

## Strategien der Rinderfütterung – Wege zu größerer Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit der Milchproduktion

Werner Zollitsch<sup>1</sup>, Andreas Steinwiddler<sup>2</sup> und Wilhelm Knaus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, AT

<sup>2</sup> Höhere Bundeslehr- u. Forschungsanstalt f. Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, AT

### Einleitung

In der jüngeren wissenschaftlichen Literatur wird der Futtereffizienz insbesondere in der Milcherzeugung zunehmend Aufmerksamkeit geschenkt, da sie einerseits für die Rentabilität der Produktion, aber auch für die Höhe der Emissionen aus der Tierhaltung bedeutsam ist (Phuong et al., 2013). Die rein produktionstechnische und ökonomische Betrachtung von Aspekten der Futtereffizienz wird dabei in einen weiteren Nachhaltigkeitskontext gestellt. Hinsichtlich Nachhaltigkeit günstige tierische Produktionssysteme, werden zumeist so charakterisiert, dass sie für die TierhalterInnen wirtschaftlich tragbar, dabei umweltfreundlich und sozial akzeptiert sind (Toma et al., 2013; Lebacqz et al., 2012).

Im folgenden Beitrag werden Überlegungen zu methodischen Aspekten der Futtereffizienz und zum Einfluss unterschiedlicher Fütterungsstrategien auf die Futtereffizienz sowie ausgewählte Nachhaltigkeitskriterien angestellt.

### Futtereffizienz: grundsätzliche Überlegungen

Zumeist werden Effizienz-Parameter als Verhältnis zwischen Output- und Input-Größen definiert (Thomet and Piccand, 2011). Wenngleich die Bedeutung der Entwicklung von tierischen Produktionssystemen hin in Richtung "mehr Effizienz" schon aus ökonomischen Gründen zugenommen hat, lohnt sich eine genauere und differenzierte Betrachtung der verschiedenen Effizienz-Parameter, die in der wissenschaftlichen Literatur dokumentiert sind. Vorab ist festzuhalten, dass die Auswahl des "passenden" Parameters vom Zweck der Bewertung eines Produktionssystems sowie von den Rahmenbedingungen (begrenzende Produktionsfaktoren, Ziel einer Optimierung, etc.) abhängt.

Die Futterumwandlungseffizienz (FCE, feed conversion efficiency; kg ECM/kg Futter-Trockenmasse) wird üblicherweise als Indikator verwendet, um Unterschiede zwischen Produktionssystemen, Fütterungsstrategien etc. zu quantifizieren (Phuong et al., 2013). Milchproduktionssysteme in industrialisierten Ländern weisen zumeist FCE-Werte von unter 1,2 auf, in ungünstigen Konstellationen unter 1,0; bei optimalem Fütterungs- und Herdenmanagement sollten Werte von rund 1,5 über ein Jahr zu erreichen sein (Beever und Drackley, 2012). Für Milcherzeugungssysteme auf absoluten Grünlandstandorten schlagen Thomet and Piccand (2011) vor, die ECM-Erzeugungsleistung auf die Menge an verzehrter Raufutter-Trockenmasse zu beziehen. Diese Autoren weisen auch darauf hin, dass die während der Kalbinnenaufzucht aufgewendete Futtermenge aus Sicht der Ressourcennutzungseffizienz mitberücksichtigt werden muss, wodurch einerseits die FCE niedriger als die oben genannten Werte sind und andererseits der Nutzungsdauer und der Lebendmasse der Kühe eine entsprechende Bedeutung zukommt. Die ECM-Leistung je 100 kg LM und Lebenstag wäre ein Effizienzmerkmal, das diese Zusammenhänge berücksichtigen würde. Für den Vergleich von Betrieben oder Produktionssystemen kann es sinnvoller sein, die erzeugte ECM-Menge nicht auf die verzehrte Futter-Trockenmasse, die in der Praxis nur schwierig zu erheben ist, zu beziehen, sondern auf die für die Milcherzeugung bean-

spruchte Fläche und die so erhaltene Netto-Flächenleistung als Effizienzkriterium zu verwenden (Thomet and Piccand, 2011; Thomet and Reidy, 2013).

