



# Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

**BAND 99 | Ausgabe 3**

**Agrarwissenschaft**  
**Forschung**  

---

**Praxis**

# Futteraufnahme und Futtereffizienz bei hochleistenden Milchkühen korrekt bewerten

## Teil 2: Futtereffizienz

von Wilfried Brade (Hannover)

### 1 Einleitung

Die systematische Erhöhung der Milch- und Rindfleischerzeugung erfordert - aus der Blickrichtung einer ständig steigenden Weltbevölkerung und nur begrenzt verfügbarer Ressourcen - eine immer höhere Effizienz der Produktion. Das Vorhandensein genetischer Variabilität für die Futteraufnahme (FA) oder für die Futtereffizienz (FE) zwischen und innerhalb von Rassen hat deshalb zugehörige Kenngrößen in den Focus der Züchtung rücken lassen.

Beim Monitoring von Herden (oder einzelnen Tieren) ist die FA bzw. FE wiederum eine zusätzliche Kenngröße zur Bewertung von Management-Strategien bzw. bei der Überwachung der Tier- oder Herdengesundheit.

### 2 Definitionen

Allgemein versteht man unter Effizienz den Wert oder die Menge eines erzeugten Produktes je Einheit eingesetzten Materials (Energie).

Überträgt man diesen Ansatz beispielsweise auf die Milcherzeugung, so heißt das *vereinfacht*: erzeugte Menge an Milch (konkret: energiekorrigierte Milchmenge, ECM) je Einheit eingesetzter Futtermenge, (Futter-)Energie oder (Futter-)Protein.

Aufgrund ihrer einfachen Berechnung werden mögliche FE-Kriterien oft als Verhältnis-Merkmale angegeben. Häufig benutzte Verhältnismerkmale sind:

#### **1. die Futter(konvertierungs)effizienz (kurz: FE)**

Die FE wird - innerhalb einer definierten Zeiteinheit (= Laktationszeitraum) - wie folgt berechnet:

$$FE = \text{kg ECM} / \text{kg T}$$

mit

ECM = energiekorrigierte Milchmenge (kg),

kg T = kg Futter-Trockenmasseaufnahme.

Bei einer mittleren täglichen Milchleistung von 30 kg ECM je Kuh/d und 20 kg T-Aufnahme je Kuh/d resultiert ein Wert von FE=1,5.

Man kann die oben genannte Kennzahl durch die sogenannte **Energieeffizienz** (= Energiegehalt in der erzeugten Milch/Futter-Energieaufnahme) oder die **Rohproteineffizienz** (kg Milchprotein/kg Rohprotein-Aufnahme) weiter konkretisieren.

## **2. die Erhaltungseffizienz (KE):**

Mit steigender Körpermasse (KM) nimmt der Nährstoffbedarf generell zu. Bereits Steinwider (2009) zeigt, dass schwerere Kühe - zur Erzielung der gleichen Futtereffizienz - relativ mehr Milch produzieren müssen als Kühe mit geringerer Lebendmasse.

Mittels der sogenannten Erhaltungseffizienz (KE) kann dieser Fakt berücksichtigt werden:

$$KE = \text{kg ECM/kg KM}^{0,75}.$$

In den aktuellen Empfehlungen zur Energieversorgung von Milchkühen (GfE 2001) wird von einem Anstieg des Erhaltungsbedarfs von 0,293 MJ NEL pro kg metabolischer Lebendmasse ( $\text{KM}^{0,75}$ ) ausgegangen.

Trotz der einfachen Berechnungsmethodik bleiben auch Nachteile bezüglich der genannten Verhältnis-Merkmale zu nennen:

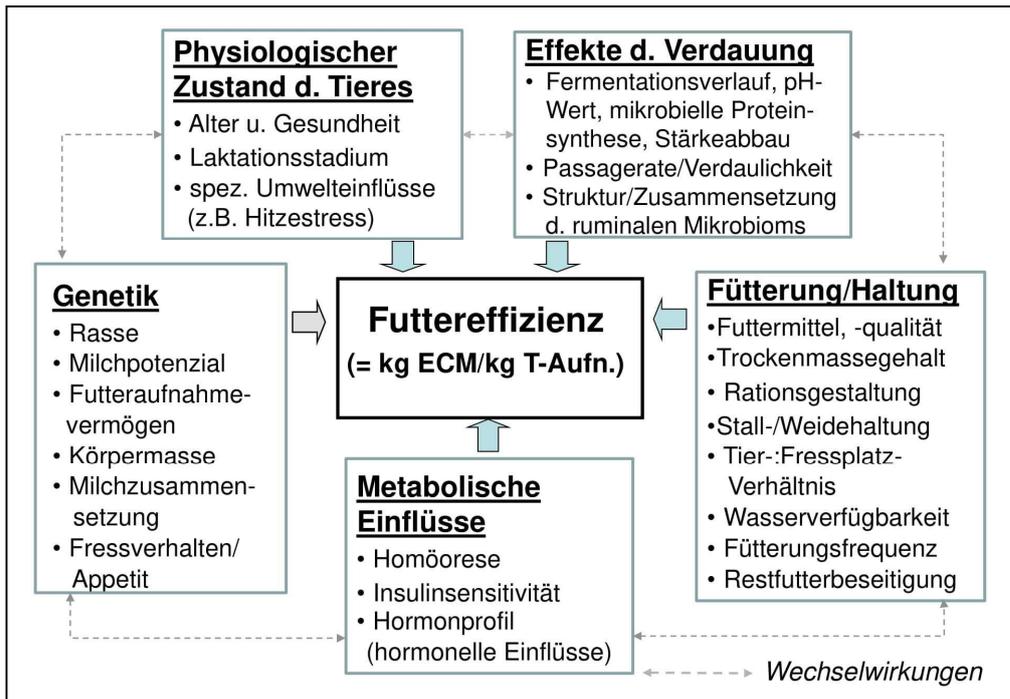
- die generell ‚schlechten‘ statistischen Eigenschaften von Verhältnismerkmalen (= die zugehörige Variabilität wird vor allem vom Merkmal mit der größeren Varianz bestimmt [in der Regel die Milchleistung]).
- die systematische Veränderung der Verhältnis-Merkmale im Laktationsverlauf infolge veränderter Kovarianzen beispielsweise zwischen Milchleistung und Futteraufnahme oder Milchleistung und Metabolisierung von Körpermasse.
- die nicht ausreichende Differenzierung der Verwendung der Nährstoffe bzw. Futterenergie für spezifische Funktionen (Milchleistung, Körpererhalt etc.).

## **Einflussfaktoren auf die Futtereffizienz**

Die FE wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst:

- *physiologischer Status der Kuh (Laktationsstadium etc.);*
- *Kenngößen zur Verdauung (Passagerate etc.);*
- *metabolische Faktoren (Homöorese, Insulinsensitivität, Hormonprofil etc.);*
- *genetische Faktoren (tierindividuelle Varianz innerhalb einer Rasse etc.)*
- *Ernährung/Fütterung (z. B. Rationsgestaltung etc.).*

In der Abbildung 1 sind vorliegende Zusammenhänge schematisch dargestellt:



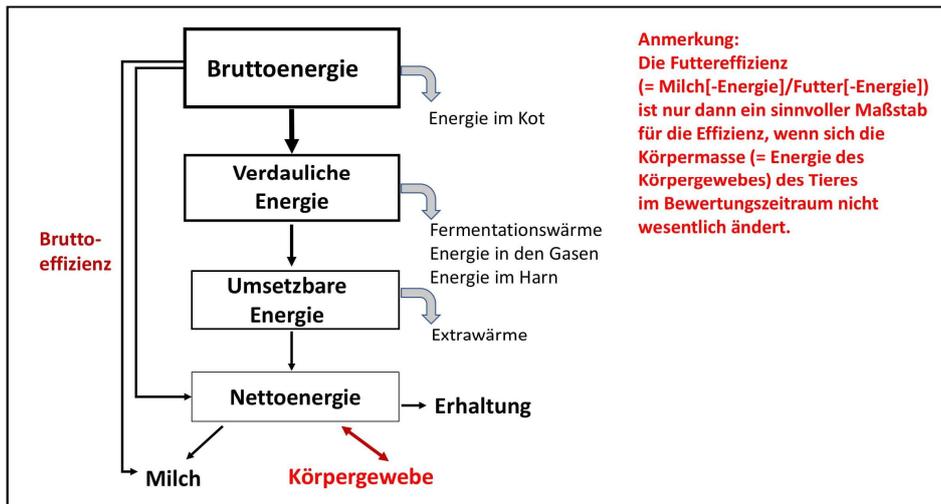
**Abbildung 1: Einflussgrößen auf die Futtereffizienz von Milchkühen – eigene Grafik**

Interessanterweise hat sich die FE in den letzten 50 Jahren verdoppelt, obwohl sie nicht direkt im Züchtungsprozess berücksichtigt wurde. Diese Verbesserung wurde im Wesentlichen durch eine Steigerung der Milchleistung erreicht, die durch Fortschritte in den Bereichen Genetik, Ernährung, Management und Gesundheit begründet sind (Abbildung 1).

