, the net contribution of these systems to human food protein and energy supply was analysed. Depending on the presumed human-edible fraction, the system VW produced between 6.6 and 11.2 times more human-edible protein and 3.5 to 6.6 times more human-edible energy via animal products than the animals consumed via feeds. For the group SH, these factors were clearly lower but still in a positive range (1.0 to 2.5 and 0.9 and 1.9 for protein and energy respectively). In addition, protein quality in the animal products was considerable higher than protein quality in the potentially human-edible feed components.

Einleitung und Zielsetzung

Wiederkäuer tragen durch ihre Fähigkeit für die Menschen nicht verdauliche, strukturreichere Futtermittel zu nutzen wesentlich zur Lebensmittelversorgung bei. Steigende Einzeltierleistungen, intensivere Fütterungsstrategien mit hochverdaulichen Futterkomponenten und grundfutterarme Rationen führen allerdings dazu, dass die Ressourcenkonkurrenz hinsichtlich Ackerflächen und Lebensmittelversorgung zwischen Tier und Mensch steigt (Cassidy et al. 2013, Ertl et al. 2015, Schader et al. 2015). Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zwei unterschiedliche Milchproduktionssysteme hinsichtlich ihrer Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE = humanernährungstauglicher Output / potenziell humanernährungstauglicher Input via Futtermittel) zu vergleichen.

Tiere, Material und Methoden

Die vorliegende Arbeit wurde auf Basis des in der Schweiz in einer Grünlandgunstlage durchgeführten konventionellen Versuchs „Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain“ erstellt (vgl. Gazzarin et al. 2011, Hofstetter et al. 2011, Sutter et al. 2013, Hofstetter et al. 2014). Dazu wurde der Schulgutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain in zwei flächengleiche Teilbetriebe aufgeteilt. Auf dem Stallhaltungsbetrieb (SH) wurden auf 15,8 ha 24 Milchkühe gehalten (53 % Fleckvieh und 47 % Holstein Friesian). Die Vollweidehaltungsherde (VW) be-

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bio-Institut, Trautenfels 15, 8951, Stainach-Trautenfels, Österreich, andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at, www.raumberg-gumpenstein.at

² BBZN Hohenrain, Sennweidstrasse 35, 6276 Hohenrain, Schweiz, hans-joerg.frey@edulu.ch

³ BBZN Schüpfheim, Chlosterbüel 28, 6170 Schüpfheim, Schweiz, pius.hofstetter@edulu.ch

⁴ Agroscope Tänikon, 8356 Ettenhausen, christian.gazzarin@agroscope.admin.ch

stand aus 28 Milchkühen (50 % Braunvieh und 50 % Fleckvieh) mit einem Flächenanteil von 15,7 ha und die Abkalbungen der VW-Herde erfolgten saisonal von Februar bis April. Der SH-Herde wurde ganzjährig eine Teilmischung bestehend aus Mais-silage, Grassilage, Proteinausgleichs- und Mineralfuttermittel gefüttert, bei Tagesmilchleistungen über 27 kg bekamen die Tiere zusätzlich noch Milchleistungsfutter. Die VW-Kühe wurden zu Laktationsbeginn (Jänner bis März) ad libitum mit qualitativ hochwertigem Belüftungsheu sowie begrenzt mit Kraftfutter gefüttert. Sobald es die Vegetation ermöglichte, wurde auf Kurzrasenweide umgestellt. Die Stallherde erreichte mit 1.094 kg Kraftfutter pro Kuh und Laktation eine Milchleistung von 9.607 kg ECM. Die Weidekühe erhielten demgegenüber nur 285 kg Kraftfutter und gaben bei saisonaler Vollweidehaltung 5681 kg ECM pro Laktation. Die verkaufte Milchmenge lag bei 194 t in der Gruppe SH und bei 165 t in VW (Tabelle 1). Die Kälber (23 bzw. 28 pro Jahr in SH bzw. VW) wurden mit durchschnittlich 76 bzw. 74 kg LG in SH bzw. VW abgegeben; die Bestandesergänzung erfolgte über Jungkühe und lag bei 6,2 bzw. 5,8 Stück pro Jahr in SH bzw. VW (Gazzarin et al. 2011).

