

# Agrarwir

## Nachhaltigkeit des Kraftfuttereinsatzes in der Milchviehhaltung

Gabriele Mack, Albert Zimmermann und Christoph Moriz, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, CH-8356 Ettenhausen  
Auskünfte: Gabriele Mack, E-Mail: gabriele.mack@art.admin.ch, Tel. +41 052 368 31 31

### Zusammenfassung

**Die Futterpreise sind wichtige Bestimmungsfaktoren des Kraft- und Grundfuttereinsatzes in der Milchviehhaltung. Berechnungen mit dem Modellsystem SILAS zeigen, dass bei weiteren Zollsenkungen und damit günstigeren Preisen für Kraftfuttermittel deutlich höhere Kraftfuttergaben wirtschaftlich werden. Nachhaltigkeitsanalysen, welche neben den ökonomischen gleichzeitig die sozialen und ökologischen Auswirkungen mit einbeziehen, ergeben für moderate Preissenkungen (bis zu 65 Franken je Dezitonne Milchleistungsfutter) eine Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Milchviehhaltung. Darüber hinausgehende Preissenkungen führen jedoch infolge des abnehmenden Nettoselbstversorgungsgrads an Nahrungsmitteln und der zunehmenden Umweltbelastungen durch den Kraftfutteranbau zu einer deutlichen Verschlechterung der Nachhaltigkeit.**

In der Schweizer Milchviehhaltung sind Kraftfuttermittel<sup>1</sup> bezogen auf ihren Futterwert teurer als Grundfutter. Deshalb setzen die Milchproduzenten Kraftfuttermittel sehr sparsam ein (IFCN, 2002). Aus ökologischen und gesellschaftlichen Gründen ist dieses Verhalten mehrheitlich als positiv zu bewerten. Arbeiten von Zimmermann (2006) und Kränz-

lein (2009) zeigen beispielsweise, dass Milchviehsysteme mit niedrigen Kraftfuttergaben einen geringeren Energiebedarf je kg Milch aufweisen als solche mit höheren Gaben. Eine Reihe von Autoren bewerten auch deren geringeren Verbrauch an Ackerflächen für die Kraftfuttererzeugung als positiv (Schuhmacher 2006; Gazzarin *et al.* 2004). Bezüglich der

Verminderung von Treibhausgasemissionen schneiden dagegen Milchviehsysteme mit niedrigeren Kraftfuttergaben schlechter ab, wie Untersuchungen von Lovett *et al.* (2006) zeigen.

Es ist damit zu rechnen, dass Kraftfuttermittel in der Schweiz in den nächsten Jahren günstiger werden. Im Rahmen der Agrarpolitik 2011 hat der Bund bereits Zollsenkungen auf Kraftfuttermittel beschlossen, zum Teil sind diese schon umgesetzt. Im Falle eines Agrarfreihandelsabkommens der Schweiz mit der europäischen Union würden sich die Preise sogar an das wesentlich tiefere Niveau der EU angleichen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob künftig höhere Kraftfuttergaben in der Schweizer Milchviehhaltung zu erwarten sind und welche ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Konsequenzen sich daraus ergeben.

Ziel dieses Beitrags ist es, die Zukunftsfähigkeit und damit die Nachhaltigkeit der Schweizer Milchviehhaltung unter veränderten Kraftfutterpreisen zu beurteilen. Der Beitrag zieht die relevanten Veränderungen in den Bereichen Ökonomie, Soziales und Ökologie in Betracht (Gazzarin *et al.* 2004).



Foto: Christian Gazzarin, ART.

<sup>1</sup>Kraftfuttermittel zeichnen sich durch eine hohe Konzentration an Nährstoffen und wenig Rohfasern aus. Dazu zählen Einzelfuttermittel wie Körnermais, Gerste, Hirse, Acker- und Sojabohnen oder Mischfuttermittel wie Milchleistungsfutter.