Wegen der Abhängigkeit der klassischen FCE von der Nährstoff- und Energiedichte der Ration kann die ECM-Leistung auf eine bestimmte Menge an aufgewendeter Futterenergie bezogen werden (Thomet and Reidy, 2013) oder es werden analog definierte Quotienten wie die Energie-Effizienz (MJ Milch-Energie/MJ aufgenommene Energie) oder die Stickstoff-Effizienz (g Milch-N/g Futter-N) verwendet, wobei die Energie- und die N-Effizienz zumeist relativ hoch korreliert sind (Phuong et al., 2013). Die Energie-Effizienz kann je nach der konkreten Aufgabenstellung als Effizienz der Verwertung der Brutto-, Verdaulichen oder Umsetzbaren Energie definiert werden. V.a. bei Überlegungen zur genetischen Selektion auf Effizienz wird häufig die Residualfutteraufnahme (Differenz zwischen Futter- bzw. Energieaufnahme und Futter- bzw. Energiebedarf) vorgeschlagen (Phuong et al., 2013).

Vor dem Hintergrund der global steigenden Nachfrage nach tierischen Produkten und der Notwendigkeit, bei zunehmender Produktivität gleichzeitig die Emissionen aus den tierischen Produktionssystemen zu vermindern, werden in verschiedenen Publikationen umweltrelevante Effizienz-Indikatoren untersucht. Dabei werden zumeist unerwünschte "outputs" aus dem Produktionssystem (bspw. Treibhausgas-, N- und P-Emissionen) den erwünschten (Milch, Fleisch) gegenübergestellt (Toma et al., 2013). Diese Autoren weisen auch auf die Notwendigkeit hin, die Umwelteffizienz von Milchproduktionssystemen mit einem ganzheitlichen Ansatz zu betrachten; eine einseitige Fokussierung auf hohen Produktausstoß (Milchleistung) oder einzelne Indikatoren der Produktionseffizienz werden den komplexen Anforderungen an die tierische Erzeugung nicht gerecht.

Für die Charakterisierung der Beiträge verschiedener tierischer Produktionssysteme zur Ernährungssicherung sind Kriterien wie die jährlich produzierte Nahrungsenergie je Einheit aufgewendeter Futterenergie oder je ha beanspruchter Fläche geeignet; analoge Indikatoren können für die produzierte Proteinmenge definiert werden (Thomet and Reidy, 2013). Eine der umfassendsten Überlegungen zu einer konsequenten Bewertung der Effizienz der Umwandlung von Futter- in Lebensmitteln stammt von Gill (2012). Angesichts der zahlreichen Herausforderungen, denen die globale Ernährungs- und Ressourcensicherung gegenüberstehen, schlägt die Autorin vor, von simplen Futterverwertungsquotienten als Effizienzindikatoren abzugehen und anstelle dessen einen mehrdimensionalen Bewertungsrahmen zu verwenden, um die Effekte von Fütterungsstrategien zu evaluieren. Neben der Produktivität sind dabei der Ausstoß an Treibhausgasen, das Ausmaß von Landnutzungsänderungen und deren Effekt auf den Kohlenstoffzyklus, die potenzielle Nahrungskonkurrenz zum Menschen durch Beanspruchung von Ackerland, der Wasserverbrauch und die Beeinflussung des globalen Stickstoff-Kreislaufs zu berücksichtigen.

Den hier genannten Effizienz-Merkmalen ist meist die schwierige Erhebung der tatsächlichen Futterraufnahme unter Praxisbedingungen gemeinsam. Alternativen Methoden zur quantitativen Erfassung der verzehrten Futtermenge kommt daher großes Interesse von Wissenschaft und Beratung zu.

