

Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen

7. Die Futteraufnahme und ihre Schätzer

Klaus Walter*

Zusammenfassung

Hohe Milchleistungen erfordern entsprechend hohe Futteraufnahmen, wenn die Kuh nicht abmagern und gefährlichen Energie- und Nährstoffdefiziten ausgesetzt sein soll. Milchviehalter und Beratung nutzen Schätzer für die Bestimmung der Futteraufnahme, um die bestmögliche Fütterung zu erzielen. Die Schätzer von NRC (2001) und Meinhold et al. (1976) basieren allein auf tierspezifischen Daten. Obwohl die Schätzer von Robinson (2006) und Gruber et al. (2004) zusätzlich Kennzahlen des Futters und der Ration umfassen, liegen die errechneten Futteraufnahmen auf vergleichbarem Niveau.

Mit dem Gewicht der Kuh steigt die Futteraufnahme und damit auch die maximal erzielbare Milchleistung. Die Futteraufnahme weist jedoch erhebliche tierspezifische Niveauunterschiede auf, die die maximal erzielbare Leistung ebenso stark beeinflusst wie die Gewichtsunterschiede.

Alle Schätzer stellen eine enge Beziehung zwischen Milchleistung und Futteraufnahme her. Diese positive Relation bewirkt, dass die Schätzer des NRC (2001) und von Meinhold et al. (1976) auch ohne direkte Beziehung zur Futterqualität ein ähnliches Niveau der Futteraufnahme aufweisen wie die Schätzer von Robinson (2006) und Gruber et al. (2004), die eine positive Beziehung zur Futterqualität berücksichtigen.

Gegen Ende der Laktation übersteigt bei den höchsten Futterqualitäten die von allen Schätzern ermittelte Futteraufnahme das für eine bedarfsgerechte Versorgung erforderliche Niveau.

Milchvieh haltende Betriebe sorgen in der Regel für eine stets ausreichende Versorgung mit (aufgewertetem) Grundfutter und verabreichen entsprechend der Milchleistung zusätzlich Krafftutter. Diese am Durchschnitt orientierte Versorgung berücksichtigt weder das tierspezifische Niveau des Futteraufnahmevermögens noch deren tägliche Schwankung.

Bei der erforderlichen Weiterentwicklung der Schätzer sollten tierspezifische Unterschiede, Energie- und Nährstoffbilanz, Kondition, Krankheit, Klima und betriebliche Charakteristika größere Bedeutung erlangen.

Schlüsselworte: Futteraufnahme, Schätzer der Futteraufnahmekapazität, Futterqualität, Milchleistung, Energie- und Nährstoffbilanz

Abstract

The feeding and husbandry of high performance cows Part 7. Dry matter intake and its estimators

High milk yield requires an appropriate level of feed intake in order to avoid excessive loss of weight and dangerous energy and nutrient deficiencies. Thus, estimators are used by dairy farmers and consultants to determine feed intake, aiming at the best possible feeding. The estimators of the NRC (2001) and Meinhold et al. (1976) are based solely on animal specific data. Although the estimators of Robinson (2006) and Gruber et al. (2004) include additional statistics on feed and rations, the calculated feed intake is at a comparable level.

Feed intake increases with the weight of the cow and thus also the maximally targetable milk yield. Feed intakes show significant animal-specific level differences that impact the maximal targetable performance just as strongly as weight differences.

All estimators presume a strong cohesion between yield and feed intake. That is why the estimators of the NRC (2001) and Meinhold et al. (1976), even without a direct correlation to feed quality, show a similar level of feed intake as do the estimators of Robinson (2006) and Gruber et al. (2004), which take a positive correlation between feed quality and intake into account.

Towards the end of lactation, assuming constantly high-quality feed, all estimators present feed intakes higher than needed.

Dairy cows are generally provided a constantly adequate supply of (enriched) basic rations, as well as additional concentrates according to each cow's individual level of milk yield. The supply based on the average yield considers neither the animal-specific level of feed intake nor the amount of day to day shifts in milk yield.

In the course of a necessary further development of the estimators of feed intake, variables like animal-specific differences, energy and nutrient balances, body condition, disease, climate and farm characteristics should be awarded a greater attention and meaning.

Keywords: Feed intake, estimators for dry matter intake, quality of feed, milk yield, energy and nutrient balance

* Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, klaus.walter@vti.bund.de

Einleitung

Die Variation der tier- und futterspezifischen Daten lenkt die Aufmerksamkeit auf die Unsicherheiten, die bei Verwendung der aus Versuchen gewonnenen Mittelwerte, Relationen und Funktionen auftreten, weil sie die monetären und naturalen Erfolgskriterien beeinflussen. Die Milchviehhaltung ist geprägt von einer nichtlinearen Beziehung zwischen Aufwand und Ertrag, die zu spürbar negativen Veränderungen der Erfolgskennzahlen führen, wenn die täglichen Milchleistungen sowie Futteraufnahmen variieren und sich die Individuen der Herde hinsichtlich Alter, Gewicht, Leistungsvermögen, Fruchtbarkeit, Verlauf der Laktation etc. unterscheiden. Die Bedeutung der Futteraufnahme und die Ansätze für ihre Bestimmung für die Input-Outputrelationen ist Gegenstand dieser Analyse.

1 Ausgangssituation und Fragestellung

Die Milchviehalter legen ihren Kühen jeden Tag ausreichend Grundfutter oder Grund- und Kraftfuttermischungen (TMR) vor. Aus den Gesamtmengen lassen sich nach Abzug der Futterreste zwar Informationen über den Gesamtverzehr der Gruppe bzw. der Herde gewinnen, aber keine tierspezifischen Futteraufnahmen ableiten. Die genaue Erfassung der aufgenommenen Nährstoff- und Energiemengen ist eine elementare Voraussetzung für die anzustrebende bedarfsgerechte Versorgung. Viele Experimente offenbaren erhebliche Unterschiede der tierspezifischen Futteraufnahmemengen zwischen den Individuen. Trotz der damit korrespondierenden Unterschiede der aufgenommenen Energie- und Nährstoffmengen wird nur eine leistungsabhängige Kraftfuttermittelsversorgung empfohlen, die mittels Kraftfutterautomaten realisiert wird. Bei Weidegang lassen sich die abgeweideten Mengen extrem schwer erfassen, zudem verfügen die Milchviehalter nicht wie beim konservierten Grundfutter über Nährstoffanalysen.

Der Landwirt kann daher nur an Hand des Erscheinungsbildes der Kühe feststellen, ob seine Rationsbemessung bzw. sein Fütterungsregime erfolgreich ist. Weil die Kuh Körpersubstanz abbaut, um Milch zu produzieren, manifestiert sich eine Unterversorgung im Gewichtsverlust. Dieser ist ebenso wie die Verfettung bei Überversorgung nicht zeitnah und eindeutig identifizierbar, weil die Haltungsverfahren keine Wägung vorsehen. Wissenschaft und Beratung empfehlen die regelmäßige Bestimmung des „body condition score“ (bcs), um eine Über- und Unterversorgung zu erkennen und entsprechend zu reagieren. Zusätzlich sind eine Vielzahl von Ansätzen zur Berechnung der tierspezifischen Tagesaufnahmen entwickelt worden, die eine leistungsgerechte Versorgung ermöglichen sollen.

