

Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen

6. Variation tier- und futterspezifischer Parameter

Klaus Walter*,

Zusammenfassung

Mittels Simulation werden der Einfluss der Streuung der täglichen Milchleistung, Futteraufnahme und Energiekonzentration im Grundfutter auf den body condition score (bcs) und die Einnahmen aus Milch minus der Futterkosten (EaM-FuKo) analysiert.

Ausgangspunkt und Referenz ist ein tierspezifisches System mit vollkommener Information ohne Streuung. Die tägliche Milchleistung, Futteraufnahme und Energiekonzentration im Grundfutter werden einzeln und in Kombination einer Varianz von 5, 10 und 20 Prozent unterworfen und jeweils der geringste bcs sowie die EaM-FuKo einer 700 kg Kuh in 3. Laktation mit 12.000 kg Milch verglichen.

Der niedrigste bcs sinkt geringfügig mit zunehmender Varianz der täglichen Milchleistung, der Futteraufnahme und der Energiekonzentration, wohingegen die Spanne des ermittelten niedrigsten bcs aus 100 Wiederholungen sich ausweitet. Bei kombinierter Variation der Ausgangsgrößen fällt der bcs nur unwesentlich weiter ab und die Spanne nimmt kaum noch zu.

Die EaM-FuKo sinken geringfügig mit zunehmender Varianz der täglichen Milchleistung, ihre Spanne steigt bis auf ± 25 bis 40 Euro an. Wird dagegen die tägliche Futteraufnahme variiert, fallen die Unterschiede ungleich schwächer aus. Die Variation der Energiekonzentration im Grundfutter führt ebenfalls zu geringeren Margen, jedoch in Verbindung mit abnehmenden EaM-FuKo.

Die streuenden Tageswerte bei der Milchleistung beinhalten zudem die Frage nach dem Einfluss der Länge der Fütterungsperiode. Die Kalkulationen zeigen, dass mit zunehmender Varianz der Bereich der errechneten EaM-FuKo größer wird. Allerdings zeigt sich auch hier ein ausgleichender Effekt, wenn mehrere Kennzahlen gleichzeitig variiert werden.

Grundsätzlich variieren der bcs und die EaM-FuKo in deutlich geringerem Umfang als die der Variation unterworfenen Ausgangsdaten.

Schlüsselworte: Varianz der Milchleistung und Futteraufnahme, Länge der Fütterungsperiode, Energiekonzentration im Grundfutter, Entwicklung des body condition score, Einnahmen aus Milch minus der Futterkosten

Abstract

The Feeding and husbandry of high performance cows

Part 6. Variation of the animal- and feed-specific parameters

The influence of the daily variation of the milk yield, feed intake and energy concentration in roughage on the body condition score (bcs) and the income from milk minus the feed costs (EaM-FuKo) is analyzed by simulation.

The reference is an animal specific system with complete information without scattering of daily data. For a cow, with a live weight of 700 kg, in third lactation, with 12,000 kg milk and a period between calving (ZKZ) of 360 days, the daily milk yield, feed intake and energy concentration in roughage is subjected individually and in combination to a variance of 5, 10 and 20 percent. In each case the lowest bcs as well as the EaM-FuKo of the ZKZ is the reference of the comparison.

The lowest bcs of the ZKZ sinks slightly with the increasing variance of daily milk yield, feed intake and energy concentration, where in contrast the range of the calculated lowest bcs extends up. With combined variations of daily milk yield, feed intake and energy concentration, the bcs drops insignificantly and the range increases slightly.

With increasing variance of the daily milk yield the EaM-FuKo minimally sinks. Its range increases up to ± 25 to 40 Euros. If the daily feed intake scatters, the differences are lower, but not evenly. The variations of the energy concentrations in roughage also lead to minimal margins, but the EaM-FuKo are decreasing.

The scattered daily values in milk yield raise the question on the influence of the length of the feeding period. The calculations show that with increasing variance, the range of the calculated EaM-FuKo increases. However, an equalizing effect can be seen if several figures are varying at the same time.

Basically the bcs and the EaM-FuKo vary at a significantly lower extent as the start data itself do.

Keywords: Variance of milk yield and feed intake; Length of feeding period, energy concentrations in roughage, development of the body conditions score, income from milk minus feed costs.

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

1 Einleitung und Fragestellung

Zur Vermittlung von Ergebnissen aus Versuchen mit Milchkühen werden in der Regel Mittelwerte, Relationen und Funktionen berechnet, um die Beziehung zwischen den untersuchten Variablen und den Leistungsdaten übersichtlich und leicht interpretierbar darzustellen. Weitergehende Informationen liefern die zusätzlich genannten statistischen Kennzahlen wie Varianz, Vertrauensintervall, statistische Absicherung etc.

Gemeinhin werden diese Resultate angewandt, ohne den Einfluss der Streuung bzw. des unerklärten Restes von statistischen Beziehungen bei nichtlinearen Aufwands- und Ertragsrelationen in Ansatz zu bringen. In diesem Beitrag wird die Bedeutung der täglichen Streuung der täglichen Milchleistung, der Futtermittelaufnahme und des Energiegehaltes im Grundfutter analysiert und bewertet.

2 Ausgangssituation

Steht den Betrieben keine Milchmengenerfassung im Melkstand zur Verfügung, wird die tierspezifische Milchleistung durch die monatlich erfolgende Milchleistungskontrolle ermittelt. Die Futtermittelaufnahme wird in den seltensten Fällen tierspezifisch erfasst, sondern aus den täglich verfütterten Mengen und der Tierzahl geschätzt. Für die Grundfüttermittel wird i. d. R. nur eine Probe analysiert, die als repräsentativ angesehen wird. Ergänzend wird unterstellt, dass die Normen (GfE, 2001; NRC, 2001) der Physiologie der im folgenden unterstellten „virtuellen“ Kuh genau entsprechen. Weiterhin wird angenommen, dass das Haltungsverfahren keine Ungenauigkeiten aufweist, die Milchmengenerfassung, die Kraftfutterzuteilung etc. präzise arbeiten.

