

Efficiences de conversion nutritionnelle entre garde à l'étable et au pâturage

Andreas Steinwider¹, Pius Hofstetter², Hansjörg Frey³ et Christian Gazzarin⁴

¹Institut de recherche de l'agriculture biologique Raumberg-Gumpenstein, 8951 Stainach-Trautenfels, Autriche

²Centre de formation professionnelle Nature et alimentation de Schüpfheim, 6170 Schüpfheim, Suisse

³Centre de formation professionnelle Nature et alimentation de Hohenrain, 6276 Hohenrain, Suisse

⁴Agroscope, Institut des sciences en durabilité agronomique IDU, 8356 Ettenhausen, Suisse

Renseignements: Andreas Steinwider, e-mail: andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at et

Pius Hofstetter, e-mail: pius.hofstetter@edulu.ch



L'efficiences de conversion nutritionnelle (ECN) porte sur la concurrence pour la nourriture (protéines et énergie) entre les êtres humains et les animaux de rente. Les systèmes de production laitière basée sur les herbages se positionnent favorablement dans ce contexte. (Photo: Gabriela Brändle, Agroscope)

Introduction

En Suisse, les pâturages couvrent 69% de la surface agricole, ce qui est au-dessus de la moyenne de nos voisins européens (Eurostat 2016). La surface de maïs destinée à l'ensilage est plutôt faible, parce que les pâturages (naturels et artificiels) ont en Suisse un potentiel de récolte plus élevé et parce que la surface dévolue à la culture

de céréales limite la surface restante (Reidy et Ineichen 2016). De plus en plus d'études s'intéressent aux questions écologiques, économiques et nutritionnelles des différents systèmes de production laitière, en particulier par rapport à l'utilisation d'aliments concentrés (Zehetmeier *et al.* 2011; Hofstetter *et al.* 2014; Leiber *et al.* 2015;

Leiber 2016). L'industrie du fourrage et la grande distribution sont conscientes de la problématique de l'utilisation de protéines de soja pour la production laitière, et des alternatives sont recherchées sur le continent européen (Soja Netzwerk Schweiz 2016; Grüter 2016).

Les ruminants contribuent à une alimentation humaine variée par leur capacité à produire du lait à partir d'hydrates de carbone non consommables par l'homme. La sélection d'animaux performants ainsi que des stratégies de fourrage plus intensives ont abouti à une utilisation accrue de fourrage également consommable par les humains (Baur 2011; Erdin et Giuliani 2011; Reidy et Ineichen 2015). Ainsi, la surface agricole dévolue au fourrage entre en concurrence avec les surfaces agricoles dédiées à l'alimentation humaine (Ertl *et al.* 2015). C'est pourquoi, non seulement l'efficience du fourrage, mais également l'efficience de la conversion nutritionnelle (ECN) jouent un rôle important (Wilkinson 2011). Basé sur cette hypothèse, l'output pour la nutrition humaine des animaux productifs (viande, lait, etc.) est comparé avec l'input de fourrage (herbage, ensilage, concentré, soja, etc.) potentiellement consommable par les humains. La qualité des acides aminés dans les produits animaux est en moyenne plus favorable à l'alimentation humaine que celle des protéines du fourrage (Ertl *et al.* 2016a), raison pour laquelle il est nécessaire de prendre en considération la composition des acides aminés, en plus du calcul de l'ECN.

Le but de cette étude était d'évaluer deux systèmes de production laitière – la garde à l'étable (GE) et la garde au pâturage (GP) – et de comparer leur efficience de conversion nutritionnelle (ECN).

Animaux, matériel et méthode

Dans le projet de recherche suisse «garde à l'étable vs garde au pâturage – alimentation, performance et efficience», deux systèmes de production laitière (GE vs GP) ont été comparés sur une même exploitation durant trois ans. Les aspects technique, économique et écologique de la production ont été analysés à cette occasion (Gazzarin *et al.* 2011; Hofstetter *et al.* 2011; Wyss *et al.* 2011; Sutter *et al.* 2013; Hofstetter *et al.* 2014; Wolfthaler *et al.* 2016).