2 Ansätze zur Bestimmung der Futteraufnahme

Den Milchviehaltern sind die täglichen Verzehrsmengen der einzelnen Kühe nicht bekannt, daher verwenden sie bzw. ihre Fütterungsberater durchweg Rationsberechnungsprogramme der Wissenschaft, der Zucht- und Beratungsverbände etc. Aus der Vielzahl der in diesen Programmen implementierten Ansätzen zur Bestimmung der Futteraufnahme werden die von Gruber et al. (2004), Meinhold et al. (1976), NRC (2001) und Robinson (2006) vorgelegten Schätzformeln für die Ermittlung der täglichen Futteraufnahme in den Vergleich einbezogen. Diese Schätzer wurden ausgewählt, weil der von Gruber et al. (2004) in der deutschsprachigen Fachpresse einen hohen Stellenwert erreicht, ähnliches gilt für den vom NRC (2001) vorgelegten Ansatz in der amerikanischen Fachliteratur. Der Ansatz von Robinson (2006) ist integraler Bestandteil eines umfassenden Analyse- und Beratungskonzeptes und basiert auf allen Informationen, die den Betrieben zur Verfügung stehen. Der von Meinhold et al. (1976) vorgelegte Schätzer ist der erste Ansatz, der für rechnergestützte Verfahren mit optimierten tierspezifischen Rationen entwickelt wurde.

Tabelle 1 nennt die von den Schätzern verwendeten Variablen und Kennzahlen. Dabei nutzen die Ansätze von Meinhold et al. (1976) und NRC (2001) nur tierspezifische Informationen, die von Gruber et al. (2004) und Robinson (2006) dagegen zusätzliche Angaben aus der zu verabreichenden Ration. Robinson (2006) bestimmt die durch „body locomotion score“ (bls) und Klima verursachte Minderung der Futteraufnahme. Nur Robinson (2006) setzt den „body condition score“ (bcs), also ein Maß für die augenblickliche Energie- und Nährstoffbilanz, für die Berechnung der Futteraufnahme ein.

Um die Futteraufnahme mittels der von Gruber et al. (2004) und Robinson (2006) entwickelten Berechnungsansätze bestimmen zu können, sind die in Tabelle 1 genannten rationspezifischen Kennzahlen von Nöten. Das für diese Analyse eingesetzte Simulationsprogramm (Walter 2008) bestimmt zunächst eine Ration nach dem Ansatz von Meinhold et al. (1976) als Basislösung und nutzt dann die Ansätze von Gruber et al. (2004) oder Robinson (2006), um sich iterativ der Futteraufnahme zu nähern, die den von den Autoren vorgegebenen Funktionen entspricht. Nach wenigen Iterationen unterscheiden sich die Schätzungen der täglichen Futteraufnahme i. d. R. nur noch um wenige Prozente, weil die Lösungen der Schätzsysteme konvergieren.

Eine Bewertung der vorgelegten Ansätze mittels Funktionsanalyse ist wegen der vielen Variablen wenig aufschlussreich. Zudem ist die Beurteilung der Milchproduktion allein an Hand des Futterinputs unzureichend, denn die dynamischen Aspekte wie Körpersubstanzabbau und

Tabelle 1:

Benötigte Variablen für die Berechnung der täglichen Futteraufnahme

Autor	Gruber et al. (2004)	Meinhold et al. (1976)	NRC (2001)	Robinson (2006)
Tierspezifische Variablen				
Rasse	+	nur HF ¹⁾	nur HF	nur HF
Metabolisches Lebendgewicht	+	+	+	+
bcs ²⁾				+
bls ³⁾				+
Tagesleistung (kg Milch)	+	+	+	+
Tag der Laktation	+	+	+	+
Trächtig ab Tag ...		190	190	
Alter (Anzahl Laktationen)	1, 2, 3, 4++	1, 2, 3++	1, 2, 3++	1, 2, 3, 4, 5 ...
Rationsspezifische Variablen				
Trockensubstanzgehalt	+			+
Krafftutteranteil	+			+
Krafftuttermenge	+			+
Heuanteil	+			
Maisanteil	+			
Grünfutteranteil	+			
Energiegehalt	+			+
Rohproteingehalt	+			+
Energie- zu Rohproteingehalt	+			+
Fettgehalt				+
Stärkegehalt				+
Aschegehalt				+
Rohfasergehalt	+			
NDF ⁴⁾				+
NDF ⁴⁾ rumen				+
Betriebsspezifische Kennzahlen				
Management	+			
Klima				+
Abgleich mit tier- und gruppenspezifischer Futteraufnahme				erforderlich
¹⁾ HF = Holstein Frisian ²⁾ bcs = body condition score ³⁾ bls = body locomotion score ⁴⁾ NDF = nutrient detergent fiber (NRC 2001)				

-wiederaufbau, Leistungsminderung durch unzureichende Nährstoffzufuhr bei zu geringer Futteraufnahme etc. bestimmen die Input- Outputrelationen.

Daher geht es weniger um Tageswerte, sondern vor allem um die naturalen und ökonomischen Erfolgsdaten der gesamten Laktationsperiode.

Weil in der Trockenstehzeit die Kuh knapp gefüttert werden soll, um eine Überversorgung und Verfettung zu vermeiden, wird das Futteraufnahmevermögen nicht aus-

geschöpft. Diese Phase der Zwischenkalbezeit wird daher im Folgenden ausgespart.

Die Schätzer von Meinhold et al. (1976) und NRC (2001) sind einfach zu kalkulierende Funktionen, deren Variablen in Tabelle 1 aufgelistet sind.

Der von Robinson (2006) entwickelte Ansatz errechnet zunächst eine auf das Gewicht bezogene „base maximal dry matter intake“. Für die in Tabelle 1 genannten Größen werden Faktoren bestimmt, die dann zum „predicted

maximal dry matter intake“ führen. Die tatsächlich im Betrieb¹ erzielte Futtermittelaufnahme „actual dry matter intake“ ist zu ermitteln, um den für weitere Kalkulationen erforderlichen Faktor „predicted / actual“ errechnen zu können.

Der von Gruber et al. (2004) geschaffene Schätzer unterscheidet vier verschiedene Grundfutterregime², für die jeweils ein eigener Ansatz mit den in Tabelle 1 genannten Variablen zu nutzen ist.