Dieser Ausgangssituation stehen die großen tierspezifischen Unterschiede sowie die Streuung der Tageswerte für Milchleistung, Futtermittelaufnahme etc., aber auch die Komplexität des Verfahrens Futterbau und Milchherzeugung gegenüber. Es genügt nicht, die einzelnen Beziehungen einzuplanen, vielmehr sind auch deren statistischen Kennzahlen sowie alle Interaktionen mit den übrigen Einflussgrößen zu berücksichtigen. Derart umfassende Fragestellungen sind nur schwer durch Experimente zu klären, denn der Aufwand übersteigt schnell den vertretbaren Rahmen. Vergleichsweise einfach lassen sich dagegen die wichtigsten Kennzahlen, inklusive deren Varianz und Interaktion, mittels Simulation analysieren.

In dieser Arbeit werden die Milchleistung und Futtermittelaufnahme, also nur zwei von vielen wichtigen tierspezifischen Daten sowie die Energiekonzentration des Grundfutters in der täglich vorgelegten Ration und ihre Varianz kalkuliert. Die Unterschiede zwischen den Tieren einer Herde bzw. innerhalb einer Rasse treten zusätzlich auf und bedürfen weiterer Analysen.

3 Lösungsansatz

Mittels Simulation werden die Milchleistung und Futtermittelaufnahme für eine Kuh vorgegeben, die tägliche Ration inklusive Energie- sowie Nährstoffbilanz bestimmt, das aktuelle Gewicht und der zugehörige „body condition score“ (bcs) berechnet, die Einnahmen aus Milch sowie Futterkosten kalkuliert und das Resultat für die Zwischenkalbezeit (ZKZ) aufsummiert. Das Simulationssystem (Walter, 2008b) erzeugt normalverteilte Zufallszahlen, deren Mittelwert und Varianz definiert werden kann, siehe dazu Press et al. (1993). Damit eröffnet sich die Möglichkeit, die tägliche Leistung, Futtermittelaufnahme und Energiekonzentration im Grundfutter einer vorgegebenen Varianz¹ zu unterwerfen, um deren Bedeutung zu analysieren.

Ausgangspunkt und Referenz für die nachfolgenden Kalkulationen ist eine Milchviehhaltung mit „vollkommener Information“, d. h. die im Folgenden analysierten Kennzahlen Milchleistung entwickeln sich genau gemäß der von Oltenacu et al. (1980) abgeleiteten Funktionen und die Futtermittelaufnahme präzise entsprechend den vom NRC (2001) bzw. den von Gruber et al. (2004 und 2006) vorgelegten Beziehungen. Die Nährstoff- und Energiegehalte der Grund- und Kraftfutter sind korrekt ermittelt.

Im Zuge der Kalkulationen werden nacheinander die Tagesleistung, die Futtermittelaufnahme und die Energiekonzentration einzeln und dann auch gemeinsam variiert. Die Varianz wird hier alternativ mit 5, 10 und 20 Prozent des Mittelwertes vorgegeben. Die Kennzahlen folgen nun nicht mehr den vorgegebenen Funktionen, sondern streuen um den jeweiligen Funktionswert und werden dementsprechend berücksichtigt. Neben einer täglichen Kalkulation der Ration werden auch Futterabschnitte mit unterschiedlicher Länge kalkuliert, um Vorstellungen über die aus der Erfassungsdichte der Kennzahlen resultierenden Konsequenzen zu gewinnen.

4 Bedeutung der Streuung² tierspezifischer Kennzahlen

Eine erfolgreiche Milchproduktion basiert auf Daten und „know how“. In einigen Betrieben wird daher die Tagesleistung erfasst, um Aufwand und Ertrag bestmöglich abzustimmen und somit einen Schritt in Richtung „precision agriculture“ zu gehen. Es gilt zu prüfen, welcher Erfolg damit erreicht werden kann. Dazu werden für eine Holstein-Frisian Kuh mit 700 kg Lebendgewicht in 3. Laktation, einer Zwischenkalbezeit (ZKZ) von 360 Tagen, einer Lak-

¹ Das Simulationsprogramm kontrolliert und korrigiert alle variierten Daten, um z. B. negative Gewichte, Gehalte zu vermeiden.

² Der Begriff Streuung bezeichnet hier die täglichen Unterschiede bei den Messwerten.

tationsleistung von 12.000 kg Milch und eine auf Gras-plus Maissilage basierender Fütterung die Aufwands- und Ertragsrelationen bestimmt.

Die Grundfutterkosten und -qualitäten basieren auf den Erhebungen von Helmers (2005), der Milchpreis beträgt 30 Cent je Liter Milch mit einem Fettgehalt von 4,20 Prozent und 3,25 Prozent Milcheiweiß. Milchviehmischfutter und betriebseigene Gerste ergänzen die Rationen.

Zunächst werden die Milchleistung, die Futteraufnahme und der Energiegehalt des Grundfutters einzeln variiert, die Varianz alternativ auf 5, 10 und 20 Prozent festgesetzt und anschließend in Kombination variiert. Alle übrigen Bestimmungsfaktoren bleiben konstant, bzw. entwickeln sich wie in der Referenzsimulation ohne Streuung der Tageswerte. Klimaeinfluss, Krankheiten, Engpässe bei der Ver- und Entsorgung bleiben außen vor.