Dans la partie de l'exploitation dévolue à la GE (15,8 ha), un troupeau de 24 vaches laitières (53% race brune et 47% Holstein) a été nourri toute l'année avec une ration mélangée partielle composée d'ensilage d'herbes, d'ensilage de maïs, de correcteur azoté et d'aliments minéraux. Le fourrage protéique pour la GE a été acheté en dehors de la ferme. Ces vaches laitières ont reçu en

Résumé ■ Cette étude compare deux systèmes de production laitière – garde à l'étable (GE) et garde au pâturage (GP) – sur les plans technique, économique et écologique. L'essai s'est déroulé durant trois ans sur une même exploitation suisse divisée en deux parties. La contribution nette de protéines et d'énergie pour l'alimentation humaine de ces deux systèmes a été comparée. Après prise en considération de la composition du fourrage également consommable par les humains, le système GP a produit via les produits animaux entre 6,6 et 11,2 fois plus de protéines comestibles pour les humains et entre 3,5 à 6,5 fois plus d'énergie utilisable. Pour le système GE, les résultats étaient moindres, mais avec un bilan positif (1,0 jusqu'à 1,25 pour les protéines et de 0,9 à 1,9 pour l'énergie). La qualité des protéines animales était supérieure à la qualité des protéines du fourrage potentiellement consommable par les êtres humains.

Tableau 1 | Résultats des différents systèmes de garde (d'après Gazzarin *et al.* 2011; Hofstetter *et al.* 2011 et calculs supplémentaires¹)

	Garde à l'étable (GE)	Garde au pâturage (GP)
Vache laitière, pièce-système	24,3	27,9
Lait livré, t/an	194,11	165,21
Matière grasse du lait (respectivement protéines), %	4,1 (3,5)	3,8 (3,4)
Vente de veaux, pièce (kg PV/système-année)	22,8 (1733)	27,9 (2065)
Répartition de surface et besoin de fourrage par système		
Herbage, ha (t MS/système-année ¹)	8,61 (86,61)	14,60 (146,41)
Ensilage de maïs, ha (t MS/système-année ¹)	2,89 (48,11)	0 (0)
Blé fourrager, ha (t MS/système-année)	0,76 (4,98)	0,50 (3,09)
Grains de maïs, ha (t MS/système-année)	0,64 (4,98)	0,41 (3,09)
Tourteau de pression de soja, ha ² (t MS/système-année)	1,712 (5,15)	0,11 ² (0,31)
Gluten de maïs, ha ² (t MS/système-année)	1,202 (7,28)	0,05 ² (0,31)
Autres fourrages – Besoin de fourrage par système		
Granulés, t MS/système-année	0	0,13
Huile végétale, t MS/système-année	0,26	0
Mélasses, t MS/système-année	0,18	0

¹t/MS par système-année: calcul de consommation d'énergie de la composante de rotation alimentaire (Données: Hofstetter *et al.* 2011).

²«Zones d'ombre» – Attribution, voir Hofstetter *et al.* 2011. PV = poids vif, MS = matière sèche.

plus un concentré pour vaches laitières équilibré, adapté à leur performance via une station automatique avec un système électronique. Le troupeau GE a atteint une performance laitière de 9607 kg EMC avec 1094 kg de concentré par vache et lactation. Dans le troupeau GE, l'ingestion d'énergie s'est faite par l'ensilage d'herbe (40,5%), l'ensilage de maïs (32,2%), les concentrés (19,6%) et l'herbe (4,2%) (Hofstetter *et al.* 2011).