2.1 Gewicht und Futtermittelaufnahme

In Abbildung 1 wird das Ergebnis der Simulation mit Erstkalbinnen von alternativ 450, 500, 550 und 600 kg Le-

bendgewicht sowie vier Schätzern der Futtermittelaufnahme dargestellt. Diese beträgt alternativ 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115 und 120 Prozent des Schätzwertes, um die in vielen Versuchen und von Milchviehhaltern bestätigten Unterschiede der tierspezifischen Futtermittelaufnahmekapazität bewerten zu können. Die Laktationsperiode beträgt 300 Tage. Die Trockenstezeit dauert 60 Tage und bleibt ausgespart. Das Wachstum der Erstkalbin wird mit 50 kg und das Geburtsgewicht des zweiten Kalbes mit 38 kg vorgegeben.

Die Schätzer des NRC (2001) und Meinhold et al. (1976) errechnen die tägliche Futtermittelaufnahme u. a. aus dem Gewicht, der Zahl der Laktationen, der Tagesmilchleistung,

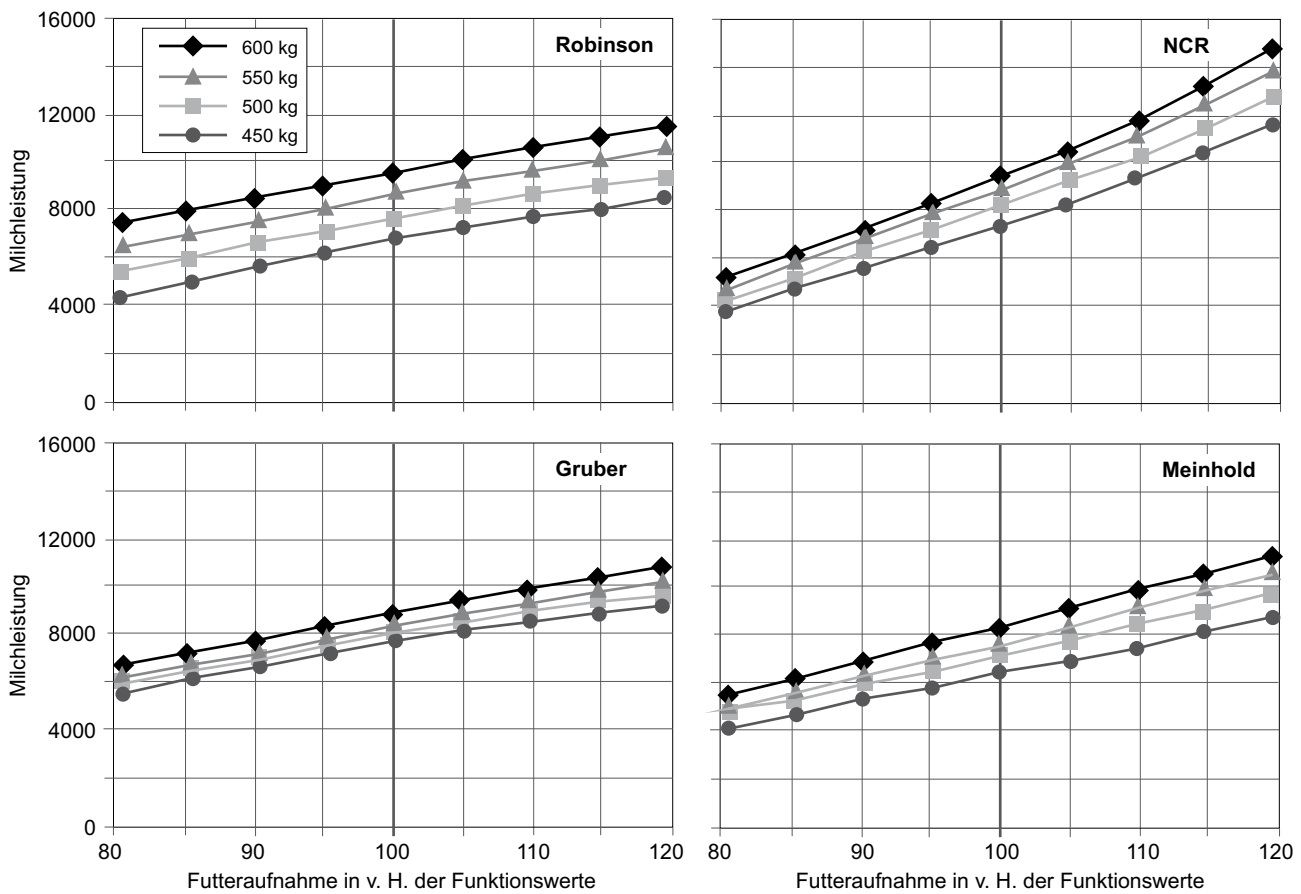


Abbildung 1:

Maximal erzielbare Leistung einer Kuh in 1. Laktation, mit einer Laktationsperiode von 300 Tagen, für unterschiedliche Schätzer der Futtermittelaufnahme, die wiederum 80, 85 ... bis 120 Prozent der Funktionswerte betragen

¹ Erneut wird mittels des Schätzers von Meinhold et al. (1976) die als tatsächliche im Betrieb erzielte Futtermittelaufnahme bestimmt und als Einstieg in den o. g. Berechnungszyklus genutzt. Wird stattdessen der Ansatz des NRC (2001) oder von Gruber et al. (2004) gewählt, so unterscheiden sich die Ergebnisse nur im Bereich weniger Prozente.

² Im Einzelnen werden vier Ansätze entwickelt: getrennte Vorlage-Standard, getrennte Vorlage-Heu, TMR-Standard und TMR-Heu.

dem Laktationstag und der Dauer der Zwischenkalbezeit, siehe Tabelle 1. Die Ansätze von Robinson (2006) und Gruber et al. (2004) berücksichtigen zusätzlich die Kennzahlen der Ration, wie Qualitäten und Anteile der eingesetzten Futtermittel.

Allen Schätzern ist gemein, dass von den Lebendgewichten ein geringerer Einfluss auf die maximal erzielbare Leistung³ ausgeht als von der Futteraufnahme. Die Schätzer von Gruber et al. (2004), NRC (2001) und Meinhold et al. (1976) bewerten die Differenz der kalkulierten Lebendgewichte von 450, 500, 550 und 600 kg mit einem Zuwachs von knapp 1.000 kg Milch und zwar weitgehend unabhängig von der o. g. prozentualen Abweichung des Niveaus der Futteraufnahme. Wird der Schätzer von Robinson (2006) eingesetzt, dann führen die unterschiedlichen Lebendgewichte zu rd. 3.500 kg Leistungszuwachs.

Der Anstieg der maximal erzielbaren Leistung bei Zunahme der Futteraufnahme beträgt bei allen Ansätzen zur Bestimmung der Futteraufnahme mehr als 4.000 kg Milch, wenn die Aufnahme alternativ auf 80, 85 ... bis 120 Prozent des Schätzwertes festgelegt wird. Da das NRC (2001) dem Leistungsniveau einen starken Effekt auf das Aufnahmevermögen zuordnet, steigt die erzielbare Leistung stärker als bei den übrigen Ansätzen zur Ermittlung der Futteraufnahme.