Die Milchleistung ist, gefolgt von der Futteraufnahme, der wichtigste natürliche Bestimmungsfaktor für den Gewinn. Daneben hat sich der Energiegehalt im Grundfutter als weiterer wichtiger Bestimmungsgrund für den Erfolg herausgestellt (Walter und Heinrich, 2003; Walter, 2008a). Daher werden diese drei Kennzahlen variiert, auch wenn eine Vielzahl weiterer Erfolgsbestimmender Faktoren die Produktion beeinflussen und somit zu variieren wären. Das Simulationsprogramm berechnet alle Produktions- und Erfolgskennzahlen, von denen als natürliches Erfolgskriterium der body condition score (bcs) sowie als monetärer Maßstab die Einnahmen aus Milch minus Futterkosten (EaM-FuKo) gewählt und in den folgenden Abbildungen ausgewiesen werden.

4.1 Bedeutung der Streuung für den body condition score

Träte keine Streuung auf, ergäbe sich im Ablauf der Laktation ein minimaler bcs von 1,24, der ein Maß für die maximale physiologische Belastung der Kuh darstellt. Werden die Tageswerte der Milchleistung (obere linke Teilgrafik in Abbildung 1), der Futteraufnahme (mittlere linke Teilgrafik) und die des Energiegehaltes im Grundfutter (untere linke Teilgrafik) jeweils allein variiert. Die Varianz beträgt alternativ 5, 10 und 20 Prozent. In den rechten Teilgrafiken werden die Kennzahlen in Kombination variiert. Rechts neben dem auf vollkommener Information beruhenden Ausgangspunkt (bcs = 1,24) werden aus 100 Wiederholungen der Mittel-, der Minimal- und der Maximalwert, sowie der Mittelwert der oberen und unteren 10 Prozent des niedrigsten bcs der gesamten ZKZ ausgewiesen, wenn die Varianz 5, 10 und 20 Prozent beträgt.

Der niedrigste bcs der ZKZ wird gewählt, um die physiologische Belastung der Kuh darzustellen. Der bcs fällt umso geringer aus, je mehr Energie und Nährstoffe aus Körpersubstanz mobilisiert werden muss, weil die Versorgung über die Futteraufnahme nicht ausreicht. Hier wird

unterstellt, dass die Kuh mit einem bcs von 3 in die Laktation startet. Bei einer Varianz von 0 Prozent, also ohne Streuung der Milchleistung (Abbildung 1, linke obere Teilgrafik), sinkt der bcs auf 1,24. Um das Ergebnis von 12.000 kg Milch zu erreichen, ist die Umwidmung von ca. 98 kg Körpersubstanz in Leistung erforderlich. Wird die Varianz der Tagesleistung mit 5 Prozent bemessen, sinkt der aus 100 Wiederholungen gemittelte bcs auf 1,21. Dabei beträgt der ungünstigste bcs 1,19 und der günstigste 1,31. Wird eine Varianz der täglichen Milchleistung von 20 Prozent vorgegeben, sinkt der mittlere bcs auf 1,18, der minimale auf fast 1, der maximale erreicht dagegen 1,45. Diese Differenz von 0,45 bcs-Punkten entspricht etwa 25 kg Körpersubstanz bei einem Ausgangsgewicht von 700 kg.

Die linke mittlere Teilgrafik zeigt die Ergebnisse der Kalkulationen, wenn allein die tägliche Futteraufnahme variiert wird. Die Resultate fallen ähnlich aus.

Die untere linke Teilgrafik zeigt, dass die Variation des Energiegehaltes im Grundfutter zwar ein vergleichbares Absinken des mittleren bcs zur Folge hat, dass aber der minimale bcs nicht so stark absinkt und damit die Hochleistungskuh weniger belastet wird.

Die drei rechten Teilgrafiken der Abbildung 1 zeigen die Entwicklung des bcs, wenn der Energiegehalt im Grundfutter³ um 5 Prozent variiert und zwar in Kombination mit

- der Milchleistung (obere rechte Teilgrafik),
- der Futteraufnahme (mittlere rechte Teilgrafik),
- der Milchleistung und auch der Futteraufnahme (untere rechte Teilgrafik).

Der Vergleich der oberen und mittleren Teilgrafiken zeigt, dass die jeweils Rechten nur unwesentlich akzentuierter ausfallen, obwohl die NEL-Konzentration im Grundfutter zusätzlich einer Streuung unterworfen wird.

Die Teilgrafik unten rechts weist zwar die deutlichste Spreizung des bcs und auch den größten Abfall des mittleren bcs auf, jedoch sind die Zuwächse vergleichsweise gering, obwohl alle Kennzahlen gleichzeitig variiert werden.

Tabelle 1 nennt die zu jeder Teilgrafik (Abbildung 1) ermittelte Varianz des bcs in v. H. des gemittelten bcs der 100 Wiederholungen. Die Varianz des bcs fällt in allen Fällen deutlich geringer aus als diejenige der „Eingangsgrößen“. Die erste Erklärung liegt in der Fähigkeit der Kuh, die Schwankungen der Tageswerte abzuf puffern, die zweite Ursache ergibt sich aus der Statistik. Zufällig streuende

³ Hier wird nur mit konserviertem Grundfutter kalkuliert, das in Flachsilo schichtweise eingelagert, dann quer zu den Schichten entnommen und im Futterwagen durchgemischt wird, sodass die Kühe ein vergleichsweise einheitliches Futter bekommen. Eine wesentlich höhere Varianz könnte dagegen bei Frischgrasverfütterung auftreten.