# tschafft

Tab. 1. Indikatoren zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Milchproduktion

Indikator	Einheit	Berechnungsmethode, Modellannahmen
<b>Ökonomie</b>		<b>Wettbewerbsfähige und effiziente Milchproduktion</b>
Produktionskosten	Fr./kg Milch	Variable und fixe Kosten je Kilogramm Milch. Die familieneigenen und -fremden Arbeitsstunden für Tierbetreuung und Grundfutterbereitstellung werden mit einem Stundenlohn von 26 Fr./h angerechnet.
Arbeitsproduktivität	kg Milch/AKh	Kilogramm produzierte Milch je eingesetzte familieneigene oder -fremde Arbeitsstunde.
Flächenproduktivität	kg Milch/ha Futterfläche	Kilogramm produzierte Milch pro Hektare Futterfläche (erforderliche Fläche für die Erzeugung von eigenen und zugekauften Grund- und Kraftfuttermitteln). Die benötigte Ackerfläche für die Erzeugung von Handelsfuttermitteln wird unabhängig vom Herkunftsland unter Annahme eines Ertrags von 70 dt Kraftfutter/ha ermittelt.
<b>Soziales</b>		<b>Einkommens- und Arbeitssicherheit für die Milchproduzierenden und Versorgungssicherheit für die Bevölkerung</b>
Arbeitsverwertung	Fr./AKh	Arbeitseinkommen je Arbeitskraftstunde. Es berechnet sich aus dem Markterlös und den Direktzahlungen abzüglich der gesamten Kosten mit Ausnahme der familieneigenen und -fremden Arbeitskosten.
Arbeitsbelastung Fütterung	BAKh/Kuh	Belastende Arbeitszeit für die Fütterung je Kuh und Jahr. Es werden alle Arbeitsschritte berücksichtigt, bei denen Massen über 2 kg bewegt werden (Gazzarin und Schick 2003).
Kraftfutterimport	% Import	Importmenge Kraftfuttermittel dividiert durch den Gesamtverbrauch an Kraftfutter. Die Nahrungsmittelsicherheit, gewährleistet durch eine ausreichende Selbstversorgung mit inländischen Nahrungsmitteln, hat für die Schweizer Konsumentinnen und Konsumenten einen hohen Stellenwert und ist als Leistungsauftrag in der Bundesverfassung verankert. Mit zunehmendem Kraftfutterimport sinkt der Nettoselbstversorgungsgrad.
<b>Ökologie</b>		<b>Sparsamer Umgang mit Ressourcen und Vermeidung von Umweltbelastungen</b>
Energiebedarf	MJ-Äq./kg Milch	Direkter und indirekter Bedarf an nicht erneuerbaren Energieressourcen. Dies beinhaltet den Primärenergieaufwand für die Bereitstellung von Energieträgern (vor allem Strom und Diesel) und anderen verwendeten Produktionsfaktoren (z.B. Produktion und Transport von Dünge- und Kraftfuttermitteln). Für im Ausland hergestellte Futtermittel wird in den Modellrechnungen aufgrund der Transportaufwendungen ein höherer Energieaufwand in Rechnung gestellt als für inländisch hergestelltes Futter.
Eutrophierungspotenzial	kg N-Äq./ha LN	Potenzielle Gesamteutrophierung je Hektare Landwirtschaftliche Nutzfläche. Unerwünscht ist die Nährstoffanreicherung in empfindlichen Ökosystemen (z.B. Gewässer, Wälder, Magerwiesen). Sie wird vor allem durch Stickstoff- und Phosphoremissionen verursacht. Der Indikator für das Eutrophierungspotenzial berechnet sich aus den N- und P-Emissionen je ha inländische Futterfläche.
Treibhauspotenzial	kg CO <sub>2</sub> -Äq./kg Milch	Treibhauspotenzial je Kilogramm Milch. Neben den direkten und indirekten CO <sub>2</sub> -Emissionen der landwirtschaftlichen Produktion tragen auch Emissionen von Methan (CH <sub>4</sub> ) und Lachgas (N <sub>2</sub> O) zum Treibhauseffekt bei (Nemecek <i>et al.</i> 2005 und Lovett <i>et al.</i> 2006). Im Bereich der Fütterung lässt sich der CH <sub>4</sub> -Ausstoss von Wiederkäuern durch einen grösseren Kraftfuttereinsatz vermindern. Das Treibhauspotenzial je kg Milch wird in dieser Arbeit auf der Grundlage des Kraftfutteranteils in der Futterration abgeschätzt, wobei Forschungsergebnisse von Lovett <i>et al.</i> (2006) zugrunde gelegt werden. Diese ergaben, dass Futterrationen mit Kraftfuttergaben von bis zu 4 dt/Kuh und Laktation um 9,5 % höhere Emissionen (CO <sub>2</sub> -Äq.) je kg Milch verursachen als solche mit mehr als 15 dt Kraftfutter/Kuh und Laktation.
Ackerflächenbedarf	ha Ackerfläche/ 10'000 kg Milch	Bedarf an Ackerflächen für die Produktion von Grundfutter (z.B. Silomais) und Kraftfutter (In- und Ausland). Dieser Indikator wurde ausgewählt, weil für die Viehfütterung genutzte Ackerflächen bei steigender Weltbevölkerung die Nahrungsmittelproduktion konkurrenzieren und im Unterschied zum Grünland anfällig auf Bodenzerstörungen wie Erosion und Bodenverdichtung sind.