Le troupeau GP était constitué de 28 vaches laitières (50% race brune et 50% race tachetée). Le vêlage du troupeau GP s'est étendu de février à avril. La surface de l'exploitation dédiée à la GP était de 15,7 ha. Les vaches GP ont été alimentées au début de la lactation (janvier à mars) à volonté avec du foin séché de haute qualité et avec une quantité limitée d'aliments concentrés. Dès que la végétation l'a permis, les vaches ont été mises au pâturage à gazon court. Le troupeau GP a atteint une performance laitière de 5681 kg EMC avec 285 kg de concentrés par vache et lactation. Quant à l'ingestion d'énergie des vaches GP, elle s'est élevée à 62,7% d'herbe et à 25,4% de foin séché (Hofstetter *et al.* 2011). La quantité de lait vendue annuellement a été de 194 t pour GE et de 165 t pour GP (tabl. 1). Les veaux (23 GE et 28 GP) ont été vendus à un poids vif de 76 kg, contre 74 kg en moyenne. Le remplacement du troupeau par

des vaches primipares a été de 6,2 (GE) et de 5,8 (GP) par an (Gazzarin *et al.* 2011).

L'ECN a été calculée comme quotient à partir de l'output et de l'input. L'output correspond au lait et à la viande de veau potentiellement produits et l'input à la part de fourrage potentiellement consommable par l'homme (Ertl *et al.* 2015; Ertl *et al.* 2016a, b).

L'ECN a été calculée selon deux scénarios, l'un et l'autre concernent la relation entre l'énergie brute (EB) et la teneur en protéines (XP). Le scénario IST considère tous les éléments composant le fourrage facilement transformables pour l'alimentation humaine, alors que dans le scénario MAX, la transformation en aliment comestible dépend des dernières avancées technologiques. La part de protéines et d'énergie du fourrage utilisable pour l'alimentation humaine a été reprise d'Ertl *et al.* (2015; 2016a, b) (tabl. 2).

Dans cette étude n'ont été incluses ni la quantité de fourrage pour l'élevage (dans l'input) ni les carcasses de vaches laitières (dans l'output).

La part de protéines utilisables et de l'énergie totale a été calculée à partir du poids vif des veaux vendus annuellement, en tenant compte d'une exploitation de 50% et de l'utilisation des carcasses pour la consommation de 64,5% dans le scénario IST et de 82% dans le

scénario MAX (Ertl *et al.* 2016b). La teneur en énergie totale et en matière azotée des carcasses utilisables était de respectivement 7,08 kJ/g et de 194 g/kg. La partie de protéines et d'énergie totale du lait a été calculée à partir du lait livré et de sa teneur en sous-composants.

Une ECN supérieure à 1,0 indique une contribution positive de ce système de production à l'approvisionnement de l'alimentation humaine. En plus d'une considération purement quantitative de l'ECN, une analyse qualitative des protéines de l'input et de l'output a été réalisée. Sur la base des teneurs en acides aminés et des digestibilités, un score protéines-qualité (SPQ) a été déterminé pour l'input et l'output, à partir duquel on a calculé le rapport protéines-qualité (RPQ) en divisant l'output SPQ par l'input SPQ.

Le produit de l'ECN_{protéine}*RPQ décrit la modification en termes de valeur de protéines pour l'alimentation humaine (Quantité et qualité; Ertl *et al.* 2016a).

Résultats et discussion

Les résultats de l'ECN pour les protéines et l'énergie ainsi que l'ECN_{protéine}*RPQ sont présentés dans le tableau 3. Concernant la composition du fourrage, la partie potentiellement consommable par l'humain était plus élevée, en termes d'énergie et de protéines, dans le groupe GE que dans le groupe GP. Grâce à une production de lait supérieure des vaches GE, l'output de GE dépasse celui de GP.