Auf den ersten Blick wird sichtbar, dass die in den Betrieben übliche Selektion der Erstkalbinnen nach Leistung nicht ohne Rückwirkung auf die Verteilung des Futteraufnahmevermögens und des Gewichts bleiben kann, denn hohe Milchleistungen sind ohne hohe Futteraufnahmen nicht zu erzielen.

Die Erklärung für diese überragende Bedeutung des Futteraufnahmeniveaus resultiert aus folgenden Sachverhalten:

- Höhere Lebendgewichte führen bei allen Ansätzen zu höheren Futteraufnahmen, bedeuten aber gleichzeitig auch entsprechend größere Erhaltungsansprüche, so dass ein Teil des Aufnahmezuwachses durch den notwendigen Mehraufwand für Erhaltung aufgezehrt wird.
- Werden bei gleichem Gewicht höhere Futteraufnahmen erreicht, stehen die damit verbundenen zusätzlichen Nährstoffaufnahmen ohne Abzug für entsprechende Leistungssteigerungen⁴ zur Verfügung, bzw. geringere Futteraufnahmen münzen sich direkt in geringere Leistungen um

Für die Verteilung der Leistungsmerkmale in den Herden hat das eine Reihe von Konsequenzen:

- Milchviehhalter selektieren die Erstlaktierenden vorrangig nach Leistung. Abbildung 1 zeigt, dass bei allen Schätzern hauptsächlich Kühe mit unterdurchschnittlicher Futteraufnahme aus der Herde genommen werden. Denn Leistungen von mehr als 8.000 kg Milch erreichen nur Erstlaktierende mit mittlerer und überdurchschnittlicher Futteraufnahme.
- Abbildung 1 zeigt aber auch, dass eine Selektion nach Lebendgewicht geringe Effizienz erreicht, wenn es gilt, hohe Futteraufnahmen als Voraussetzung für entsprechende Leistungen zu erzielen.

Die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse machen deutlich, dass mit der Entscheidung für einen der Ansätze zur Bestimmung der Futteraufnahme eine spezifische Struktur der Input-Outputrelationen die Folge ist. Diese Unterschiede werden größer, wenn das Alter der Kühe einbezogen wird.

2.2 Alter und Futteraufnahme

Alle Schätzer unterstellen, dass mit zunehmendem Alter die Futteraufnahme steigt. Bei den heute üblichen Konzepten der Milchviehhaltung kalben die Kühe bereits vor Erreichen des Endgewichts, so dass in der ersten und auch zweiten Laktation die Tiere noch wachsen. Somit enthalten die Schätzer zwei Komponenten, zum einen wachsen die Kühe in den ersten Laktationen, was steigende Futteraufnahmen zeitigt und zum anderen erhöhen sich die Aufnahmen altersbedingt. Dieser Effekt lässt sich quantifizieren, wenn die „unnatürliche Konstellation“ unterstellt wird, dass allein das Alter, nicht aber die anderen Variablen variieren. Abbildung 2 zeigt die zugehörigen Ergebnisse.

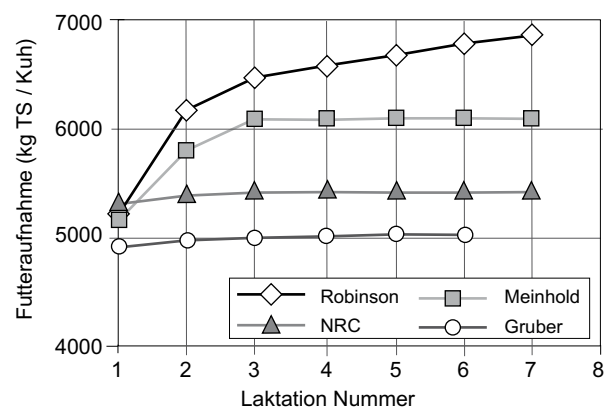


Abbildung 2:

Die Beziehung zwischen Futteraufnahme und Zahl der Laktationen für unterschiedliche Schätzer der Futteraufnahme, für eine Kuh mit einem Lebendgewicht von 550 kg, ohne Wachstum, mit einer Laktationsperiode von 300 Tagen, einer Jahresleistung von 6.000 kg Milch

³ Mit zunehmender Milchleistung sinkt der bcs. Die maximal erzielbare Leistung ist erreicht, wenn der bcs den Wert 1 erreicht hat.

⁴ Es wird ein ausreichendes Milchleistungspotential unterstellt.

Die Schätzer von Gruber et al. (2004) und vom NRC (2001) weisen nur geringe Zuwächse der Futteraufnahme mit zunehmender Zahl an Laktationen, die von Meinhold et al. (1976) und Robinson (2006) dagegen deutlichere Anstiege in der ersten und auch noch in der zweiten Laktation auf. Nur Robinson (2006) unterstellt auch über die dritte bzw. vierte Laktation hinaus weiter zunehmende Futteraufnahmekapazitäten.

2.3 Milchleistung und Futteraufnahme

Alle Schätzer weisen eine positive Beziehung zwischen Tagesleistung und täglicher Futteraufnahme auf. Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Futteraufnahme für eine Laktationsleistung zwischen 5.000 bis 9.000 kg Milch, wenn alle übrigen Variablen wie Gewicht, Alter etc. konstant gehalten werden.

Die Milchleistung besitzt bei allen Schätzern einen klaren positiven Effekt auf die Futteraufnahmekapazität. Wie bei den Kalkulationen für Abbildungen 1 und 2 wird auch für Abbildung 3 ein Lebendgewicht von 550 kg unterstellt, um die Ansätze zur Berechnung der Futteraufnahme besser vergleichen zu können.

Die von Robinson (2006) und Meinhold et al. (1976) entwickelten Beziehungen zwischen Futteraufnahme und Milchleistung ergeben eine geringfügig höhere Futteraufnahme, die Leistungen bis 9.000 kg Milch zulässt, ohne dass der bcs unter den kritischen Wert von Eins abfällt. Die maximal erzielbare Milchleistung erreichen bei Gruber et al. (2004) und beim NRC (2001) bei vergleichbarer Futteraufnahme nur 8.000 kg.