Quelle: abgeändert auf der Grundlage von Gazzarin *et al.* 2004. Die verwendeten Emissionsmodelle (Ammoniakemissionen, Nitratauswaschung, Phosphatabschwemmung) und Wirkungsfaktoren basieren auf den Ökobilanz-Datengrundlagen SALCA von ART (Nemecek *et al.* 2005).

## Methoden und Datengrundlagen

Die Nachhaltigkeitsanalyse erfolgt für regionaltypische Milchviehsysteme, wie sie im sektoralen Informationsmodell der Schweizer Landwirtschaft (SILAS) eingebettet sind. SILAS optimiert den Kraft- und Grundfuttereinsatz, um ein maximales Einkommen zu erzielen und berücksichtigt dabei die regionaltypischen Flächen- und Arbeitskapazitäten sowie künftige Produkt- und Betriebsmittelpreise (Mack und Flury 2006). Eine Reihe von Einschränkungen stellt sicher, dass die Futterrationen und -zusammensetzungen an das Leistungsniveau der Tiere und an ihre physiologischen Anforderungen angepasst sind. Diese Fütterungsgleichungen basieren auf den aktuellen Forschungsergebnissen der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP (Dohme *et al.* 2007; RAP 1999).

Die Modellresultate werden in Anlehnung an die von Gazzarin *et al.* (2004) entwickelte Methode zu einem Nachhaltigkeitsindex zusammengefasst, differenziert

nach Tal-, Hügel- und Bergregion (Tab. 1). Die ökonomischen Nachhaltigkeitsindikatoren umfassen die Produktionskosten und wichtige Effizienzkenzziffern. Im Bereich Soziales berücksichtigt der Index zum einen Indikatoren, welche sich auf die wirtschaftliche und physische Sicherheit der in der Landwirtschaft Tätigen beziehen, zum anderen eine Kennzahl, welche die Versorgungssicherheit der Bevölkerung betrifft. Der Bereich Ökologie konzentriert sich auf bedeutende Aspekte der Ressourcenschonung und Umweltbelastung, unter Berücksichtigung der indirekten Wirkungen von zugekauften Produktionsfaktoren.

Der Nachhaltigkeitsindex (NHI) fasst die in Tabelle 1 dargestellten Indikatoren aus den Bereichen Ökonomie, Soziales und Ökologie zu einem Wert zusammen. Dies ermöglicht eine eindeutige Rangierung verschiedener Varianten. Die Zusammenfassung ist jedoch subjektiv, da es keine wissenschaftlichen Grundlagen für eine wertneutrale Gewichtung gibt. Die im ART-Bericht 610

von Ökonomen und Ökologen gemeinsam entwickelte Bewertungsmethode wird im Grundsatz für die vorliegenden Berechnungen übernommen (Gazzarin *et al.* 2004).

Die einzelnen Indikatoren sind nach einem einfachen Schema so gewichtet, dass im Optimalfall in jedem der drei Bereiche Ökonomie, Soziales und Ökologie dieselbe Punktzahl von 100 erreichbar ist. Der Gesamtindex (Nachhaltigkeitsindex NHI) ergibt sich schliesslich aus dem Logarithmus der drei multiplizierten Punktzahlen, damit bei gleicher Gesamtpunktzahl eine gleichmässige Verteilung der Punkte auf die drei Bereiche besser bewertet wird.