Dans le scénario IST, l'input contient 2713 kg de XP et 333 GJ EB pour la GE, de même que 513 kg de XP et 77 GJ d'EB pour la GP. D'après ce résultat, l'input de protéines potentiellement consommable par l'humain de GE était 5,3 fois supérieur à la GP et l'input d'EB 4,3 fois plus élevé pour la GE. Si l'ensilage de maïs n'est pas considéré comme aliment consommable par les humains, la quantité de XP se réduit à 1973 kg (-27%) et celle d'EB à 165 GJ (-50%). Toujours dans le scénario IST, l'output contient pour la GE 6902 kg XP et 624 GJ d'EB et pour la GP 5746 kg XP et 509 GJ. L'output de protéines et d'énergie de GE est donc 1,2 fois supérieur à GP dans ce scénario. Dans le groupe GE, l'ECN montre un bilan positif, avec 2,5 pour les protéines et 1,9 pour l'énergie. Dans le groupe GP, l'ECN est nettement supérieure, avec 11,2 pour les protéines et 6,6 pour l'énergie. Cette importante différence d'ECN est majoritairement attribuable à la composition du fourrage dans les deux systèmes de garde.

Ertl *et al.* (2015) ont réalisé une enquête auprès d'exploitations laitières en Autriche et ont trouvé des différences d'ECN d'énergie (modèle moyen: 0,5 à 3,0) et de protéines (0,5 à 2,2) pour toute la production laitière (élevage inclus) entre les exploitations. Les auteurs ont constaté une corrélation négative entre l'ECN et l'utilisation de concentrés ou le besoin de surface arable par kg de lait produit. Une corrélation positive a été trouvée entre l'ECN et la quantité d'herbage dans le fourrage.

Tableau 2 | Part d'énergie et de protéines potentiellement utilisables pour l'alimentation humaine dans les scénarios IST et MAX (en %) et score d'acide aminé (DIAAS; Ertl *et al.* 2016a, b)

	Energie (%)		Protéines (%)		DIAAS (%) ¹
	IST	MAX	IST	MAX	
Herbage (foin, ensilage d'herbe, pâturage)	0	0	0	0	n. e.
Ensilage de maïs	19	45	19	45	42
Grains de maïs	70	90	70	90	42
Blé fourrager	60	100	60	100	40
Betteraves sucrières	0	0	0	0	n. e.
Gluten de maïs	0	40	0	40	42
Tourteau de pression de soja	42	65	50	97	97
Huile végétale	0	80	0	0	n. e.
Mélasses	0	80	0	80	n. e.
Lait entier	100	100	100	100	116
Viande de veau	100	100	100	100	109

¹ DIAAS = *digestible indispensable amino acid score* (score d'acide aminé digestible indispensable; IDF 2014); n. a. = non analysé.

Tableau 3 | Input et output d'énergie et de protéines potentiellement consommables par l'humain, score protéines-qualité (SPQ), rapport protéines-qualité (RPQ) et efficience de conversion nutritionnelle (ECN)

	Garde à l'étable (GE)				Garde au pâturage (GP)			
	Energie (GJ)		Protéines (kg)		Energie (GJ)		Protéines (kg)	
	IST	MAX	IST	MAX	IST	MAX	IST	MAX
Input								
Ensilage de maïs	169	399	740	1752	0	0	0	0
Maïs	65	84	328	422	40	52	204	262
Blé fourrager	54	91	377	628	34	2	234	390
Granulés	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluten de maïs	0	67	0	1.956	0	3	0	83
Tourteau de pression de soja	45	70	1269	2334	3	0	76	140
Huile végétale, mélasse, granulés	0	10	0	20	0	87	0	0
Somme de l'input	333	721	2713	7111	77	144	513	874
Score input protéines-qualité (SPQ_i)			0,68	0,60			0,49	0,50
Output								
Lait	620	620	6794	6794	505	505	5617	5617
Viande	4	5	108	138	5	6	129	164
Somme de l'output	624	625	6902	6932	509	511	5746	5781
Score output protéines-qualité (SPQ_o)	–	–	1,16	1,16	–	–	1,16	1,16
Facteurs d'efficience (output: input)								
Rapport de qualité-protéine¹			1,7	1,9			2,3	2,3
ECN¹	1,9	0,9	2,5	1,0	6,6	3,5	11,2	6,6
ECN_{Protéine}*RPQ¹	–	–	4,4	1,9	–	–	26,2	15,3

¹ Une ECN supérieure à 1,0 indique une contribution positive de ce système de production à l'approvisionnement de l'alimentation.