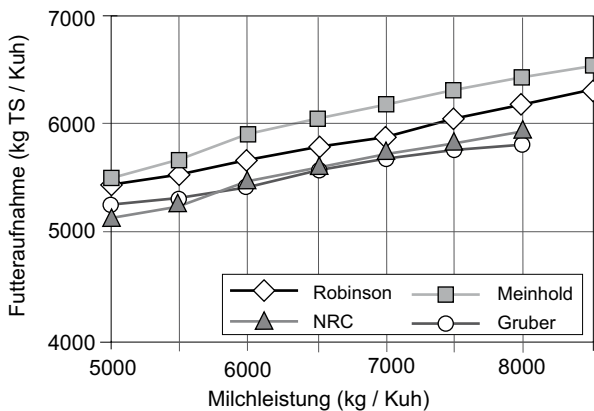


Abbildung 3: Die Beziehung zwischen Futteraufnahme und Milchleistung für unterschiedliche Schätzer der Futteraufnahme, für eine Kuh in 2. Laktation, mit einem Lebendgewicht von 550 kg, ohne Wachstum, einer Laktationsperiode von 300 Tagen

2.4 Futterqualität und Futteraufnahme

Nur die Schätzer von Gruber et al. (2004) und Robinson (2006) stellen eine Beziehung zwischen Futterqualität und -aufnahme her. In Abbildung 4 werden die maximal erzielbaren Milchleistungen ausgewiesen, wenn die Energie- und Rohproteingehalte alternativ 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115 und 120 Prozent der von Meyer (2008) ermittelten mittleren Gras- und Maissilagequalitäten betragen. Unverändert bleiben dagegen die Qualitäten des Getreides, des Rapsextraktionsschrotes und des Milchviehmischfutters.

Abbildung 4 (obere Teilgrafik) zeigt, dass unabhängig vom Schätzer die Futterqualität die maximal erzielbare Milchleistung entscheidend mitbestimmen kann, wenn die Kühe über das erforderliche genetische Potential verfügen.

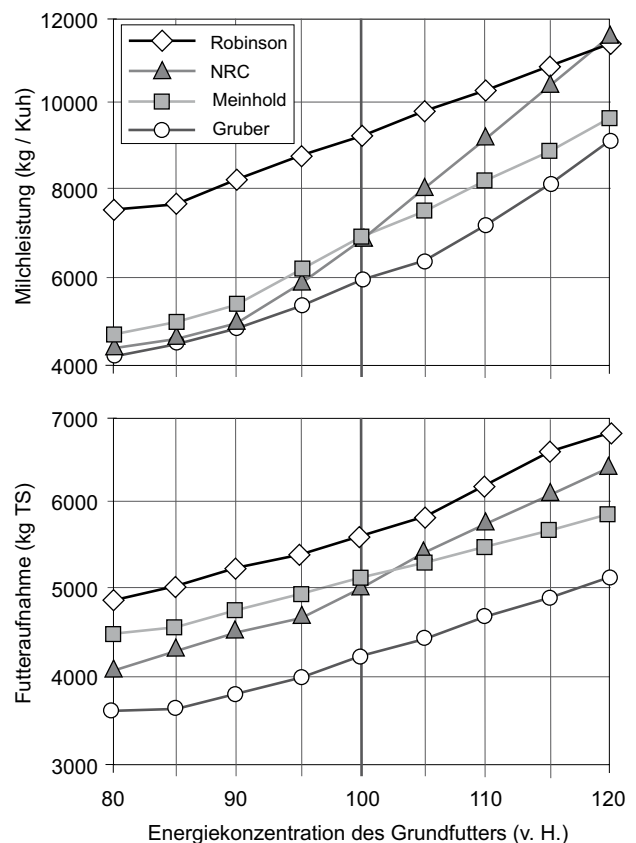


Abbildung 4: Die Beziehung zwischen Futterqualität und Milchleistung sowie Futteraufnahme für unterschiedliche Schätzer der Futteraufnahme, für eine Kuh in 2. Laktation, einem Lebendgewicht von 550 kg, einer Laktationsperiode von 300 Tagen

Der vom NRC (2001) entwickelte Schätzer reagiert auf zunehmende Energiekonzentration mit dem höchsten Leistungsanstieg. Die alternativen Schätzer zeigen einen schwächeren Anstieg und weisen bei ähnlichem Verlauf ein unterschiedliches Niveau auf. Die Ansätze des NRC (2001) und von Meinhold et al. (1976) haben zwar keinen direkten Bezug zur Futterqualität, vermögen diese jedoch indirekt zu reflektieren, weil die maximale erzielbare Leistung mit der Grundfutterqualität wächst und über diesen „Umweg“ die Futteraufnahmen positiv beeinflussen, vergleiche Walter (2010).

Die untere Teilgrafik der Abbildung 4 stellt die Verzehrsmengen für die in der oberen Teilgrafik abgebildeten Leistungen dar. Die Unterschiede bei den Futteraufnahmen fallen geringer aus als bei den maximal erzielbaren Leistungen, das lässt sich wie folgt erklären:

- Der Schätzer von Robinson (2006) weist im Bereich geringer Milcherträge erhebliche Abweichungen auf (Abbildung 4), denn er ist für die deutlich höheren Milchleistungen in den USA konzipiert.
- Der Schätzer von Gruber et al. (2004) führt zu niedrigeren Futteraufnahmen und zu rechnerisch geringeren maximal erzielbaren Milcherträgen.
- In den ersten Monaten der Laktation fällt die Futteraufnahme in der Realität und so auch bei allen Schätzern zu gering aus, um den Nährstoffbedarf zu decken, sodass die Kuh Körpersubstanz mobilisiert.
- Danach folgt eine Phase des Wiederaufbaus der Körpersubstanz, weil die Milchleistung sinkt und die Futteraufnahme dagegen gleich bleibt oder noch weiter steigt.
- Im letzten Drittel der Laktation, nach dem Ausgleich der Energie- und Nährstoffbilanz, übertrifft die von den hier analysierten Schätzern ausgewiesene Futteraufnahme die für die leistungsgerechte Ernährung erforderliche Menge.
- Dieser Aufnahmeüberhang führt bei steigenden Futteraufnahmevermögen zu wachsenden Unterschieden zwischen errechnetem Aufnahmevermögen und erforderlichem Bedarf.

In Abbildung 4 fallen die Schätzungen der täglichen Futteraufnahmen speziell in den ersten Tagen der Laktation in Kombination mit geringen Energiekonzentrationen vergleichsweise gering aus, sodass schnell hohe Defizite entstehen, die sich in der Folgezeit nur schwer wieder ausgleichen lassen.

Bei höheren Energiekonzentrationen ergeben zusätzliche Kalkulationen, dass im letzten Drittel der Laktation die täglichen Energie- und Nährstoffüberschüsse nochmals höher ausfallen. Den Milchviehaltern ist diese Konstellation bekannt, deshalb versorgen sie ihre Kühe mit geringeren Futterqualitäten oder rationieren die Futtermengen.

2.5 Konsequenzen geringerer und höherer Futteraufnahme

Abbildung 5 stellt die Ergebnisse der Simulationen mit unterschiedlichen Futteraufnahmekapazitäten in Kombination mit maximal erzielbarer (linke Spalte der Abb. 5) und auf 7.000 kg Milch (rechte Spalte) begrenzter Leistung dar. Die beiden oberen Teilgrafiken zeigen die Laktationsleistungen.