## Futterration und -kosten bei sinkenden Kraftfutterpreisen

Um zu untersuchen, in welchem Masse der Kraftfuttereinsatz bei sinkenden Preisen zunimmt und ob eine allfällige Verteuerung zu einer Verbesserung des Nachhaltigkeitsindex führen würde, erfolgten Modellrechnungen mit schrittweise ändernden Kraftfut-

Tab. 2. Kraft- und Grundfutterkosten je Kilogramm Milch bei hohem, mittlerem und tiefem Preis für Milchleistungsfutter

Milchproduktionssystem <sup>1)</sup>	Talregion			Hügelregion			Bergregion		
	7086			6564			5800		
Milchleistung (kg/Kuh *a)									
Preis von Milchleistungsfutter (Fr./dt)	100	74	48	100	74	48	100	74	48
Kraftfuttermittelverzehr (dt/Kuh und Jahr)	9,3	10,9	13,4	7,60	8,43	11,40	5,3	5,44	8,0
Kraftfuttereinsatz (g/kg Milch)	132	154	189	116	128	174	92	94	138
Grundfutterrations (dt/Kuh und Jahr)	64	60	58	61	59	56	53	53	51
<b>Futterkosten (Fr./kg Milch)</b>									
Maschinen- und Direktkosten Grundfutter	0,18	0,13	0,13	0,16	0,14	0,13	0,21	0,20	0,18
Arbeitskosten Grundfutter	0,14	0,11	0,11	0,16	0,14	0,14	0,22	0,22	0,21
Kraftfutter	0,13	0,11	0,09	0,12	0,09	0,08	0,09	0,07	0,07
<b>Futterkosten total</b>	<b>0,46</b>	<b>0,36</b>	<b>0,33</b>	<b>0,44</b>	<b>0,37</b>	<b>0,35</b>	<b>0,52</b>	<b>0,49</b>	<b>0,46</b>
<b>Flächenproduktivität</b>									
Flächenproduktivität (kg Milch/ha Hauptfutterfläche) <sup>2)</sup>	12'417	13'326	13'838	9'261	9'567	10'014	5'239	5'264	5'496
Flächenproduktivität (kg Milch/ha Futterfläche) <sup>3)</sup>	10'065	10'308	10'068	8'031	8'139	8'019	4'902	4'917	4'957

<sup>1)</sup> Unterschiedliche Milchproduktionssysteme wie Bio und Nicht-Bio oder gesömmert und nicht gesömmert sind zusammengefasst.

<sup>2)</sup> Kilogramm produzierte Milch pro Hektare Hauptfutterfläche.

<sup>3)</sup> Kilogramm produzierte Milch pro Hektare Futterfläche: Erforderliche Fläche für die Erzeugung von eigenen und zugekauften Grund- und Kraftfuttermitteln. Die Ackerfläche für die Erzeugung von Handelsfuttermitteln wurde unabhängig vom Herkunftsland ausgehend von 70 dt Kraftfutter/ha Ackerfläche berechnet.