Eine tierindividuelle Variation bei der Umwandlung der Bruttoenergie (BE) in Nettoenergie (NE) ist mit Unterschieden in der Metabolisierung der Nährstoffe bzw. im Energiestoffwechsel zu erklären (Abbildung 2).

Auch die Zusammensetzung der Pansenmikrobiota hat einen Einfluss auf die FE. Bei Rindern haben DELGADO ET AL. (2019) kürzlich gezeigt, dass das Verhältnis von *Firmicutes* zu *Bacteroidetes* im Pansen laktierender Milchkühe, also bereits basierend auf strukturellen und quantitativen Unterschieden ruminaler Bakteriengattungen, negativ mit der FE assoziiert ist. Auch scheint es, dass die Beziehungen zwischen dem ruminalen Mikrobiom und der FE vor allem durch die Art der Fütterung der Wiederkäuer bestimmt wird (HERNANDEZ-SANABRIA ET AL., 2012, CARBERRY ET AL., 2012).

Die Futtereffizienz (beispielsweise in Form: Milch[-Energie]/Futter[-Energie]) ist allerdings nur dann ein sinnvoller Maßstab, wenn sich die tierindividuelle Körpermasse (= Energie des Körpergewebes) des Tieres im Bewertungszeitraum nicht wesentlich ändert (Abbildung 2).

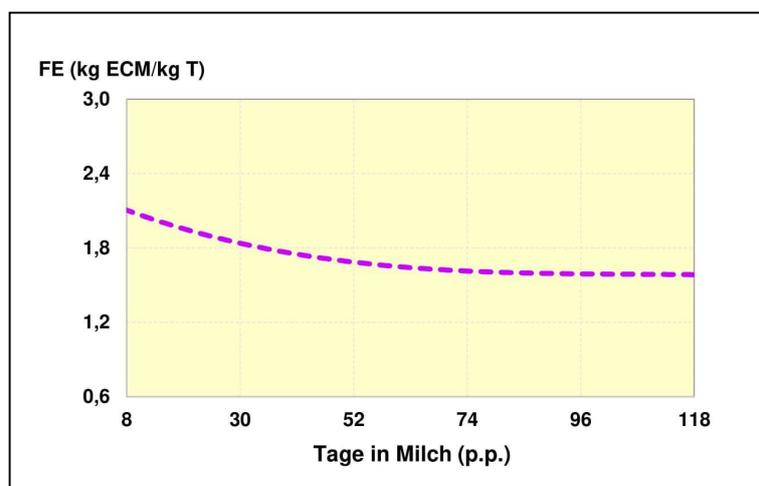


**Abbildung 2: Schematische Darstellung des Energiestoffwechsels bei Milchkühen (eigene Skizze)**

Es wäre jedoch nicht ratsam - wie nachfolgend noch detaillierter gezeigt werden wird - nur auf hohe FE zu selektieren, da dies regelmäßig zu Kühen führen würde, die speziell in der frühen Laktation eine zunehmend größere negative Energiebilanz (NEB) aufweisen.

### 3 Futteraufnahme und Energiedefizit in der Frühlaktation

Bei der Kuh besitzt das Laktationsstadium eine überragende Bedeutung für die Futteraufnahme. In der frühen Laktation verwenden Kühe regelmäßig einen Teil ihrer Körperreserven, um hohe Milchleistungen aufrechtzuerhalten; während demgegenüber ein Teil der Nährstoffe ab Mitte der Laktation wiederum in die (aufzubauenden) Körpervorräte umgeleitet wird. Die FE einer Kuh ändert sich in Abhängigkeit vom Laktationsstadium deutlich (Abbildung 3).



**Abbildung 3: Tagesmittel für die Futtereffizienz (kg ECM/kg T) bei Holstein-Erstkalbskühen in der Frühlaktation (eigene Grafik, erstellt nach Versuchsergebnissen von SEYMOUR ET AL., 2020)**

Zu Beginn der Laktation ist die FE mit ca. 2,7 erwartungsgemäß hoch. Mit zunehmender T-Aufnahme und Stabilisierung der Milchbildung reduziert sich die FE etwa auf 1,6 (Abbildung 3).

Zusätzlich beeinflussen der Gesundheitszustand und die Aktivität des Immunsystems die beobachtbare FE (REYNOLDS ET AL., 2017).