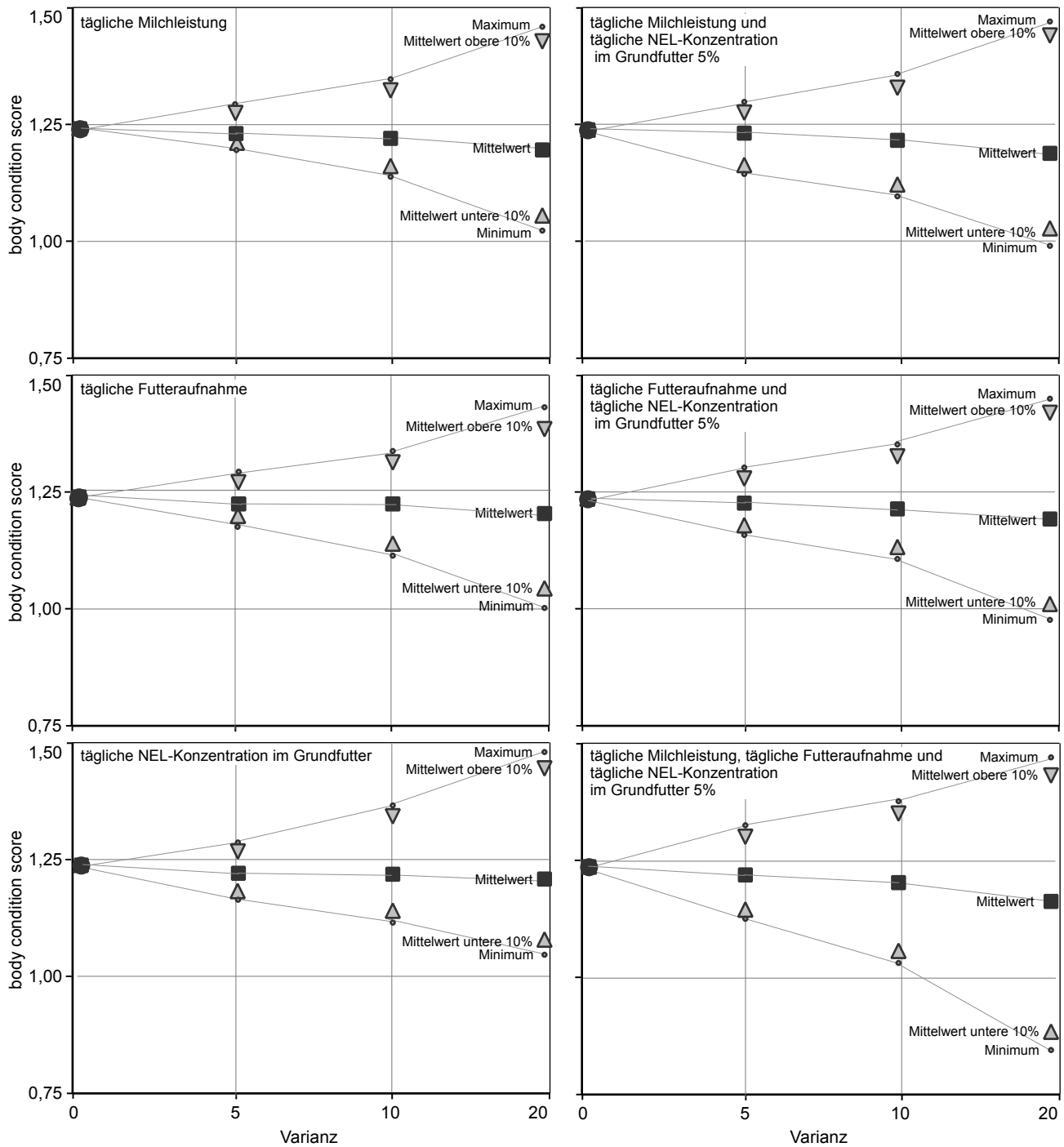


Abbildung 1:
Bedeutung der Streuung von Milchleistung, Futtermittelaufnahme und Energiekonzentration im Grundfutter für den body condition score

Datenreihen weichen nicht gleichzeitig in die gleiche Richtung ab, sondern aus Normalverteilungen entsteht erneut eine Normalverteilung, die jedoch flacher ausfällt.

Die hier untersuchten Variablen bestimmen den gesamten Prozess der Milcherzeugung keineswegs allein, sondern reihen sich ein in eine Vielzahl von Bestimmungsfaktoren, die ebenfalls einer Streuung unterliegen und hier gleich-

falls zu berücksichtigen wären. Abbildung 1 macht jedoch deutlich, dass bereits die zweite und dritte Variable abnehmende Zuwächse bei den Extrema und der Minderung des Mittels nach sich ziehen. Eine vierte und auch jede weitere Kennzahl entfalten dementsprechend nur noch wenig zusätzliche Wirkung. Würden weitere Fehler bei der Kraftfutterzuteilung, der Milchmengenerfassung, aber

auch bei Bestimmung der Inhaltsstoffe auftreten, wäre nur eine minimal ungünstigere Konstellation zu erwarten.