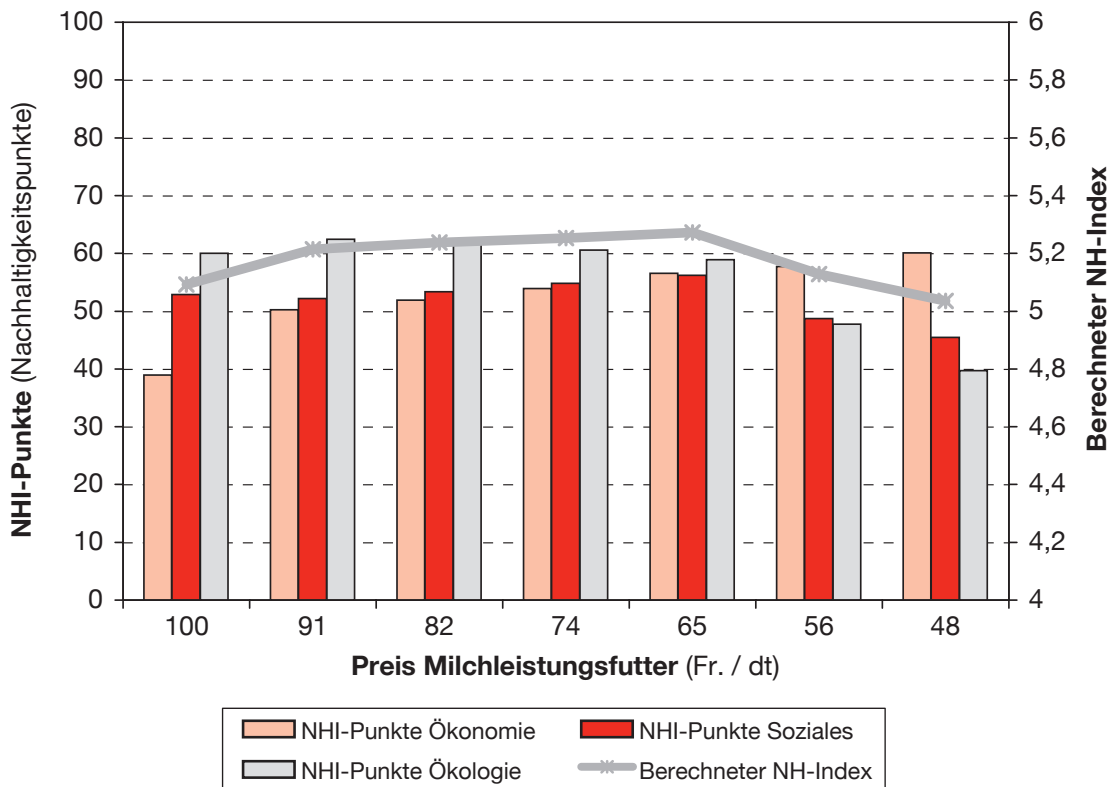


Abb. 1. Nachhaltigkeitsbewertung der Milchproduktion in der Hugelregion bei sinkenden Kraftfutterpreisen (max. 100 Punkte pro Dimension). (NH = Nachhaltigkeit, NHI = Nachhaltigkeitsindex)