Das Simulationsprogramm kalkuliert eine Vielzahl von Kennzahlen, die für die Effizienz der Milchviehhaltung von erheblicher Bedeutung sind, auch wenn ihnen bisher zu wenig Aufmerksamkeit zukam. Berechnet werden:

- Der Termin, an dem letztmalig Energie durch Körpersubstanzabbau aktiviert werden muss, also dem Zeitpunkt bis zu dem das aufsummierte Energiedefizit ansteigt (Abbildung 5, Teilgrafiken der 2. Reihe).
- Der Tag, an dem die eingesetzte Körpersubstanz wieder aufgebaut ist, an dem das Energiedefizit endet, die Energiebilanz der Laktationsperiode erstmals ausgeglichen ist (Abbildung 5, Teilgrafiken der 2. Reihe).
- Die gesamte Futteraufnahme während der Laktation.
- Das Volumen der nicht benötigten, bei exakter Fütterung ungenutzten Futteraufnahmekapazität (Abbildung 5, Teilgrafiken der 3. Reihe).
- Die Erlöse aus Milch minus Futterkosten, ein monetärer Erfolgsmaßstab (untere Teilgrafiken der Abbildung 5).

Die beiden die Energiebilanz betreffenden Zeitpunkte sind entscheidende Wendepunkte für die Physiologie der laktierenden Hochleistungskuh und ihre Futteraufnahme. Das von Paul (1990) entwickelte Modell „Physiologie der Milchkuh“ bestätigt diesen Sachverhalt, denn die Modellvariable „physiologischer Hunger“ erfährt wie viele weitere Variablen einen Vorzeichenwechsel.

Es wird allein die Laktationsperiode in die Simulation einbezogen, weil im Zeitraum zwischen Laktationsende und Geburt des Kalbes die Futteraufnahme strikt begrenzt werden muss, um eine Verfettung mit den von Evans (2003) und Drackley (2005) nachgewiesenen negativen Auswirkungen auf die folgende Zwischenkalbezeit zu vermeiden. In der Phase des Trockenstehens entsteht dementsprechend eine erhebliche Differenz zwischen täglicher Aufnahmekapazität und Futterbedarf. Dieser Überhang der Futteraufnahme ist bei allen Schätzern anzutreffen. Bei Kühen mit überdurchschnittlichem Futteraufnahmevermögen setzt diese Überschussituation früher ein und fällt höher aus.

In Abbildung 6 werden die beiden unteren Teilgrafiken der Abbildung 5 nochmals dargestellt, jedoch ergänzt um den Graphen, der die Differenz aus Erlös für Milch minus Futterkosten für eine unbegrenzte Versorgung mit Futter darstellt. Im letzten Drittel der Laktation entsteht ein „Aufnahmeüberhang“, der bei freier Verfügbarkeit des Futters zu „Luxuskonsum“ führt. Das verursacht nicht nur höhere

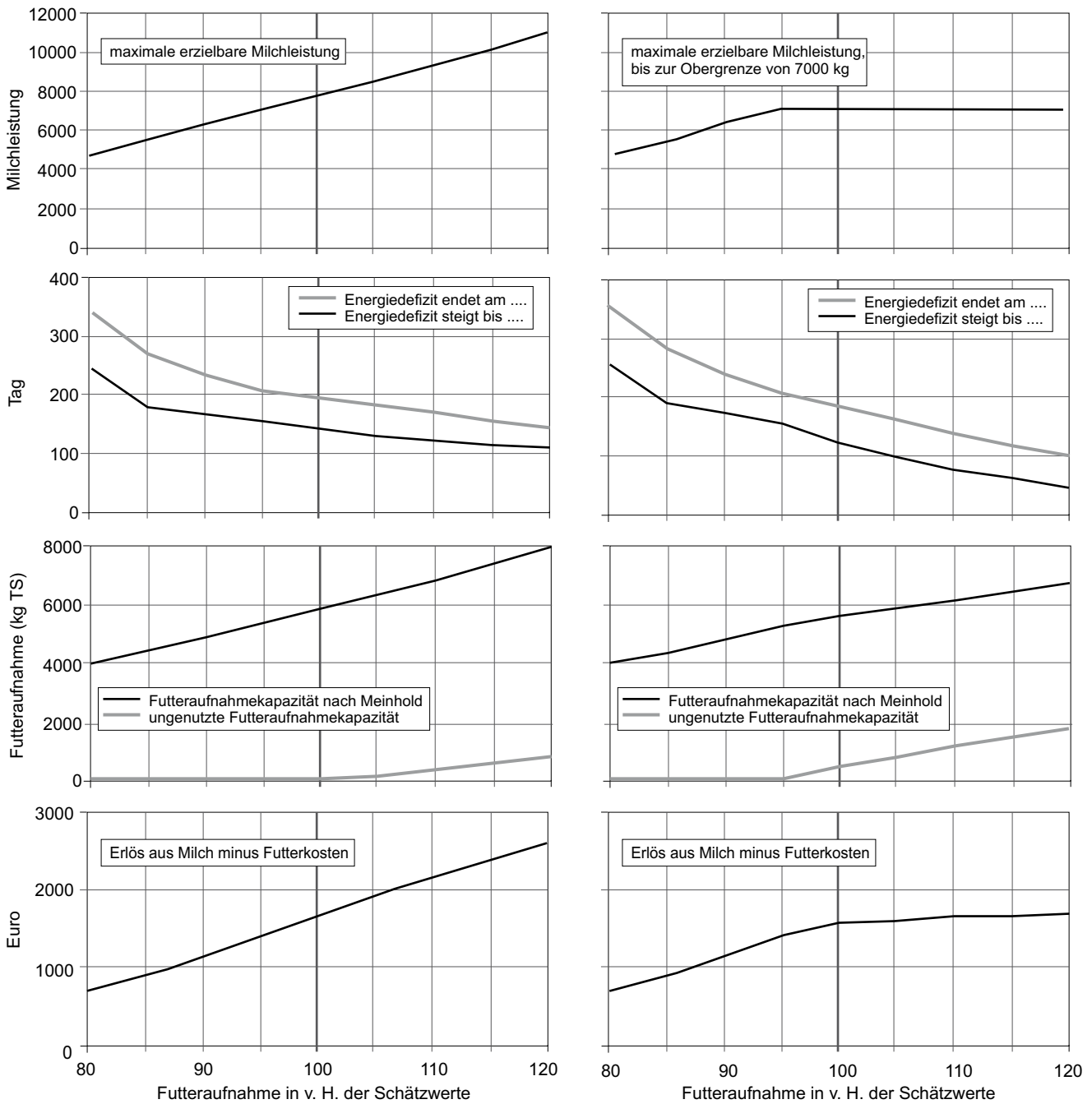


Abbildung 5:

Die Bedeutung geringerer und höherer Futteraufnahme für wichtige Kennzahlen der Milchproduktion, ermittelt für eine Kuh in 2. Laktation, mit einem Lebendgewicht von 650 kg, einer Laktationsperiode von 300 Tagen

Futterkosten, sondern bedeutet auch eine unerwünschte Verfettung der Kühe. Nach Evans (2003) und Drackley (2005) mindert das die Futteraufnahme in den ersten Wochen der Folgelaktation und erhöht die Anfälligkeit für Stoffwechselkrankheiten.