Tabelle 1:

Varianz des bcs bei Variation der Parameter Milchleistung, Futteraufnahme und Energiekonzentration im Grundfutter

Zugehörige Teilgrafik der Abbildung 1	Varianz der Parameter (in v. H. des Mittelwertes)		
	5	10	20
	Varianz des bcs (in v. H. des mittleren bcs)		
linke obere Teilgrafik	0,03	0,15	0,65
linke mittlere Teilgrafik	0,03	0,14	0,61
linke untere Teilgrafik	0,03	0,13	0,46
rechte obere Teilgrafik	0,07	0,18	0,66
rechte mittlere Teilgrafik	0,07	0,17	0,63
rechte untere Teilgrafik	0,11	0,34	1,43

4.2 Bedeutung der Streuung für die Einnahmen aus Milch minus Futterkosten

Der Mittelwert, das Minimum und das Maximum, sowie der Mittelwert der oberen und unteren 10 Prozent der EaM-FuKo werden in Abbildung 2 dargestellt. Diese Ergebnisse basieren auf den gleichen Kalkulationen wie Abbildung 1. Die Variation der Milchleistung führt beim bcs und den EaM-FuKo zu ähnlichen Ergebnissen (Abbildung 2, obere Teilgrafiken), die bei der Futteraufnahme und des Energiegehaltes beim Grundfutter (jeweils allein und auch in Kombination) zu stark abweichenden Ergebnisstrukturen führt. Die Variation der Grundfutteraufnahme (Abbildung 2, mittlere Teilgrafiken) bedeutet „nur“ eine tägliche Schwankung, nicht aber eine Veränderung⁴ der gesamten Futteraufnahme. Bei der hier unterstellten Leistung von 12.000 kg Milch sind die ersten 50 bis 80 Tage nach dem Kalben von einer Umwidmung von Körpersubstanz in Milchleistung und einem etwa gleich langen Zeitraum für den Wiederaufbau gekennzeichnet. Das bedeutet aber auch, dass die Unterschiede bei der täglichen Futteraufnahme keinen direkten Einfluss erlangen, sondern nur ein stark gepuffertes System bedienen.

Die Ergebnisse der Variation des Energiegehaltes beim Grundfutter (Abbildung 2, untere linke Teilgrafik) basieren prinzipiell auch auf dem Pufferungskonzept. Allerdings sinken Mittel, Maximum und Minimum der EaM-FuKo mit zunehmender Variation. Dieser Abfall erklärt sich durch ei-

nen höheren Einsatz von Kraftfutter bei unterdurchschnittlicher Energiekonzentration, das bedeutet einen leichten Anstieg der Futterkosten und damit geringere EaM-FuKo. Ein Teil dieses Effektes ist der im Simulationssystem implementierten vollkommenen Information und der dem Optimierungsansatz eigenen Ausreizung der jeweiligen Konstellation zuzuordnen. Eine Bestimmung des Energiegehaltes jeder einzelnen tierbezogenen Grundfuttergabe und eine darauf aufbauende Optimierung der Tagesration wären extrem aufwändig. Trotzdem wird die überragende Bedeutung der Energiekonzentration hier erneut deutlich (Walter und Heinrich, 2003; Walter, 2008b).

Die Teilgrafik rechts unten in Abbildung 2, zeigt wie auch aus Abbildung 1 hervorgeht, dass die Varianz der EaM-FuKo deutlich geringer ausfällt als die der Ausgangsvariablen.

Die Varianzen der hier genutzten Kennzahlen addieren sich nicht, sondern es ist eine deutliche Tendenz zum Ausgleich festzustellen. Das ausgeprägte Pufferungsvermögen der Milchkuh mildert alle Ausschläge und glättet die Resultierende, sodass die tagesspezifischen Abweichungen der Ausgangsdaten sich nicht direkt in Erfolgskennzahlen niederschlagen.

Tabelle 2 nennt die Varianz der EaM-FuKo für die in Abbildung 2 dargestellten Konstellationen der Variation der Parameter Milchleistung, Futteraufnahme und Energiekonzentration im Grundfutter. Wie beim bcs (Tabelle 1) zeigt sich, dass die Varianz der EaM-FuKo deutlich geringer ausfällt als die der variierten Eingangsparameter.

Tabelle 2:

Varianz der EaM-FuKo bei Variation der Parameter Milchleistung, Futteraufnahme und Energiekonzentration im Grundfutter

Zugehörige Teilgrafik der Abbildung 2	Varianz der Parameter (in v. H. des Mittelwertes)		
	5	10	20
	Varianz der EaM-FuKo (in v. H. der EaM-FuKo)		
linke obere Teilgrafik	0,59	2,43	9,63
linke mittlere Teilgrafik	0,01	0,03	0,07
linke untere Teilgrafik	0,04	0,23	1,29
rechte obere Teilgrafik	0,61	2,37	9,42
rechte mittlere Teilgrafik	0,05	0,07	0,12
rechte untere Teilgrafik	0,64	2,49	9,82

5 Streuung tierspezifischer Kennzahlen und Länge der Futterperiode

Wenn die Betriebe nicht über einen Melkstand mit Milchmengenerfassung verfügen, liefert die Milchleistungskontrolle monatliche Leistungsdaten. Die Grundfutterqualität wird in der Regel nur durch eine Probe je Silo und Jahr be-

⁴ Für einen Stichprobenumfang von 100 erzeugt das Simulationsprogramm Zufallszahlen deren Mittelwert Null und die vorgegebene Varianz bis auf mehrere Stellen nach dem Komma annähert.