Comparées à notre étude, les ECN des systèmes de production autrichiens étaient plus basses, ce qui s'explique par une bonne efficience des deux systèmes de production considérés dans notre étude, en particulier dans le groupe GP. Les ECN élevées par rapport à celles d'Ertl *et al.* (2015) s'expliquent en partie par la non-considération de l'input et de l'output liés au remplacement de vaches primipares dans cette étude. La faible proportion d'herbage dans le fourrage d'élevage et une production intense auraient pu faire baisser nos ECN. Pour atteindre l'âge cible des vaches primipares (24 à 25 mois) dans le groupe GP, beaucoup d'ensilage de maïs et de concentrés devraient potentiellement être utilisés.

Dans le scénario MAX, les ECN sont plus basses dans les deux systèmes de production, car une plus grande quantité de l'input peut être transformée en aliment comestible grâce aux dernières avancées technologiques

– alors que l'output (lait, viande) reste le même. L'ECN de GE était comprise entre 0,9 pour l'énergie et 1,0 pour les protéines. Dans ce scénario, l'ECN de GP montre un bilan positif de 6,6 pour les protéines et de 3,5 pour l'énergie. Selon Ertl *et al.* (2015), lors de l'évaluation de la part énergétique et protéinique potentiellement utilisable pour l'alimentation humaine de l'ensilage de maïs, on a admis une valorisation directe par l'organisme humain; cela permet d'utiliser les grains en laissant les plants de maïs se développer jusqu'à pleine maturité sur des sites favorables. Si l'ensilage de maïs n'est pas considéré comme aliment consommable par les humains sur le modèle de Wilkinson (2011), l'ECN de GE dans le scénario IST est de 3,5 pour les protéines et de 3,8 pour l'énergie. En poursuivant avec cette hypothèse, l'ECN de GP serait 3,2 fois plus importante pour les protéines et 1,7 fois pour l'énergie par rapport à l'ECN de GE.

Dans l'analyse concernant les différences en termes de quantité et de qualité des protéines, tant dans l'input que dans l'output ($ECN_{\text{protéines}} \cdot RPQ$), l'efficience s'améliore dans les deux groupes. Cet effet est dû à la qualité inférieure des protéines végétales du fourrage, comparé aux protéines animales (Ertl *et al.* 2016a, b). Dans le scénario IST, la valeur des protéines d'origine animale ($ECN_{\text{protéines}} \cdot RPQ$) pour l'alimentation humaine était 4,4 fois plus élevée pour GE et 26,2 fois pour GP, comparée à la valeur des protéines du fourrage. Si l'ensilage de maïs n'est pas considéré comme aliment consommable par les humains, la valeur pour GE augmente à 5,3.

Les bovins d'élevage et les vaches de remplacement n'ont pas été pris en considération dans cette étude. On peut en conclure que l'ECN diminue en fonction de l'intensité croissante de l'affouragement et de la proportion d'herbage plus faible qui y est fréquemment liée.

L'ECN est influencée non seulement par la quantité d'aliments concentrés, mais aussi par leur composition. Lors d'une utilisation accrue de sous-produits industriels (majoritairement riches en carbohydrates structuraux) dans l'affouragement, l'ECN peut être augmentée.

Même si les résultats de cette étude de trois ans sur l'ECN sont comparables aux résultats économiques (Gazzarin *et al.* 2011), il ne s'agit pas encore de les généraliser. Avec la croissance de la population mondiale et la raréfaction des res-

sources qui va de pair, on peut cependant s'attendre à une meilleure efficience de la conversion nutritionnelle qui aura un impact positif croissant du point de vue économique.