Tabelle 1: Daten des Systemvergleichsversuchs (nach Gazzarin et al. 2011, Hofstetter et al. 2011 bzw. eigene Berechnungen)

	Stallhaltung (SH)	Vollweide (VW)
Milchkühe, Stück/Betrieb	24,3	27,9
abgelieferte Milch, t/Jahr	194,11	165,21
Kälberverkauf, Stück (kg LG/Betrieb u. Jahr)	22,8 (1.733)	27,9 (2.065)
Flächenaufteilung und Futterbedarf je Betrieb		
Grünland, ha (t TM/Betrieb u. Jahr ¹⁾)	8,61 (86,58 ¹⁾)	14,60 (146,41)
Maissilage, ha (t TM/Betrieb u. Jahr ¹⁾)	2,89 (48,06 ¹⁾)	0 (0)
Futterweizen, ha (t TM/Betrieb u. Jahr)	0,76 (4,98)	0,50 (3,09)
Körnermais, ha (t TM/Betrieb u. Jahr)	0,64 (4,98)	0,41 (3,09)
Sojakuchen, ha2) (t TM/Betrieb u. Jahr)	1,71 ²⁾ (5,15)	0,11 ²⁾ (0,31)
Maiskleber, ha2) (t TM/Betrieb u. Jahr)	1,20 ²⁾ (7,28)	0,05 ²⁾ (0,31)
Weitere Futtermittel - Futterbedarf je Betrieb		
Trockenschnitzel, t TM/Betrieb u. Jahr	0	0,13
Pflanzenöl, t TM/Betrieb u. Jahr	0,26	0
Melasse, t TM/Betrieb u. Jahr	0,18	0

¹⁾ t/TM/Betrieb u. Jahr: eigene Berechnungen aus Energieaufnahme der Rationskomponenten (Daten: Hofstetter et al. 2011).

²⁾ „Schattenfläche“ – Allokation (Hofstetter et al. 2011)

Die Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE) wurde als Quotient aus dem potenziellen Lebensmittelanteil am Output (Milch, Kalbfleisch) und dem Lebensmittelanteil im Input (Futtermittel) errechnet (Ertl et al. 2015; Ertl et al. 2016a,b). Die LKE wurde auf Basis Rohprotein und Bruttoenergie jeweils getrennt für zwei Szenarien berechnet. In Szenario „IST“ wurde die derzeit technologisch leicht realisierbare Nutzung des Proteins bzw. der Energie in der jeweiligen Komponente (Futter, tierisches Produkt) als Lebensmittelquelle berücksichtigt. Szenario „MAX“ bildet jene Situation ab, welche nach dem derzeitigen Stand der Technik der maximal möglichen Nutzung des Proteins und der Energie als Lebensmittel auf der In- und Output-Seite entspricht. Der für die menschliche Ernährung verwertbare Anteil an Protein und Energie in den Futtermitteln wurden von Ertl et al. (2015 bzw. 2016) übernommen. Da in der Schweizer Untersuchung für die Kalbinnenaufzucht (Remontierung) keine Futterbedarfsdaten vorlagen, wurde in der vorliegenden Arbeit auf der Inputseite der Futterbedarf in der Aufzucht und auf der Output-Seite die Fleischproduktion über die Altkühe nicht berücksichtigt. Aus dem Lebendgewicht (LG) der jährlich abgegebenen Kälber wurde, unter Berücksichtigung der Ausschachtung (50 %), der Verwertung der