Die von Gruber et al. (2004), Meinhold et al. (1976), NRC (2001) und Robinson (2006) entwickelten Schätzer für die

Futteraufnahme weisen bei den heutigen Milchleistungen alle einen Aufnahmeüberhang im letzten Drittel der Laktation auf, so dass in dieser Phase die Aufnahmekapazität eine nachrangige Position einnimmt. Für diesen Fütterungsabschnitt wird vielmehr eine knappe Versorgung empfohlen. Alternativ könnten Futtermittel geringerer Energie- und Nährstoffkonzentration eingesetzt werden,

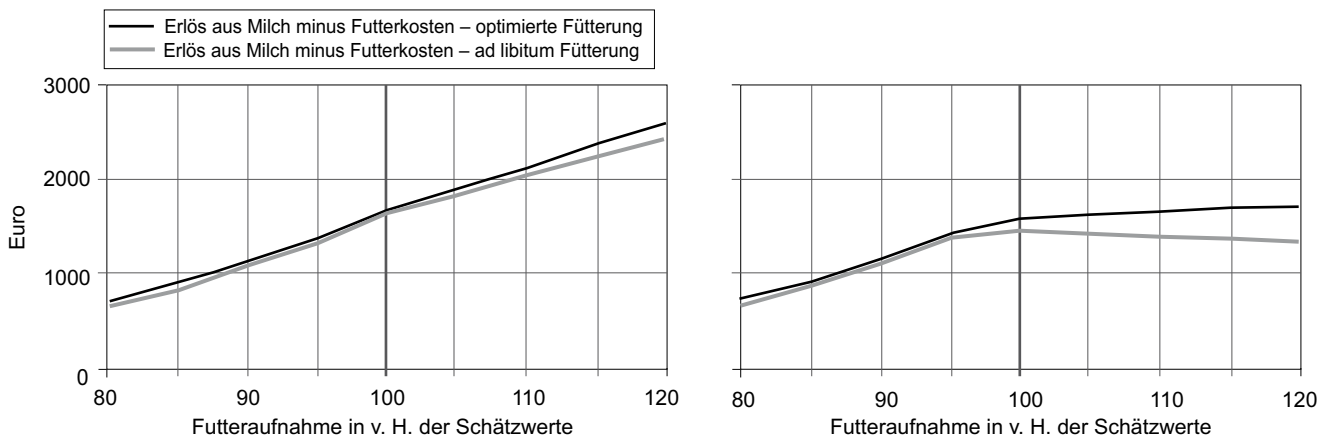


Abbildung 6:

Die Bedeutung der optimierten und ad libitum Fütterung für die Erlöse aus Milch minus Futterkosten, ermittelt für eine Kuh in 2. Laktation, mit einem Lebendgewicht von 650 kg, einer Laktationsperiode von 300 Tagen

wenn die Futterumstellung ohne Risiko in Kauf genommen werden kann und Kostenvorteile erzielbar sind.

Weil die Betriebe weder über eine Gewichtserfassung noch über ein Konzept zur Bestimmung der Energiebilanz verfügen, erweist sich die Bestimmung des Zeitpunkts mit erstmals ausgeglichener Energiebilanz als ein schwer lösbares Problem. Als Folge ergeben sich latent defizitäre Bilanzen bei Kühen mit unterdurchschnittlichem Futteraufnahmevermögen, ebenso anhaltende Überversorgung bei überdurchschnittlicher Aufnahmekapazität. Die empfohlene regelmäßige Erfassung des bcs kann keine Wägungen ersetzen, denn diese visuelle Beurteilung der körperlichen Kondition birgt erhebliche Ungenauigkeiten.

3 Bedeutung von Über- und Unterversorgung

Abbildung 1 macht deutlich, dass eine unterdurchschnittliche Futteraufnahmekapazität eine geringe maximal erzielbare Milchleistung zur Folge hat. Diese begrenzte Aufnahme behindert das Ausschöpfen eines möglicherweise hohen Milchleistungspotentials. Der Kuh ist ein entgangener Gewinn anzulasten, den eine Bessere erzielt hätte.

Eine überdurchschnittliche Futteraufnahmekapazität ist eine unerlässliche Voraussetzung für höchste Leistungen (Abbildung 1) und damit für das Erreichen der Gewinnzone. Wenn die Differenz zwischen Grund- und Krafftutterpreisen hoch ausfällt, eröffnet der Ersatz von teurem Krafftutter durch preiswerteres Grundfutter eine zusätzliche Möglichkeit den Gewinn zu steigern. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen aber auch, dass der Vorteil der hohen Futteraufnahme sich zu einem Kostenfaktor wandeln kann, wenn im letzten Drittel der Laktation und während der zwei Monate des Trockenstehens keine Begrenzung der

Futtermversorgung vorgenommen wird, also eine Überfütterung mit zugehöriger Verfettung in Kauf genommen wird.

Meinhold et al. (1976, Abbildung 9, S. 180) diskutieren diese Zusammenhänge auf der Basis von Versuchsergebnissen. Meinhold et al. (1976, Abbildung 1, S. 145) zeigen die Einzelergebnisse der Tiere mit optimierter und bedarfsgerechter Versorgung unter Berücksichtigung des tierspezifischen Futteraufnahmevermögens. Dieses Konzept führt zu den geringsten Futterkosten (Meinhold et al., 1976, Abbildung 9, S. 180). Die Futterkosten der alternativen Versuchsgruppen fallen umso höher aus, je weniger Informationen für eine bedarfsgerechte Versorgung zur Verfügung stehen.

4 Vergleich der Schätzer

Die hier eingesetzten und einander gegenübergestellten vier Schätzer der Futteraufnahme für Milchkühe unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der benötigten bzw. genutzten Kennzahlen, sondern erfordern auch eine unterschiedliche Vorgehensweise bei der Berechnung der täglichen Futteraufnahmekapazität.

Die Ansätze von Meinhold et al. (1976) und NRC (2001) führen direkt zum Ergebnis und eignen sich bei Fragestellungen, die keinen direkten Bezug zur Futterqualität herstellen.

Die Schätzer von Gruber et al. (2004) und Robinson (2006) nutzen tier- und futterspezifische Daten (Tabelle 1). Das Resultat, nämlich die täglich erzielbare Futteraufnahme, bildet eine Einheit mit der errechneten Ration.