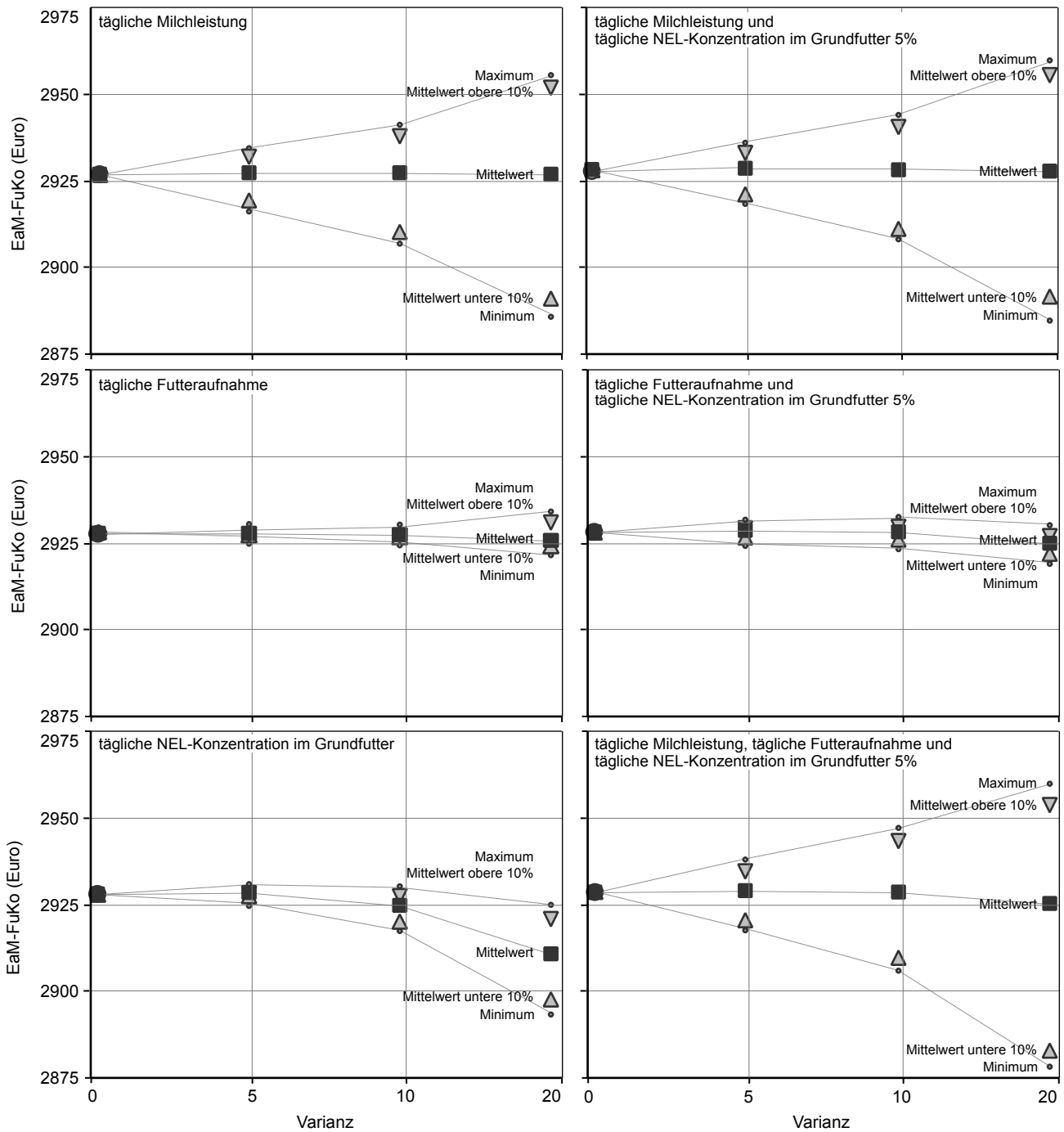


Abbildung 2: Bedeutung der Streuung von Milchleistung, Futteraufnahme und Energiekonzentration im Grundfutter für die EaM-FuKo

stimmt. Die tierspezifische tägliche Futteraufnahme wird bisher nur in wissenschaftlich geleiteten Ställen erfasst, in den landwirtschaftlichen Betrieben kann nur die mittlere Tagesmenge aus der insgesamt eingesetzten Futtermenge und der Tierzahl berechnet werden. Daher entstehen auch Fragen nach den Konsequenzen, die sich aus

- der Häufigkeit der Erfassung der Daten,
- der mit der Länge der Futterperiode verbundenen unvermeidbaren Ungenauigkeiten und
- der Streuung der täglichen Daten ergeben.

Ausgehend von der vollkommenen Information mit Optimierung, also der täglichen Erfassung der Milchleistung, Futteraufnahme und Energiekonzentration im Grund-

futter, wird eine Länge der Futterperiode von jeweils 3, 5 ... 35 Tagen kalkuliert. Es wird unterstellt, dass jeweils der mittlere Tag der Periode den „wahren“ Wert der Periode repräsentiert. Weil der Beginn der Laktation nur selten mit dem Beginn der Futterperiode übereinstimmt, wird auch diese Position systematisch verändert. Jeder Tag der Futterperiode kann der Beginn der Laktation sein. Um den Rechenaufwand in Grenzen zu halten wird nur jeder zweite Tag als Einstiegstag in den Fütterungsabschnitt kalkuliert. Im Einzelnen wird bei einer fünf Tage währenden Futterperiode der 1. und 3. Tag als Startpunkt gewählt, bei einer 7-tägigen Periode der 1., 3. und 5. Tag. In den Abbildungen 3 bis 6 werden für jede Periodendauer (X-Achse) alle Einstiegspunkte kalkuliert und deren Mittel sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Aus den für die Abbildungen 1 und 2 durchgerechneten 100 Laktationen wurde jeweils die 25. gewählt, die EaM-FuKo für unterschiedliche Längen der Futterperioden und differenzierte Eintrittszeitpunkte in den Futterabschnitt kalkuliert.