Schlachtkörper für den Konsum (IST-Szenario: 64,5 %; MAX-Szenario: 82 %) sowie dem Gesamtenergie- und Proteingehalt von 7,08 kJ/g und 194 g/kg verwerteter Schlachtkörper, der Anteil an verwertbarem Protein und der Gesamtenergie der Kälber berechnet (vergl. Ertl et al., 2016b). Der Anteil an verwertbarem Protein und der Gesamtenergie der Milch wurde aus der tatsächlichen Liefermilchmenge, unter Berücksichtigung der Milchinhaltsstoffe, berechnet. In der LKE weisen Werte über 1,0 darauf hin, dass im betreffenden Tierhaltungssystem ein positiver Beitrag zur Lebensmittelversorgung gegeben ist. Zusätzlich zur quantitativen Betrachtung via LKE wurde auch die Proteinqualität (Protein-Qualitäts-Score; PQS) für die Input- und Output-Seite auf Basis der Aminosäuregehalte und -Verdaulichkeiten bewertet und das Protein-Qualitäts-Verhältnis (PQV=PQS-Output/PQS-Input) errechnet. Das Produkt aus $LKE_{\text{Protein}} \cdot PQV$ beschreibt die Veränderung im Wert des Proteins für die menschliche Ernährung (Qualität und Quantität) (vergl. Ertl et al. 2016a).

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass diese auf Basis eines konventionellen Versuchs errechnet wurden. Sowohl die erzielten (Grundfutter-)Milchleistungen als auch die Fütterungsintensitäten bilden jedoch einen Bereich ab, der auch für ökologisch wirtschaftende Betriebe von Relevanz ist.

Tabelle 2: In- und Output an konsumierbarer/m Energie bzw. Protein, Proteinqualität-Score (PQV) und Lebensmittel-Konversionseffizienzen (LKE)

	Stallhaltung (SH)				Vollweide (VW)			
	Energie (GJ)		Protein (kg)		Energie (GJ)		Protein (kg)	
	IST	MAX	IST	MAX	IST	MAX	IST	MAX
Input-konsumierbare/s Energie/Protein								
Maissilage	169	399	740	1752	0	0	0	0
Mais	65	84	328	422	40	52	204	262
Weizen	54	91	377	628	34	2	234	390
Trockenschnitzel	0	0	0	0	0	0	0	0
Maiskleberfutter	0	67	0	1956	0	3	0	83
Sojakuchen	45	70	1269	2334	3	0	76	140
Pf. Öl+								
Melasse+Trockenschnitzel	0	10	0	20	0	87	0	0
Summe Input	333	721	2713	7111	77	144	513	874
Input-Proteinqualität-Score			0,68	0,60			0,49	0,50
Output-konsumierbare/s Energie/Protein								
Erzeugung Milch je Betrieb	620	620	6794	6794	505	505	5617	5617
Erzeugung Fleisch	4	5	108	138	5	6	129	164
Summe Output	624	625	6902	6932	509	511	5746	5781
Output-Proteinqualität-Score	-	-	1,16	1,16	-	-	1,16	1,16
LKE für Energie u. Protein¹⁾	1,9	0,9	2,5	1,0	6,6	3,5	11,2	6,6
LKE_{Protein}*PQV¹⁾	-	-	4,4	1,9	-	-	26,2	15,3

¹⁾ Effizienzfaktoren: Werte > 1 weisen auf eine positive Netto-Lebensmittelproduktion bzw. auf eine Zunahme im Wert der Proteinversorgung für die menschliche Ernährung hin

Vergleichbar mit Ergebnissen der Literaturergebnissen zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Fütterungsstrategien (Cassidy et al. 2013, Ertl et al. 2015, Schader et al. 2015). Auf der Input-Seite lag die Stallhaltungsgruppe (SH) im potenziellen Lebensmittelanteil sowohl bei Betrachtung des Proteins als auch der Energie deutlich über der Vollweidegruppe (VW) (Tabelle 2). Im Szenario IST war der Protein-Input in SH 5,3-mal höher und der Energie-Input 4,3-mal höher als in VW. Würde nur für die Kraftfutterkomponenten und für die Maissilage kein potenzieller Lebensmittelanteil unterstellt werden, dann würden sich für SH im IST-Szenario auf der Input-Seite