Trotz der unterschiedlichen Datenbasis unterscheiden sich die ermittelten Futteraufnahmen erstaunlich wenig. Alle Schätzer liefern ein Resultat für die Durchschnittskuh, sie machen keine Angaben zur Streuung oder zur Spannweite.

Mittels Simulation lassen sich keine eindeutigen Prioritäten für einen der Schätzer herausarbeiten, das bleibt Versuchen vorbehalten. Allerdings lassen sich Hinweise für deren Weiterentwicklung ableiten:

- Die von Robinson (2006) konzipierten Beziehungen zwischen Futteraufnahme und bcs, bls und Klima gewinnen bei steigenden Leistungen an Bedeutung.
- Die von Gruber et al. (2004) abgeleiteten Einflüsse des Managements, der Rasse und der Futterbasis stellen eine notwendige Ergänzung dar.
- Die Rechenleistung wirkt in der Regel nicht begrenzend, daher sollten die Ergebnisse mehrerer Schätzer ermittelt und einbezogen werden.
- Die tierspezifischen Veranlagungen bleiben bei allen Ansätzen unberücksichtigt. Dieser Mangel ist an die derzeit üblichen Haltungsverfahren gebunden. Die jeweils errechneten Futteraufnahmen sollten durch Ausweisen von Vertrauensintervall, Häufigkeitsverteilung oder ähnlicher statistischer Kennzahlen ergänzt werden.
- Die Futteraufnahme der nächsten Wochen ist zu ermitteln, um die zu erwartende Entwicklung einbeziehen zu können.

Allen Schätzern ist gemein, dass Tageswerte ermittelt werden. Die Milchviehhaltung ist jedoch ein auf die Zwischenkalbezeit bezogener Produktionsprozess. Daher sollte die Zeitpunkt Betrachtung durch ein dynamisches Konzept abgelöst werden, das dem Ab- und Wiederaufbau von Körpersubstanz Rechnung trägt, eine Bilanzierung der Energie und der einzelnen Nährstoffe umfasst und zusätzlich Haltungsbedingungen, Gesundheit, Klima usw. einbindet.

5 Bewertung und Ausblick

Der Einsatz von Schätzern ist ein heute übliches Hilfsmittel zur Bestimmung der täglichen Futteraufnahmekapazität. Sie werden benötigt, weil in den Betrieben Wägungen selten oder gar nicht vorgenommen werden. Die Streuung der täglichen Aufnahme und die tierspezifischen Unterschiede bei den Verzehrsmengen werden als gegeben hingenommen. Die Milchviehhalter sorgen für genügend Futter und gehen davon aus, dass die Futteraufnahme der Tiere dem Bedarf angepasst ist.

In größeren Herden wird Gruppenhaltung praktiziert, für die die Schätzer geeignete Mittelwerte liefern sollen. Die Gruppen werden nach Leistung zusammengestellt, an der sich die Grund- und Krafftuttermischung (TMR) orientiert, die dann zur freien Verfügung vorgelegt wird. Dazu erhalten die Kühe eine an der aktuellen Milchleistung bemessene Krafftuttermenge. Damit entsteht eine deutliche Distanz zur tierspezifischen Bemessung der Aufwands- und Ertragsrelationen, denn die Niveauunterschiede der individuellen Futteraufnahmekapazität, des Erhaltungsbedarfs etc. wer-

den übergangen und bleiben unberücksichtigt. Die hier vorgelegten Kalkulationen offenbaren erhebliche Fehleinschätzungen der tatsächlichen Ertrags- und Aufwandsrelationen, wenn die Schätzwerte, die eigentlich Mittelwerte darstellen, in die tierspezifische Bewertung eingehen.

Es stellt sich die Frage, ob diese Normierung nicht Ursache für die vielen produktionstechnischen Schwierigkeiten ist, wie z. B. kurze Nutzungsdauer, große Belastungen und gesundheitliche Probleme etc..

Alle bisher vorgestellten Kalkulationen zeigen, dass die Genauigkeit nur dann entscheidend verbessert werden kann, wenn alle Daten täglich und tierspezifisch erfasst und berücksichtigt werden. Die dafür notwendige Technik wird bisher nur in wissenschaftlichen Einrichtungen eingesetzt. Allerdings ist der Aufwand für die tägliche Erfassung des Lebendgewichts und der Futteraufnahme beträchtlich und übersteigt auch bei optimistischen Annahmen die erzielbaren Gewinnzuwächse. Langfristig, insbesondere unter den Aspekten weiter steigender Leistungen und wachsender Qualitätsanforderungen, wird eine tierspezifische Datenerfassung und Versorgung unausweichlich.

Die Ergebnisse aller bisher durchgeführten Kalkulationen legen nahe, dass die heutigen Haltungs- und Fütterungskonzepte den tierindividuellen Ansprüchen nicht gerecht werden und dass der Weg zum Ziel „precision farming“ noch lang ist.

Literatur

- Drackley JK (2005) Fütterung und Management der Milchkuh im peripartalen Zeitraum [online]. Zu finden in <<http://www.dr-pieper.com/file/89.pdf>> [zitiert am 23.05.2012]
- Evans E (2003) Auswirkungen von Stoffwechselstörungen auf die Fruchtbarkeit [online]. Zu finden in <<http://www.dr-pieper.com/file/66.pdf>> [zitiert am 23.05.2012]
- Gruber L, Schwarz FJ, Erdin DK, Fischer B, Spiekers H, Steingäß H, Meyer U, Chassot A, Jilg T, Obermaier A, Guggenberger T (2004) Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz VDLUFA-Schriftenr 60:484–504
- Meinhold K, Rosegger S, Schlüsen D, Walter K (1976) Die Futterkosten bei unterschiedlichen Methoden der Rationsermittlung und –bemessung für Milchkühe. Landbauforsch Völknerode SH 35:131-190
- Meyer A (2008) Ergebnisse der Grassilageuntersuchung 2008 [online]. Zu finden in <<http://www.lwkNiedersachsen.de/index.cfm/portal/tier/naw/752/article/11042.html>> [zitiert am 11.06.2008]
- National Research Council (NRC) (2001) Nutrition requirements of dairy cattle. Washington DC : Nat Acad Pr, 381 p
- Robinson PH (2006) Excel Spreadsheet: PredDML.xls, NRGREQ.xls [online]. Zu finden in <<http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson/Excel/default.htm>> [zitiert am 23.05.2012]
- Paul W (1990) Physiologie der Milchkuh – eine mathematische Systemanalyse. Braunschweig : FAL, 290p, Landbauforsch Völknerode SH 116
- Walter K (2008) Das Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft“ – methodischer Ansatz und Realisierung : Version 1.2. Braunschweig : FAL, 95 p, Ber Inst Agrartechnol Biosystemtechnik 398
- Walter K (2010) Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen 2. Grundfutterqualität und erzielbare Leistung. Landbauforsch 58(3):211-230