Bereits SØNDERGAARD ET AL. (2002) zeigen (Tabelle 1):

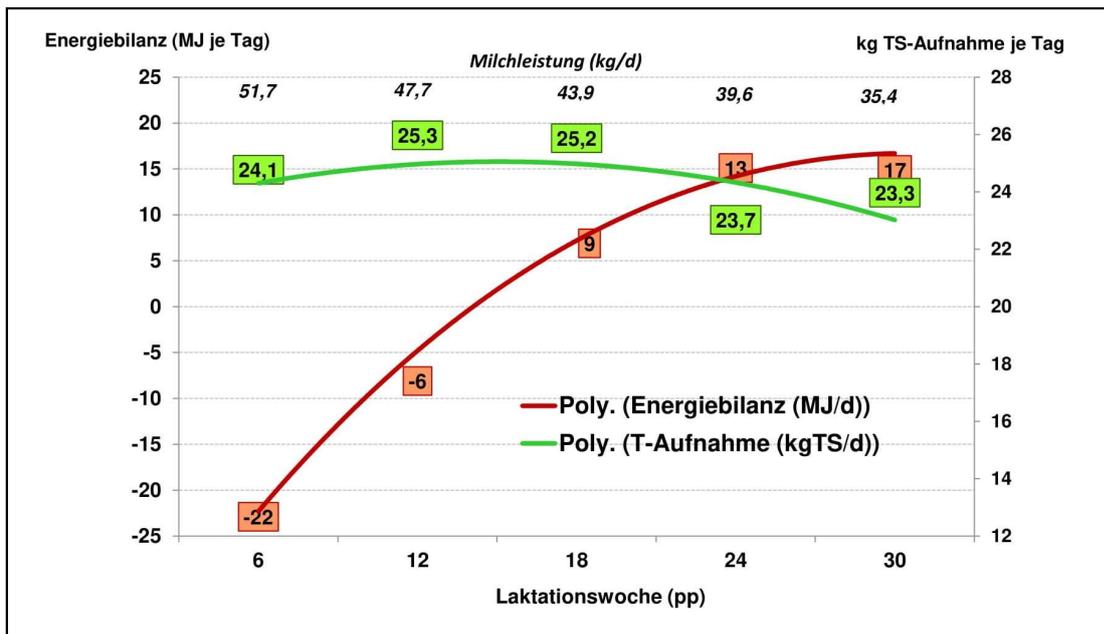
- nach dem Abkalben wird das Leistungspeak deutlich früher als die maximale Futtermittelaufnahme erreicht;
- nach dem Abkalben wird das Minimum in der Körpermasse noch vor dem Erreichen der maximalen Milchleistung erreicht;
- es bestehen deutliche Rassenunterschiede;
- es existieren ungünstige genetische (= tierseitige) Beziehungen zwischen der Milchleistung und der Veränderung der Körpermasse (p.p.) bzw. zwischen der Milchleistung und der Gesundheit; speziell in der Früh-laktation.

**Tabelle 1:**  
**Beobachtete Merkmalsveränderungen im Laktationsverlauf**

Kriterium	mittlerer Laktationszeitraum*	
	Dän. Jerseys	Holsteins
Anzahl Tage (nach Abkalbung) bis zum Erreichen der maximalen Milchleistung	48 (±10)**	38 (±6)
Anzahl Tage (nach Abkalbung) bis zum Erreichen der minimalen Körpermasse	41 ((±5)	27 (±3)
Anzahl Tage (nach Abkalbung) bis zum Erreichen der maximalen Energieaufnahme	122 (±12)	115 (±7)

**Quelle:** SØNDERGAARD ET AL. (2002); \*Basis: 2. Laktation; \*\* zugehörige Standardabweichung

Die bisherige Erhöhung der Milchleistung basierte vor allem auf einer Selektion nach höherer Einsatzleistung (EASTRIDGE, 2006). Aufgrund der begrenzten Futtermittelkapazität - vor allem zu Beginn der Laktation - hat dies zu einer deutlichen Zunahme der negative Energiebilanz (NEB) geführt; vor allem bei Milchkühen in der ≥ 2. Laktation (Abbildung 4).



**Abbildung 4: Energiebilanz (MJ/d) und Futteraufnahme (kg TS/d) bei hochleistenden Kühen bis zur 30. Laktationswoche. Quelle: BEEVER ET AL., 2001 - eigene Grafik**

Eine lang andauernde und starke NEB wird als ein bedeutender Risikofaktor für verschiedene Erkrankungen bzw. Fruchtbarkeitsstörungen angesehen (COLLARD ET AL., 2000, MARTENS, 2012, BAUMGARD ET AL., 2017).