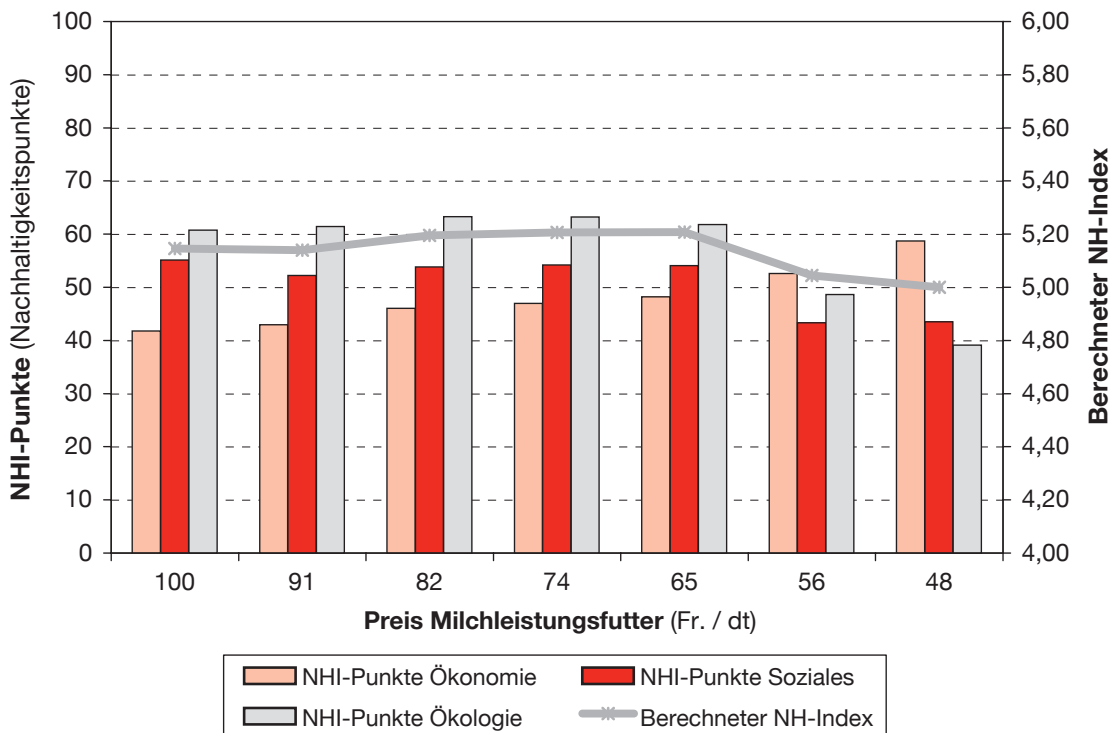


Abb. 2. Nachhaltigkeitsbewertung der Milchproduktion in der Bergregion bei sinkenden Kraftfutterpreisen (max. 100 Punkte pro Dimension). (NH = Nachhaltigkeit, NHI = Nachhaltigkeitsindex)

terpreisen (von 100 bis 48 Fr./dt Milchleistungsfutter). Die Kosten der Grundfutteraufbereitung blieben in diesen Rechnungsvarianten konstant. Tabelle 2 zeigt die mit SILAS optimierten Futterrationen fur die drei regional-

typischen Milchproduktionssysteme (Datenannahmen fur das Jahr 2011). Die angenommenen Milchleistungen entsprechen den im Jahr 2011 zu erwartenden durchschnittlichen Milchleistungen, wenn von einer Zunahme

um 70 kg je Kuh und Jahr ausgegangen wird. Die Bedarfswahlen beziehen sich auf eine Milchkuh ohne eigene Nachzucht. Fur die Berechnung der Futterkosten erfolgte eine Zuteilung der Gemeinkosten (fixe Maschinenkos-

Tab. 3. Nachhaltigkeitsbewertung der Milchproduktion in der Talregion bei sinkenden Kraftfutterpreisen (2011)

Region/System	Talregion						
Milchleistung (kg/Kuh*a)	7086						
Preis Milchleistungsfutter (Fr./dt)	100	91	82	74	65	56	48
Kraftfuttereinsatz (g/kg Milch)	132	151	152	154	156	176	189
<b>Ökonomie</b>							
Produktionskosten (Fr./kg Milch)	1,18	1,11	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05
Arbeitsproduktivität (kg Milch/Akh)	55,7	59,2	59,3	59,3	59,6	60,2	60,3
Flächenproduktivität (kg Milch/ha Futterfläche)	10'065	10'329	10'319	10'308	10'291	10'154	10'068
<b>Soziales</b>							
Arbeitsverwertung (Fr./Akh)	15,51	18,47	19,18	19,92	20,54	20,43	21,37
Arbeitsbelastung/Fütterung (Bakh/Kuh *a)	7,55	7,65	7,65	7,65	7,65	7,48	7,41
Selbstversorgung Kraftfutter (%)	45	44	44	43	43	40	38
<b>Ökologie</b>							
Energiebedarf (MJ/kg Milch)	3,84	3,92	3,92	3,93	3,95	4,07	4,19
Eutrophierungspotenzial (kg N-Äq./ha LN)	100	102	102	103	105	111	114
Treibhauspotenzial (CO <sub>2</sub> -Äq./kg Milch)	1,09	1,08	1,08	1,08	1,08	1,07	1,06
Ackerflächenbedarf (ha/10'000 kg Milch)	0,47	0,44	0,45	0,45	0,45	0,47	0,49
Nachhaltigkeitspunkte (max. 100 Punkte pro Dimension)							
Punkte Ökonomie	36	54	56	58	60	61	62
Punkte Soziales	51	54	55	56	56	49	47
Punkte Ökologie	57	61	60	60	57	48	40
<b>Berechneter Nachhaltigkeits-Index</b>	<b>5,03</b>	<b>5,25</b>	<b>5,27</b>	<b>5,29</b>	<b>5,29</b>	<b>5,16</b>	<b>5,06</b>

Maximalindex:  $\text{Log}(100 \cdot 100 \cdot 100) = 6$

ten) anhand des anteiligen Bedarfs für die Milchviehhaltung, familieneigene Arbeit ist mit einem Lohnansatz von Fr. 26.-/h angerechnet.