## **Fütterungsstrategien und Effizienz**

Hohe Verwertungseffizienzen für Energie und N setzen ein optimales Kohlenhydrat: Eiweißverhältnis im Pansen voraus (Phuong et al., 2013). Beever und Drackley (2012) weisen auf die Zusammenhänge zwischen der Zusammensetzung der ruminalen Mikroflora und des Pansenmilieus sowie den mechanischen Vorgängen in den Vormägen einerseits und einer optimalen Energiebereitstellung andererseits hin. Daraus leiten sie ab, dass für eine optimale Futterumwandlungseffizienz neben der Aufrechterhaltung eines optimalen Pansen-pH-Wertes im Tagesverlauf vor allem eine ausreichende Versorgung mit "physikalisch effektiver Faser" von entscheidender Bedeutung ist. Bei TMR-Fütterung von Hochleistungskühen kann das Ausmaß und die Dauer von Pansen-pH-Werten unter 6,0 durch den gezielten Einsatz von Stroh oder spät geerntetem Heu kontrolliert werden, wobei auch der Mischtechnik entscheidende Bedeutung zukommt (Colman et al., 2011; Beever und Drackley, 2012). Aus einer empirischen Analyse der Effekte einer Intervention betreffend Fütterungstechnik und Fütterungsmangement

auf 1086 Betrieben in Frankreich und Großbritannien resultieren Verbesserungen der FCE von 0,07 bis 0,18 im Jahresdurchschnitt (Colman et al., 2011).

Aus einer Meta-Studie, in der Daten aus 68 Publikationen ausgewertet wurden, ist zu schließen, dass die Energie-Effizienz durch zunehmende Kraftfutteranteile in der Ration zuerst verbessert wird, sich nach Überschreiten eines Optimums aber wiederum verschlechtert (Phuong et al., 2013). Als Ursachen dafür kommen einerseits latente Pansenacidosen bei hohen Kraftfutteranteilen, aber auch eine durch verstärkte Propionatbildung verursachte Beeinflussung des Stoffwechsels in Richtung Nährstoffansatz infrage. Niedrige Effizienzen für Energie bzw. N waren in dieser Untersuchung mit sehr hohen Fasergehalten (ca. 400 g NDF/kg T) bzw. hohen Proteingehalten in der Ration (über 130 g dXP/kg T) assoziiert.

Aus einer österreichischen Untersuchung (Horn et al., 2014) in einem Low-Input-Milcherzeugungssystem kann geschlossen werden, dass die Veränderung der Energie-Effizienz durch unterschiedliche Kraftfutter-Mengen in der frühen Laktation auch vom Genotyp der Tiere abhängen kann: Bei einer ungefähren Halbierung der Kraftfutter-Menge verbesserte sich die Effizienz eines Genotyps um 6,7 % auf 2,39 kg ECM/10 MJ NEL, die des anderen um 14,7 % auf 2,66 kg ECM/10 MJ NEL, wobei ein Teil dieser Differenz durch unterschiedliche Fettmobilisierung zustande gekommen sein dürfte.

Die Praxis des "Anfütterns" in der geburtsnahen Phase mit dem Ziel der Erhöhung der Milchleistung in der Laktationsspitze ist aus mehreren Gründen zu hinterfragen. Die dadurch verursachte hohe Mobilisierung von Körpersubstanz kann nicht nur zu Nachteilen in der Reproduktionsleistung führen und Stoffwechselstörungen begünstigen (Beever und Drackley, 2012), sondern wegen der damit verbundenen Effizienzverluste sowie den energetischen Transformationsverlusten auch aus Sicht der Futtermittelumwandlungseffizienz nachteilig sein. Aktuell liegen nur wenige Daten zur Bewertung dieser Fütterungspraxis aus Sicht der Effizienz über die Gesamtlaktation vor. In der Untersuchung von Gruber et al. (2014) verschlechtert sich die Energieeffizienz im ersten Laktationsdrittel zwar von 0,80 auf 0,78 und 0,73, wenn die Kühe für 12 Wochen prae partum gegenüber den Bedarfsempfehlungen um 25 % energetisch überversorgt, normversorgt bzw. um 25 % unterversorgt werden. Wird allerdings die unterschiedliche Körpermobilisation der beiden Varianten berücksichtigt, beträgt die Differenz nur noch 0,74 vs. 0,72 vs. 0,71 (eigene Berechnungen).

## **Fütterungsstrategien und Nachhaltigkeit der Milchproduktion**

Grundsätzlich üben Fütterungssysteme Einflüsse auf Merkmale in allen Dimensionen der Nachhaltigkeit (ökologisch, ökonomisch, sozial) aus. Hier wird nur auf die Effekte von Fütterungsstrategien auf die potenzielle Nahrungskonkurrenz ("Teller – Trog"- bzw. "food – feed"-Diskussion) sowie die Emissionen von Treibhausgasen aus Milcherzeugungssystemen eingegangen.