Conclusions

Les résultats d'efficience de conversion nutritionnelle indiquent une contribution positive de la production laitière en pâture intégrale pour l'approvisionnement alimentaire. Bien qu'avec la garde à l'étable, on constate une lactation supérieure par vache grâce à une distribution d'aliments concentrés selon les besoins et une efficacité alimentaire supérieure, l'ECN de GE s'est avérée inférieure à GP dans notre étude. Cette différence d'ECN entre les deux systèmes est imputable à la quantité inférieure de protéines et d'énergie potentiellement consommables par l'humain dans l'input de GP.

Dans le scénario MAX, dans lequel la transformation en aliment comestible dépend des dernières avancées technologiques, l'ECN diminue par rapport au scénario IST, car la part de l'input potentiellement consommable par l'humain augmente.

L'output de l'énergie et des protéines potentiellement consommable est réalisé principalement par le lait produit. La partie de l'output due à la viande de veau est marginale, avec un léger avantage pour le système GP. ■

Bibliographie

- Baur P., 2011. Sojaimporte Schweiz. Möglichkeiten und Grenzen der Reduktion/Vermeidung von Sojaimporten in die Schweiz. Schlussbericht, Agrofutura AG, CH-5070 Frick.
- Erdin D. & Giuliani S., 2011. Kraftfutterverbrauch der gemolkene Kühe. Bundesamt für Statistik (BFS), SBV Statistik. LMZ 5/2011.
- 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. & W. Zollitsch, 2016a. An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal*: 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: Journal of Land Management, Food and Environment* **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.
- Grüter L., 2016. Eiweissversorgung aus der Sicht der Futtermittelindustrie. Umdenken in der Eiweissversorgung der Nutztiere. *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung* **39** (Hrsg. Kreuzer M., Lanzini T., Liesegang A., Bruckmaier R. & Ulbrich S.E.), Zürich.
- Hofstetter P., Frey H., Petermann R., Gut W., Herzog L. & Kunz P., 2011. Comparaison de systèmes de production laitière à Hohenrain. Garde à l'étable vs garde au pâturage – alimentation, performances et efficience. *Recherche Agronomiques Suisse* **2** (9), 402–411.
- Hofstetter P., Frey H.-J., Gazzarin C., Wyss U. & Kunz P., 2014a. Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *The Journal of Agricultural Science* **152**, 994–1011.
- Hofstetter P., Akert, F., Kneubühler, L., Kunz, P., Frey, H.-J., Estermann, J., Gut, W., Höltschi, M., Menzi, H., Petermann, R., Schmid, H. & Reidy, B., 2014b. Optimierung von Milchproduktionssystemen mit Eingrasen. Systemvergleich Hohenrain II. In: Grasland- und weidebasierte Milchproduktion (Hrsg. Reidy B., Gregis B. & Thomet P.), *Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* **16**, 27–31.
- IDF, 2014. Interpretation of Protein Quality Methodology: Change to DIAAS. International Dairy Federation (IDF), Brüssel, IDF Factsheet. Accès: <http://www.idfdairynutrition.org/Files/media/FactSheetsHP/IDF-Factsheet---Interpretation-of-Protein-Quality.pdf> [24.5.2016].
- Leiber F., 2016. Eiweiss für CH-Biotiere: klare Optionen beim Rind, offene Fragen bei Huhn und Schwein. Umdenken in der Eiweissversorgung der Nutztiere. *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung* **39** (Hrsg. Kreuzer M., Lanzini T., Liesegang A., Bruckmaier R., Ulbrich S.E.), Zürich.
- Leiber F, Dorn K., Probsts J.K., Isensee A., Ackermann N., Kuhn A. & Spengler Neff A., 2015. Concentrate reduction and sequential roughage offer to dairy cows: effects on milk protein yield, protein efficiency and milk quality. *J. Dairy Research* **82**, 272–278.
- Reidy B. & Ineichen S., 2016. Wiesenfutter – die wichtigste Eiweisquelle für Wiederkäuer. Umdenken in der Eiweissversorgung der Nutztiere. *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung* **39** (Hrsg. Kreuzer M., Lanzini T., Liesegang A., Bruckmaier R., Ulbrich S.E.), Zürich.
- Reidy B. & Ineichen S., 2015. Rationenzusammensetzung und Futterautonomie von Schweizer Milchproduktionsbetrieben. 59. Jahrestagung der AGGF in Aulendorf, Tagungsband (Hrsg. Messner J. & Elsässer M.), Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW).
- Soja Netzwerk Schweiz, 2016. Accès: <http://www.sojanetzwerk.ch> [24.5.2016].
- Sutter M., Nemecek T. & Thomet P., 2013. Analyse de cycle de vie de la production laitière au pâturage et à l'étable. *Recherche Agronomique Suisse* **4** (5), 230–237.
- Wilkinson J. M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* **5** (7), 1014–1022.
- Wyss U., Mauer J., Frey H. J., Reinhard T., Bernet A. & Hofstetter P., 2011. Comparaison de systèmes de production laitière à Hohenrain. Qualité du lait et saisonnalité des livraisons de lait. *Recherche Agronomique Suisse* **2** (9), 412–417.
- Wolfthaler J., Frey H., Hofstetter P., Gazzarin C., Kantelhardt J., Kirchwegger S. & Steinwider A., 2015. Ökonomische Bewertung der Milchproduktionssysteme «Vollweide- und Stallhaltung» auf Basis eines Systemvergleich-Versuchs für die kleinstrukturierte Landwirtschaft im Berggebiet des Alpenraums. Abschlussbericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2016, 66 p.
- Zehetmeier, M., Baudracco, J., Hoffmann, H. & Heissenhuber, A., 2011. Dose increasing milk yield per cow reduce greenhouse gas emissions? A system approach. *Animal* **6**, 154–166.