Eine übermäßige Körperfettmobilisation spiegelt sich in erhöhten Konzentrationen an nicht-veresterten Fettsäuren (non-esterified fatty acids, NEFA) im Blut wieder, welche ihrerseits zu einer erhöhten Ketonkörperproduktion und Fettakkumulation in der Leber führen können. Eine schwerwiegende Fettanreicherung, die sogenannte Fettleber, kann störend auf Funktionen der Leber wirken (GRUMMER, 2008).

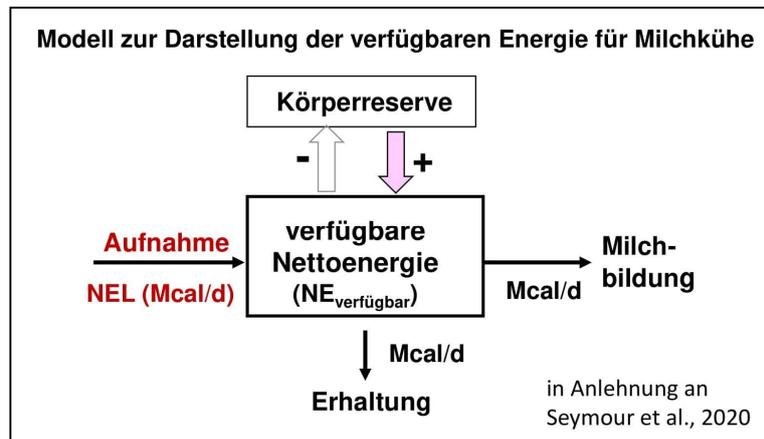
Je größer die Körperdepots (a. p.) sind, umso höher ist die mögliche Energiebereitstellung p.p. Somit ist bei zu fetten Tieren - infolge der gleichzeitig relativ geringeren Futteraufnahme - auch mit einer erhöhten Mobilisation von Körpersubstanz und damit einer verstärkten Neigung zu Stoffwechselstörungen zu rechnen (BOBE ET AL., 2004, BAUMGARD ET AL., 2017).

Die Einführung neuartiger On-Farm-Technologien ermöglicht zwischenzeitlich auch die automatische Erfassung weiterer Daten (tierindividuelle tägliche Körpermasse, Körperkondition etc.). Sie eröffnet damit auch neue Ansätze zur Modellierung der FE.

Die **Nettoenergieeffizienz (NEE)** ist ein solcher neuartiger Ansatz (SEYMOUR ET AL., 2020).

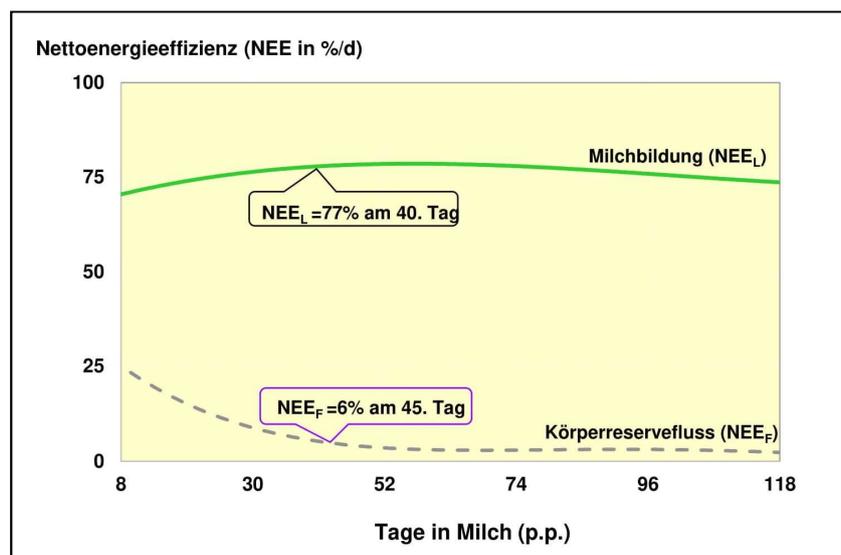
Sie berücksichtigt die gesamte Energie, die einem Tier zu einem definierten Zeitpunkt zur Verfügung steht, d.h. den Energiezufluss sowohl aus der Nahrung als auch aus den Körperreserven (Abbildung 5).

Damit können korrektere Bewertungen der FE in verschiedenen Laktationsperioden abgeleitet werden. Solche neuen Maße sind die NEE für die Milchbildung ( $NEE_L$ ), für den Körpererhalt ( $NEE_M$ ) bzw. für den Reserveenergiefluss ( $NEE_F$ ). Sie stellen den jeweils zugehörigen Anteil (in %) an der insgesamt verfügbaren Nettoenergie ( $NE_{\text{verfügbar}}$ ) dar (Abbildung 5).