5.1 Streuung der Tagesleistung

Abbildung 3 zeigt die EaM-FuKo, wenn allein die Milchleistung eine Varianz von 5, 10 und 20 Prozent aufweist, die Futterperiode alternativ 1, 3, 5 ... 35 Tage währt. Da der Kalbetermin nur selten mit dem Beginn der Futterperiode übereinstimmt, wird zusätzlich ein unterschiedlicher Eintritt in die Futterperiode kalkuliert. Der zugehörige Mittelwert wird in den Teilgrafiken durch den Graphen mit größerer Strichstärke dargestellt, während die maximalen und minimalen EaM-FuKo durch dünnere Linien ausgewiesen werden. Diese Spanne ergibt sich allein durch die beiden Vorgaben:

- a) die Tagesleistung variiert mit 5, 10 bzw. 20 Prozent und
- b) statt täglicher Milchmengenerfassung und zugehöriger Rationsbemessung repräsentiert eine Tagesleistung eine 3- bis 35-tägige Periode.

Bemisst der Milchviehhalter die Fütterung allein nach der monatlichen Milchleistungskontrolle, so entspricht das den in Abbildung 3 (untere Teilgrafik) dargestellten Situationen für Futterperioden von 29 bis 33 Tagen. Der Mittelwert kommt der Konstellation bei täglicher Erfassung und Rationsabstimmung sehr nahe, allerdings sind tierspezifische Abweichungen von bis zu ± 25 Euro möglich.

Die Varianz der Tagesleistung überschreitet in Betrieben und Versuchen nicht selten die 20 Prozent Grenze. Selbst wenn diese bei nur 5 oder 10 Prozent läge, wären bereits Abweichungen der EaM-FuKo von 10 bis 20 Euro zu erwarten (Abbildung 3).

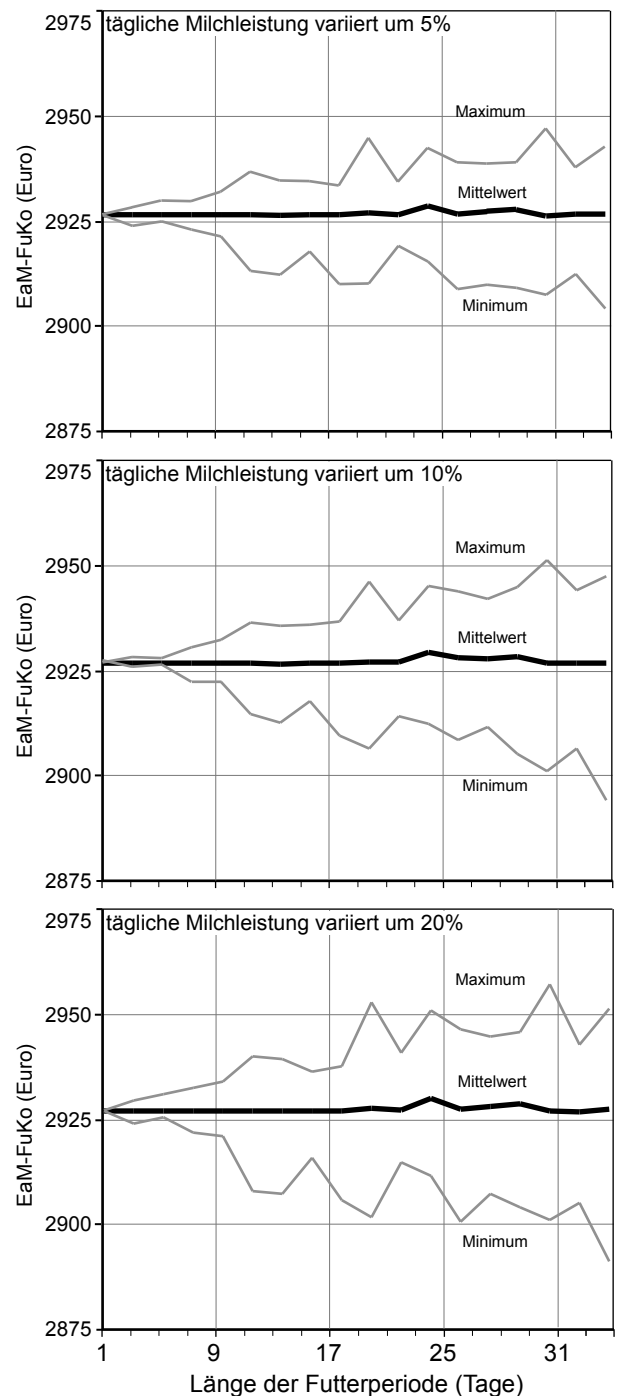


Abbildung 3: Variation der Tagesleistung und ihre Bedeutung für die EaM-FuKo bei unterschiedlicher Länge der Futterperiode und differenziertem Eintrittszeitpunkt

5.2 Streuung der täglichen Futteraufnahme

Abbildung 4 zeigt die EaM-FuKo, wenn allein die tägliche Futteraufnahme variiert, alle anderen Kennzahlen täglich korrekt erfasst und bei der Rations- und Erfolgsberechnung