Neben der grundsätzlichen Beziehung zwischen dem Kraftfutteranteil in der Ration und der Energie-Effizienz (siehe oben) ist im Kontext der möglichen Nahrungskonkurrenz die Verwertung des potenziell essbaren Anteils von Nutztier-Rationen relevant. Für "high input – high output"-Verfahren der Milcherzeugung stellt sich dabei vor allem die Frage nach der Art der eingesetzten Kraftfutter-Komponenten. Ertl et al. (2014) ersetzen in einem Fütterungsversuch die aus Getreide und Körnerleguminosen bestehende Kraftfuttermischung durch eine, die ausschließlich Nebenprodukte aus der Lebensmittelverarbeitung enthielt. Bei gleichbleibender FCE und N-Effizienz (1,28 kg/kg T bzw. 24,1 %) wurde eine Verbesserung der Konversionseffizienz des potenziell essbaren Energieanteils der Ration von 1,39 auf 5,55 MJ/MJ bzw. der des potenziell essbaren Proteinanteils von 1,60 auf 4,27 g/g erzielt. Dieser experimentelle Befund kann den Ergebnissen einer detaillierten Analyse von 30 österreichischen Milchviehbetrieben aus unterschiedlichen Produktionssystemen gegenübergestellt werden (Ertl et al. 2015). Wenngleich in dieser eine leicht veränderte Methodik gewählt wurde, unterstreichen die Resultate die große Variabilität in der Praxis, die neben dem Produktionspotenzial des Betriebsstandortes ganz wesentlich durch die Auswahl der eingesetzten Kraftfuttermittel beeinflusst wird: Die Energie-

Konversionseffizienz des potenziell essbaren Rationsanteils schwankt von 0,50 bis 2,95 MJ/MJ, die Protein-Konversionseffizienz von 0,47 bis 2,15 g/g. Situationen einer positiven Netto-Lebensmittelerzeugung (Werte > 1) sind typischerweise in Systemen mit mittleren Herdendurchschnittsleistungen und geringem Kraftfuttereinsatz, aber auch auf Betrieben mit höheren Leistungen und dem verstärkten Einsatz von Kraftfutter, das hohe Anteile an Nebenprodukten enthält, anzutreffen.

Wegen der Abhängigkeit der Methanmenge, die bei der enterogenen Fermentation entsteht, von der verzehrten Rohfasermenge sinken die Treibhausgas-Emissionen von Kühen je kg erzeugter Milch üblicherweise mit zunehmendem Kraftfutteranteil in der Ration. Eine korrekte Bewertung dieses ökologischen Nachhaltigkeitsindikators sollte jedoch nicht auf der Einzeltier-, sondern umfassender nach dem Konzept der Lebenszyklusanalyse (life cycle assessment, LCA) auf der Produktionssystem-Ebene erfolgen. Die NEL- und nXP-äquivalente, teilweise oder vollständige Substitution von Sojaextraktionsschrot durch Nebenprodukten in der Ration von Milchkühen stellt eine Strategie zur Verminderung der aus der Kraftfutterbereitstellung resultierenden Treibhausgasemissionen dar (Hörtenhuber et al., 2011). In der gegenständlichen Untersuchung resultiert die größte Reduktion von bis zu 60 % aus dem Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch Gemenge aus Trockenschlempe (DDGS) und Kuchen bzw. Extraktionsschroten aus Raps- oder Sonnenblumensaat.