**Abbildung 5: Modellierung der verfügbaren Nettoenergie unter Einbeziehung vorhandener Körperreserven (SEYMOUR ET AL., 2020) – eigene Grafik**

Eine grafische Darstellung der Nettoenergieeffizienz zeigt für die Milchbildung: die  $NEE_L$  steigt zunächst von ungefähr 66% auf 77% (am 40. Laktationstag). Danach nimmt sie langsam wieder auf 70% (am 120. Laktationstag) ab. Gleichzeitig reduziert sich der relative Reserveenergiefluss ( $NEE_F$ ) - im Verlauf der ersten 45 Laktationstage - von ca. 36 auf 6% (Abbildung 6).



**Abbildung 6: Tagesmittel für verschiedene Kenngrößen der Nettoenergieeffizienz (eigene Grafik, erstellt nach Versuchsergebnissen von SEYMOUR ET AL., 2020)**

Insgesamt bestätigt sich gleichzeitig, dass auch die NEE-Kenngrößen dynamisch sind. Dies spiegelt die zugrunde liegende Biologie der Milchkühe wider.

SEYMOUR ET AL. (2020) zeigen zusätzlich, dass die FE eine sehr starke negative Beziehung zur Energiebilanz (EB) in der Früh lactation aufweist ( $r = -0,928$ ). Dies ist in guter Übereinstimmung mit früheren Ergebnissen von SPURLUCK ET AL. (2012).

Voraussetzung zur Einbeziehung von NEE-Kriterien in Zuchtprogramme ist eine genügend hohe tierindividuelle Wiederholbarkeit der Kenngrößen (Tabelle 2).

### **Tabelle 2:**

#### **Beobachtete Mittelwerte und Wiederholbarkeiten für verschiedene Futtereffizienzkriterien in den ersten 150 Laktationstagen bei Holstein-Jungkühen\***

KenngroÙe	Mittelwert	Wiederholbarkeit ( $r^2$ )
(Brutto)-FE (kg ECM/kg T)	1,69	0,424
NEE <sub>L</sub> (in %)	73,97	0,417
NEE <sub>F</sub> (in %)	8,99	0,201

\*Quelle: Seymour et al., 2020

Die Wiederholbarkeit ist ein Maß für die Genauigkeit und Konsistenz eines Phänotyps und charakterisiert die obere Grenze der Vererbbarkeit dieses Merkmals.

Das ‚neue‘ Merkmal NEE<sub>F</sub> bietet - aufgrund einer genügend hohen Wiederholbarkeit - somit die Chance (Tabelle 2), die Gesamteffizienz der Tiere sinnvoll zu verbessern, indem bei Management- und Zuchtentscheidungen eine Verringerung des Reserveenergieflusses (= NEE<sub>F</sub>) in der Früh lactation zukünftig angestrebt wird.

## Diskussion

Die meisten aktuellen Milchproduktionssysteme konzentrieren sich (weltweit) immer noch auf eine Maximierung der Milchleistung je Kuh/Jahr; oft bei gleichzeitiger Erhöhung der Herdengrößen.

Futter ist in allen Milchproduktionssystemen eine Hauptkomponente variabler Kosten. Seine effiziente Nutzung ist deshalb ein wichtiger Gesichtspunkt sowohl in der Zuchtarbeit als auch bei der tierärztlichen Betreuung von Milchkuhherden.

Die wichtigsten Determinanten zur Bewertung der FE sind die Milchleistung und die FA.

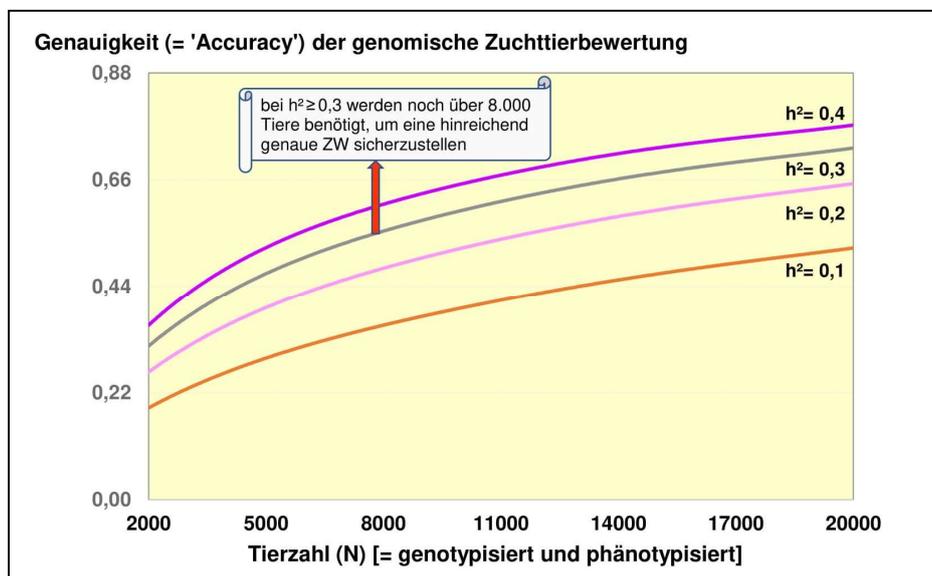
Ein kritischer Aspekt bei der Abschätzung der FE eines Tieres (oder einer Herde) ist jedoch der Zeitraum, für den die Effizienz gemessen wird. Darüber hinaus ist anzuerkennen, dass die FE dynamisch ist.