die Einsatzmengen auf 1.973 kg XP und 165 GJ BE verringern. Bedingt durch die höhere Milchproduktion ergab sich für SH auf der Output-Seite eine höhere Brutto-Lebensmittelbereitstellung als in Gruppe VW. Im IST-Szenario war sowohl der Protein- als auch Energie-Output in SH um 1,2-mal höher als in VW. In der LKE errechnete sich für Protein bzw. Energie in der Gruppe SH im IST-Szenario mit 2,5 bzw. 1,9 eine positive Bilanz. In der Vollweidegruppe lag die LKE mit 11,2 für Protein und 6,6 für Energie deutlich höher. In Szenario MAX ging die LKE in beiden Gruppen zurück, weil vor allem eine höhere potenzielle Verwertung der Futtermittel für die menschliche Ernährung unterstellt wurde, während die Verwertung der Milch in beiden Varianten gleich war (100 %). Würde für die Maissilage kein potenzieller Lebensmittelanteil unterstellt werden, dann würden sich für SH im IST-Szenario eine LKE von 3,5 für Protein und 3,8 für die Energie ergeben. Bei Berücksichtigung der Proteinqualität verbesserte sich die Protein-LKE in beiden untersuchten Fütterungsgruppen. Dieser Effekt ist auf die geringere Proteinqualität in den verfütterten pflanzlichen Produkten zurückzuführen (vergl. Ertl et al. 2016a,b). Werden sowohl Unterschiede in der Quantität als auch in der Qualität berücksichtigt ($LKE_{\text{Protein}} \cdot PQV$), so war die Wertigkeit des Proteins für die menschliche Ernährung im IST-Szenario in den tierischen Produkten um 4,4 (SH) bzw. 26,2 (VW) mal höher als in den Futtermitteln.

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse weisen auf den positiven Beitrag einer weide- und graslandbasierten Milchviehhaltung mit geringem Krafftutereinsatz zur Lebensmittelversorgung hin. Obwohl in der Stallhaltungsgruppe, bei bedarfsangepasstem Krafftutereinsatz, eine hohe Milchleistung pro Einzeltier und auch eine hohe Grundfutterleistung erreicht wurden, lag diese Gruppe in der LKE auf tieferem Niveau als die Vollweidegruppe. Bei vermehrtem Einsatz lebensmitteltauglicher Futterkomponenten muss daher auch bei steigender Milchleistung mit einer Abnahme der LKE gerechnet werden.

Literatur

- Cassidy ES, West PC, Gerber JS & Foley JA (2013) Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare. *Environmental Research Letters* 8: 8.
- Ertl P, Klocker H, Hörtenhuber S, Knaus W & Zollitsch W (2015) The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems* 137: 119-125.
- Ertl P, Knaus W & Zollitsch W (2016a) An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal* 10(11): 1883-1889 doi:10.1017/S1751731116000902.
- Ertl P, Steinwider A, Schönauer M, Krimberger K, Knaus W & Zollitsch W (2016b) Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including occupation of different land categories. *Die Bodenkultur* 67(2): 91-103.
- Gazzarin C, Frey H-J, Petermann R & Höltschi M (2011) Weide-oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2(9): 418-423.
- Hofstetter P, Frey H & Petermann R (2011) Stallhaltung versus Weidehaltung - Futter, Leistungen und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2(9): 402-411.
- Hofstetter P, Frey H-J, Gazzarin C, Wyss U & Kunz P (2014) Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *The Journal of Agricultural Science* 152: 1-18.
- Schader C, Muller A, Scialabba NE, Hecht J, Isensee A, Erb KH, Smith P, Makkar HPS, Klocke P, Leiber F, Schwegler P, Stolze M & Niggli U (2015) Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *Journal Royal Society Interface* 12(113): 20150891.
- Sutter M, Nemecek T & Thomet P (2013) Vergleich der Ökobilanzen von stall- und weidebasierter Milchproduktion. *Agrarforschung Schweiz* 4(5): 230-237.