## Schlussfolgerungen

Es existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Effizienzparameter, aus denen der zweckmäßigste auszuwählen ist, um zu validen Aussagen bezüglich der Effizienz der Ressourcennutzung zu kommen. Neben produktionstechnisch orientierten Effizienzkriterien werden zunehmend Merkmale diskutiert, die die Eigenschaft tierischer Produktionssysteme charakterisieren, Beiträge zur Ernährungssicherung bei geringen Umweltauswirkungen zu erbringen. Bei der Entwicklung von Fütterungsstrategien in Hinblick auf hohe Ressourcennutzungseffizienz sind jedenfalls folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- In Produktionssystemen mit hohen Herdenleistungen sind Maßnahmen zu empfehlen, die ein einigermaßen stabiles Pansenmilieu garantieren (Futtermittel mit ausreichenden Gehalten an Strukturkohlenhydraten, Partikelstruktur sichernde Futteraufbereitungstechnik, etc.);
- Wahl des aus Perspektive der Futtereffizienz günstigsten Kraftfutteranteils;
- die Fütterungsstrategie ist auf den Kuh-Genotyp abzustimmen, Effekte auf die Aufzucht- und Nutzungsdauer sowie die Reproduktionsleistung sind einzukalkulieren, um nicht durch eine auf Teile der Produktionsphase begrenzte Effizienzbewertung Fehleinschätzungen zu treffen;
- der Einsatz von geeigneten Nebenprodukten in der Ration trägt zur Verbesserung der Netto-Lebensmittelerzeugung bei und kann gleichzeitig einen Beitrag zur Verminderung der Treibhausgas-Emissionen liefern.

## Literatur

- Beever, D.E. und J.K. Drackley (2012): Feeding for optimal rumen and animal health and optimal feed conversion efficiency: the importance of physical nutrition. In: Makkar, H.P.S. und D. Beever (Edt.), Optimization of Feed Use Efficiency in Ruminant Production Systems. FAO Symposium 27.11.2012, Bangkok, Thailand.
- Ertl, P., Klocker, H., Hörtenhuber, S., Knaus, W., and Zollitsch, W. (2015): The net contribution of dairy production to human food supply: the case of Austrian dairy farms. Eingereicht zur Publikation.
- Ertl, P., Zebeli, Q., Zollitsch, W., and Knaus, W. (2014). Feeding of by-products completely replaced cereals and pulses in dairy cows and enhanced edible feed conversion ratio. *J Dairy Sci* 98, 1225-1233.
- Gill, M. (2012): Converting feed into human food: the multiple dimensions of efficiency. In: Makkar, H.P.S. und D. Beevers (Edt.), Optimization of Feed Use Efficiency in Ruminant Production Systems. FAO Symposium 27.11.2012, Bangkok, Thailand.
- Gruber, L., Urdl, M., Obritzhauser, W., Schauer, A., Hausler, J., and Steiner, B. (2014). Influence of energy and nutrient supply pre and post partum on performance of multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in early lactation. *Animal* 8, 58-71.

Horn, M., Steinwider, A., Pfister, R., Gasteiner, J., Vestergaard, M., Larsen, T., and Zollitsch, W. (2014). Do different cow types respond differently to a reduction of concentrate supplementation in an Alpine low-input dairy system? *Livestock Science* 170, 72-83.

Hörtenhuber, S. J., Lindenthal, T., and Zollitsch, W. (2011). Reduction of greenhouse gas emissions from feed supply chains by utilizing regionally produced protein sources: the case of Austrian dairy production. *J Sci Food Agric* 91, 1118-27.

Phuong, H. N., Friggens, N. C., de Boer, I. J., and Schmidely, P. (2013). Factors affecting energy and nitrogen efficiency of dairy cows: a meta-analysis. *J Dairy Sci* 96, 7245-59.

Thomet, P., and Piccand, V. (2011). Ressourceneffiziente Milchproduktion – Welcher Kuhtyp ist geeignet? In "38. Viehwirtschaftliche Fachtagung: Züchtung, Rindfleisch und Mutterkühe, Forschungsergebnisse LFZ, Fütterungstechnik" (M. Urdl and L. Gruber, eds.), pp. 11-18. LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, Österreich.

Thomet, P., and Reidy, B. (2013). Entwicklung von neuen Effizienzparametern zur Charakterisierung von Milchproduktionssystemen. In "57. Jahrestagung der AGGF: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau: Potenziale, Chancen und Risiken", pp. 70-76, Triesdorf, Deutschland.

Toma, L., March, M., Stott, A. W., and Roberts, D. J. (2013). Environmental efficiency of alternative dairy systems: a productive efficiency approach. *J Dairy Sci* 96, 7014-31.

### **Autorenanschrift**

Ao.Univ.Prof. Dr. Werner Zollitsch  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Department für Nachhaltige Agrarsysteme  
Universität für Bodenkultur Wien  
Augasse 2-6, A-1090 Wien  
E-Mail: werner.zollitsch(at)boku.ac.at