Zusätzlich sind tägliche Schwankungen der FA normal, da das Tier kurzfristige Korrekturen vornimmt, um sicherzustellen, dass der benötigte Nährstoffbedarf möglichst zeitnah gedeckt wird. Zusätzlich

trägt die nichtlineare Natur der Laktationskurve (insbesondere bei Milchkühen  $\geq 2$  Laktationen) zu täglichen Schwankungen in der FA bei.

Aus praktischer Sicht ist die Kenntnis der täglichen FE eines Tieres deshalb auch von geringerer Bedeutung; vergleichsweise gegenüber längerfristigen Perioden (wöchentlich, monatlich etc.). Unabhängig davon, ob vorrangig Kenngrößen zur FE oder FA im Zuchtziel berücksichtigt wird, besteht das Dilemma darin, dass eine hohe Genauigkeit in der tierindividuellen Erfassung der täglichen Futteraufnahme - basierend auf eine größere Anzahl von Tieren - benötigt wird.

Aus der Blickrichtung der Züchtung bietet sich hier (zukünftig) die *genomisch gestützte Zuchttierbewertung* an. Dafür ist wiederum eine hinreichend große Referenzpopulation sicherzustellen (Abbildung 7).



**Abbildung 7: Erwartete Genauigkeit (= 'Accuracy') einer genomischen Bewertung in Abhängigkeit von der Heritabilität des Merkmals und der verfügbaren Tierzahl (eigene Berechnungen in Anlehnung an HAYES ET AL., 2009, bei vorausgesetzter effektiver Populationsgröße von  $N_{\text{eff}}=90$ )**

Die Modellierung der Nettoenergieeffizienz - unter Einbeziehung von täglichen Veränderungen in der Körpermasse und -kondition, basierend auf neuen On-Farm-Technologien - bietet die Chance, die  $NEE_F$  für ausgewählte Zeiträume (hier speziell: in der Früh-laktation) tierindividuell zu erfassen. Das ‚neue‘ Merkmale  $NEE_F$  ermöglicht erstmalig solche Zuchttiere zu erkennen, die überproportional viel Energie aus vorhandenen Körperreserven (in der Früh-laktation) mobilisieren und eine nicht erwünschte weitere Vergrößerung der NEB vererben oder aber selbst (aktuell) gesundheitlich gefährdet sind.

Die Themen ‚Futteraufnahme‘ und ‚Futtermehrfizienz‘ werden uns somit sowohl aus der Blickrichtung der Züchtung als auch im Hinblick auf prophylaktische Maßnahmen zur Stabilisierung der

Tiergesundheit von Hochleistungskühen einschließlich der Bewertung von Management-Strategien in großen Milchkuhherden intensiv weiter beschäftigen.

## Zusammenfassung

### Futteraufnahme und Futtereffizienz bei hochleistenden Milchkühen korrekt bewerten

#### Teil 2: Futtereffizienz

Die Milcherzeuger haben sich bisher vorrangig auf eine Maximierung der Milchleistung je Kuh/Jahr konzentriert, da davon ausgegangen wurde (wird), dass dies den möglichen Gewinn durch eine systematische Reduzierung der Gesamtkosten maximiert.

Das eingesetzte Futter ist dabei in allen Produktionssystemen eine Hauptkomponente zugehöriger variabler Kosten.

Eine der hier am häufigsten interessierenden Parameter ist die Futtereffizienz (FE), die als produzierte Milchmenge im Verhältnis zur Menge verbrauchter Nährstoffe definiert werden kann.