Riassunto**Efficienza di conversione alimentare dei sistemi di produzione lattieri in stalla e a pascolo**

Uno studio sistemico svizzero ha confrontato, nell'arco di tre anni, il sistema di produzione lattiero basato sull'afforaggiamento in stalla con quello a pascolo integrale, paragonandone gli aspetti produttivi, economici ed ecologici in un'azienda sperimentale divisa. Partendo da questo studio, nel presente lavoro si è analizzato il contributo dei due sistemi alla produzione alimentare netta. A seconda di come si considerano le sostanze nutritive degli alimenti per animali assimilabili dall'uomo, i prodotti di origine animale derivanti dal sistema a pascolo integrale contenevano una quantità di proteine assimilabili dall'uomo tra le 6,6 e le 11,2 volte superiore rispetto a quella assunta dal bestiame attraverso il foraggio e un valore di energia tra le 3,5 e le 6,6 volte superiore. Nel sistema basato sulla nutrizione in stalla questi valori erano decisamente inferiori, per quanto pur sempre positivi (tra 1,0 e 2,5 per quanto riguarda le proteine e tra 0,9 e 1,9 per quanto riguarda l'energia). La qualità delle proteine dei prodotti di origine animale era inoltre nettamente superiore rispetto a quella riscontrata nelle componenti del foraggio potenzialmente commestibili per l'uomo.

Summary**Analysis of pasture-based- or indoor-feeding-dairy production on the net contribution to human food supply**

In a whole-system study in lowland of Central Switzerland from 2007 to 2010 compared the performance, efficiency, land productivity and profitability of indoor-feeding (SH) dairy production with that of pasture-based feeding (VW) dairy production. In the present study 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 until 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 until 2.5 and 0.9 until 1.9 for protein and for energy respectively). In addition, protein quality in the animal products was considerable higher than protein quality in the potentially human-edible feed components.

Key words: dairy farming, food conversion efficiency, indoor feeding, pasture-based feeding, energy and protein, protein quality.