Die Berechnungen zeigen, dass es sich aus wirtschaftlicher Sicht durchaus lohnt, die Kraftfuttergaben bei einer Halbierung des Preisniveaus zu erhöhen. Bei Milchkühen in der Talregion (Milchleistung 7086 kg je Kuh) steigt der Kraftfutterverzehr von 9,3 auf 13,4 Dezitonnen je Kuh und Jahr, in der Bergregion (Milchleistung 5800 kg je Kuh) von 5,3 auf 8,0 Dezitonnen. Durch die Preisreduktion und die Rationsänderung von Grund- auf Kraftfutter können die Futterkosten je Kilogramm Milch deutlich reduziert werden. In der Talregion sinken sie um 13 Rappen, in der Bergregion um 6 Rappen. Die Milchproduktion je Hektare Hauptfutterfläche (Flächenproduktivität) nimmt bei steigendem Kraft- und rückläufigem Grundfutterverzehr deutlich zu. Berechnet man jedoch die Flächen-

produktivität in Bezug auf die gesamte Futterfläche, fällt die Zunahme deutlich geringer aus.

#### Nachhaltigkeitsindex bei sinkenden Kraftfutterpreisen

Die Ergebnisse in Tabelle 3 zeigen, dass sich die ökonomischen Parameter der Milchviehhaltung nicht alle verbessern, wenn billigeres Kraftfutter zur Verfügung steht. Während die Produktionskosten sinken und die Arbeitsproduktivität zunimmt, ergibt sich keine oder nur eine sehr geringe Verbesserung der Flächenproduktivität, wenn der Flächenbedarf für das Kraftfutter mit eingerechnet wird. Die Nachhaltigkeitspunkte im Bereich Ökonomie nehmen deshalb bei stark sinkenden Kraftfutterpreisen nur noch leicht zu. Die Berechnungen zeigen deutlich, dass sich die soziale Situation der Milchproduzierenden verbessert, wenn die Kraftfutterpreise bei ansonsten unveränderten Rahmenbedingungen sinken. Demgegenüber verschlechtert sich erwartungsgemäss der Indikator Selbstversorgungsgrad besonders

bei Kraftfutterpreisen unter 60 Franken pro Dezitonne. Die ökologischen Indikatoren verschlechtern sich im Allgemeinen bei sinkenden Kraftfutterpreisen, weil die Kraftfutterproduktion mit einem höheren direkten und indirekten Energiebedarf und einer grösseren Gefahr der Nährstoffauswaschung oder -abschwemmung verbunden ist.

Die Berechnungen zeigen für alle Regionen, dass eine Senkung des Kraftfutterpreisniveaus von 100 auf 65 Fr./dt mit einer Verbesserung der Nachhaltigkeit verbunden ist (Abb. 1 und Abb. 2). Bis zu einem Kraftfutterpreis von 65 Franken je Dezitonne sind die ökonomischen und sozialen Vorteile ausschlaggebend, während sich die ökologischen Nachteile in Grenzen halten. Ab Preisen von unter 65 Franken je Dezitonne ist mit einer deutlichen Verschlechterung des Nachhaltigkeitsindex aufgrund der ökologischen und sozialen Indikatoren zu rechnen.

## Schlussfolgerungen

Die Nachhaltigkeit der Milchproduktion verschlechtert sich, wenn Kraftfutter deutlich billiger wird als Grundfutter und die Milch vermehrt auf der Basis importierter Kraftfuttermittel produziert wird. Die Produktionsweise steht nicht nur im Widerspruch zu den Erwartungen der Bevölkerung an eine ausreichende Selbstversorgung, sondern auch zu deren ökologischen Anforderungen. Die Berechnungen zeigen jedoch auch, dass Preissenkungen von 15 bis 20 Prozent, wie sie im Rahmen der Agrarpolitik 2011 erwartet werden, eine Verbesserung der Nachhaltigkeit zur Folge haben. Bei stärkeren Preissenkungen wäre dagegen mit einer Verschlechterung der Nachhaltigkeit zu rechnen. Auf politischer Seite wäre in diesem Fall über eine Verbilligung von Grundfutter mittels höherer Direktzahlungen für Grünland nachzudenken.