Ein kritischer Aspekt bei der Abschätzung der FE ist der Zeitraum, für den die Effizienz gemessen wird.

Es zeigt sich, dass die FE im Laktationsverlauf bemerkenswert dynamisch ist.

Die Tatsache, dass es demnächst möglich ist, genomische Zuchtwerte für die Futteraufnahme (FA) oder FE abzuschätzen, begründet die hohe Aktualität der Thematik. Hier stellt sich zusätzlich die Frage, wie am besten zugehörige weitere Informationen (z.B. die Veränderung der Körpermasse der Milchkühe in der Früh-laktation) im Zuchtziel berücksichtigt werden sollten, ohne dass es zu unerwünschten Reaktionen in der Nachkommenschaft kommt.

**Stichworte:** Futtereffizienz - Milcherzeugung - Zuchtziele -Tiergesundheit

## Summary

### Correct assessment of feed intake and feed efficiency in high-yielding dairy cows

#### Part 2: Feed Efficiency

Milk producers have primarily focused on maximising milk production per cow/year, as it has been assumed that this will maximise the possible profit by systematically reducing the total costs.

The food used is a major component of variable costs in all milk production systems.

One of the parameters most frequently of interest is feed efficiency (FE), which can be defined as the quantity of milk produced in relation to the amount of nutrients consumed.

A critical aspect in estimating the FE is the period in which efficiency is measured. It turns out that the FE is remarkably dynamic in the course of lactation.

The fact that it will soon be possible to estimate genomic breeding values for feed intake (FI) or FE justifies the high topicality of the subject. This also raises the question of how best to include related additional information, (e.g. the change in the body mass of dairy cows in early lactation) in the breeding goal without causing undesirable reactions in the offspring.

**Keywords:** feed efficiency - milk production - breeding objectives - animal health

## Literatur:

1. BAUMGARD LH ET AL. (2017): A 100-year review: Regulation of nutrient partitioning to support lactation. *J. Dairy Sci.* 100:10353–10366. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13242>.
2. BEEVER DE, HATTAN AJ, CAMMELL SB, JD SUTTON (2001): Nutritional management of the high yielding cow into the future. *Recent Advances in Anim. Nutrit. in Australia* 13, 1-8
3. BOBE G ET AL. (2004): Pathology, ethiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 3105-3124.
4. COLLARD BL ET AL. (2000): Relationships between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation. *J. Dairy Sci.* 83, 2683–2690.
5. CARBERRY CA ET AL. (2012): Effect of phenotypic residual feed intake and dietary forage content on the rumen microbial community of beef cattle. *Appl. Environ. Microbiol.* 78, 4949-4958.
6. DELGADO B ET AL. (2019): Whole rumen metagenome sequencing allows classifying and predicting feed efficiency and intake levels in cattle. *Sci. Rep.* 9:11.
7. EASTRIDGE ML (2006): Major advances in applied dairy cattle nutrition. *J. Dairy Sci.* 89,1311-1323
8. GRUMMER RR (2008): Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. *Vet. Journ.*, 176,10-20.
9. HAYES BJ ET AL. (2009): Accuracy of Genomic Selection: Comparing Theory and Results. *Proc. of Assoc. Advmt. Anim. Breed.* 17, 352-353.
10. HERNANDEZ-SANABRIA E ET AL. (2012): Impact of feed efficiency and diet on adaptive variations in the bacterial community in the rumen fluid of cattle. *Appl. Environ. Microbiol.* 78, 1203–1214.
11. MARTENS H (2012): Die Milchkuh - Wenn die Leistung zur Last wird!. 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung.Raumberg-Gumpenstein/Österreich, den 25.4.-26.4.2012, Bericht LFZ-Raumberg-Gumpenstein, 2012, 35-42, Vortrag
12. REYNOLDS JG ET AL. (2017): Relationships between inflammation- and immunity-related transcript abundance in the rumen and jejunum of beef steers with divergent average daily gain. *Anim. Genet.* 48, 447-449.
13. SEYMOUR DJ ET AL. (2020): The dynamic behavior of feed efficiency in primiparous dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 103 <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17414> (in press)
14. SPURLOCK DM ET AL. (2012): Genetic parameters for energy balance, feed efficiency and related traits in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 95, 5393–5402.
15. STEINWIDDER A (2009) Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. Vortrag: 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, 11.-13. Februar 2009.

## Anschrift des Autors

Prof. Dr. habil. Wilfried Brade,  
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo) und  
Norddeutsches Tierzucht-Beratungsbüro  
18181 Graal-Müritz

E-Mail: [wilfried.brade@t-online.de](mailto:wilfried.brade@t-online.de)