## Literatur

- Dohme F., Arrigo Y. & Münger A. 2007: Entwicklung der Fütterungsempfehlungen für Milchkühe in der Schweiz: Rückblicke und Ausblicke [Vortragsfolien]. ETH-Frühjahrstagung 2007, Futterbewertung im Um-
- bruch, INW ETH Zürich, 9. Mai 2007, 1-22.
- Gazzarin C. & Schick M. 2003. Milchproduktionssysteme für die Talregion. Vergleich von Wirtschaftlichkeit und Arbeitsbelastung. *FAT-Berichte* Nr. 608, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Gazzarin C., Erzinger S., Friedli K., Mann S., Möhring A., Schick M. & Pfefferli S. 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion. Bewertung mit einem Nachhaltigkeitsindex. *FAT-Berichte* Nr. 610, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Ettenhausen.
- IFCN (International Farm Comparison Network) 2002. Dairy Report 2002. Status and Prospects of Typical Dairy Farms World-Wide. IFCN, Global Farm, Braunschweig.
- Kränzlein T. 2009. Economic Monitoring of Fossil Energy Use in EU Agriculture. Regional Analysis of Policy Instruments in the light of Climate-Related Negative External Effects. DISS. ETH NO. 17883. (Forthcoming).
- Lovett D.K., Shaloo L., Dillon P. & O'Mara F.P. 2006. A systems approach to quantify greenhouse gas fluxes from pastoral dairy production as affected by management regime. *Agricultural Systems* 88, 156–179.
- Mack G. & Flury C. 2006. Auswirkungen der AP2011. Modellrechnungen für den Agrarsektor mit Hilfe des Prognosesystems SILAS. Im Auftrag des Bundesamts für Landwirtschaft. <http://www.blw.admin.ch/themen/00005/00044/index.html?lang=de>.
- Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. & Gaillard G. 2005. Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker- und Futterbau. *Schriftenreihe der FAL* 58, Agroscope FAL Reckenholz.
- RAP 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. überarbeitete Auflage. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale LMZ, Zollikofen.
- Schumacher K. D. 2006. Globalisierung – Die Veränderung der Rohstoffmärkte und ihre Folgen für die deutsche Mischfutterwirtschaft. 6. DVT Jahrestagung, Hannover, 14.09.2006. Die Zukunft gestalten: Strategien für die Mischfutterwirtschaft. Toepfer International, Hamburg.
- Zimmermann A. 2006. Kosten und Umweltwirkungen der Milchviehfütterung. Beurteilung verschiedener Futtermittel und Fütterungsvarianten mittels Vollkostenrechnung und Ökobilanzierung. *ART-Berichte* Nr. 662, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Ettenhausen.

## RÉSUMÉ

### Durabilité de l'utilisation de concentrés dans l'élevage laitier

Le prix des aliments pour animaux joue un rôle décisif pour l'utilisation de concentrés et de fourrages de base dans l'élevage laitier. Les calculs effectués avec le système de modélisation SILAS montrent que si le prix des concentrés continue de baisser, il est rentable d'augmenter fortement la part des concentrés dans la ration distribuée aux animaux. Les analyses de durabilité, qui tiennent compte non seulement des aspects économiques mais aussi des effets sociaux et écologiques, indiquent qu'une réduction modérée des prix (jusqu'à 65 francs par décitonne d'aliment concentré pour la production laitière) peut améliorer la durabilité de l'élevage laitier. Des baisses de prix plus importantes conduiraient en revanche à une diminution considérable de la durabilité.

## SUMMARY

### Sustainability of concentrate use in dairy husbandry

Prices of animal feed play an important role for the use of concentrate and basic-ration feedstuffs in dairy husbandry. Calculations made with the SILAS model calculation system show that it is economically efficient to increase concentrate rations for dairy cows when feedstuff prices decrease. Sustainability analyses taking into account economic as well as social and ecological effects demonstrate that moderate price reductions (up to 65 Swiss francs per quintal of milk-performance feed) can increase the sustainability of dairy husbandry. Further price reductions however would lead to a considerable worsening of sustainability.

**Key words:** dairy husbandry, sustainability analysis, feed rations, concentrate use, sustainability indicators