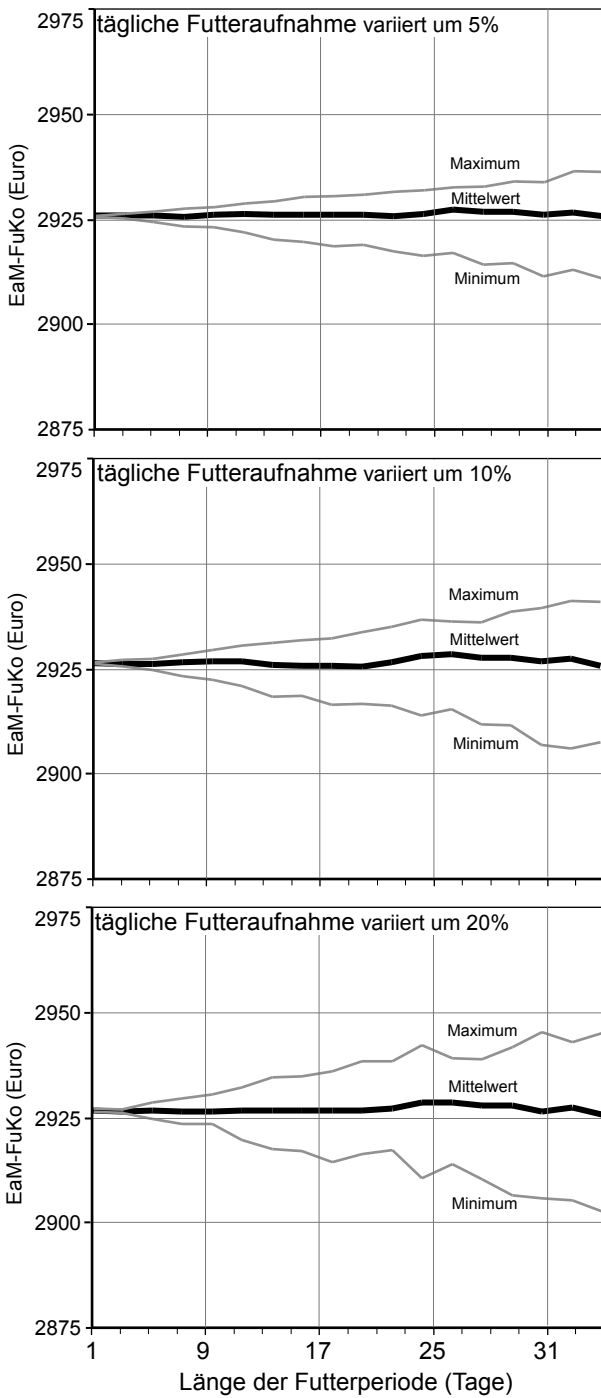


Abbildung 4: Variation der täglichen Futteraufnahme und ihre Bedeutung für die EaM-FuKo bei unterschiedlicher Länge der Futterperiode und differenziertem Einstiegszeitpunkt

nung präzise berücksichtigt werden. Die Abweichungen fallen geringer aus als bei der Variation der Milchleistung. Die Fähigkeit, Körpersubstanz in Leistung umzuwandeln und der Puffer „Pansen“ dämpfen die direkte Abhängigkeit der EaM-FuKo von den täglichen Schwankungen der Futteraufnahme.

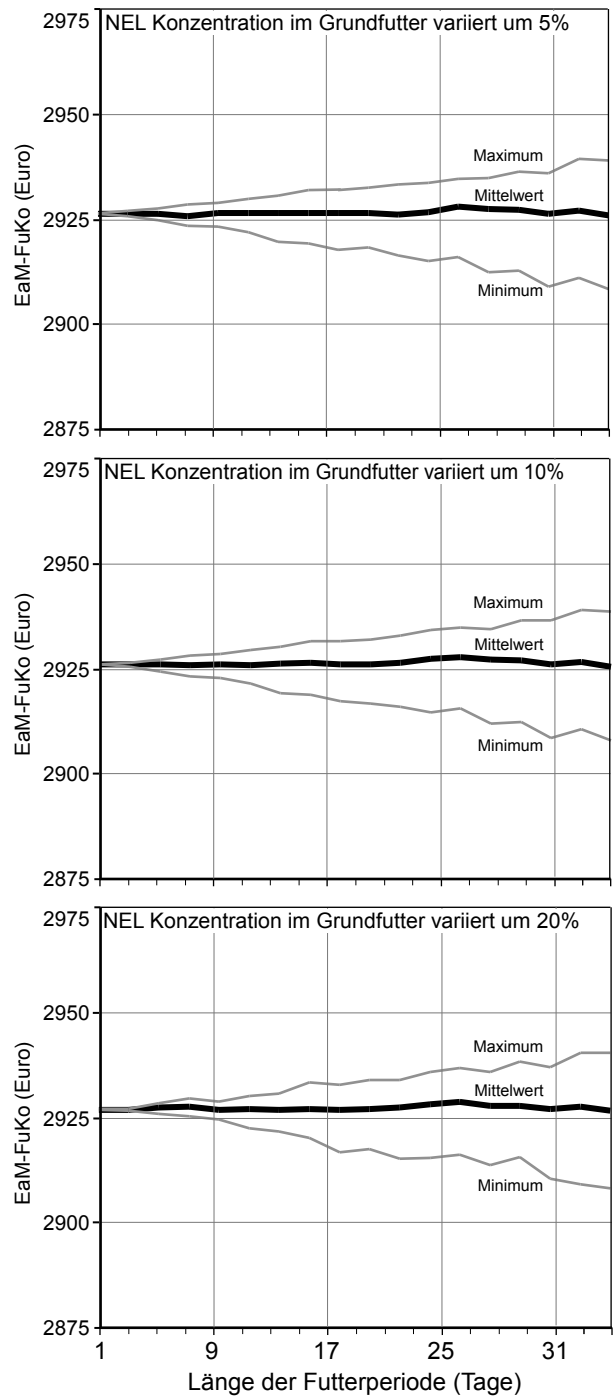


Abbildung 5: Variation der täglichen Energiegehalte im Grundfutter und ihre Bedeutung für die EaM-FuKo bei unterschiedlicher Länge der Futterperiode und differenziertem Einstiegszeitpunkt

5.3 Streuung des Energiegehaltes im Grundfutter

Abbildung 5 präsentiert die EaM-FuKo, wenn allein der Energiegehalt der täglichen Grundfutterzuteilung variiert, alle anderen Kennzahlen täglich korrekt erfasst und bei der Rationsberechnung sowie Erfolgsberechnung berück-

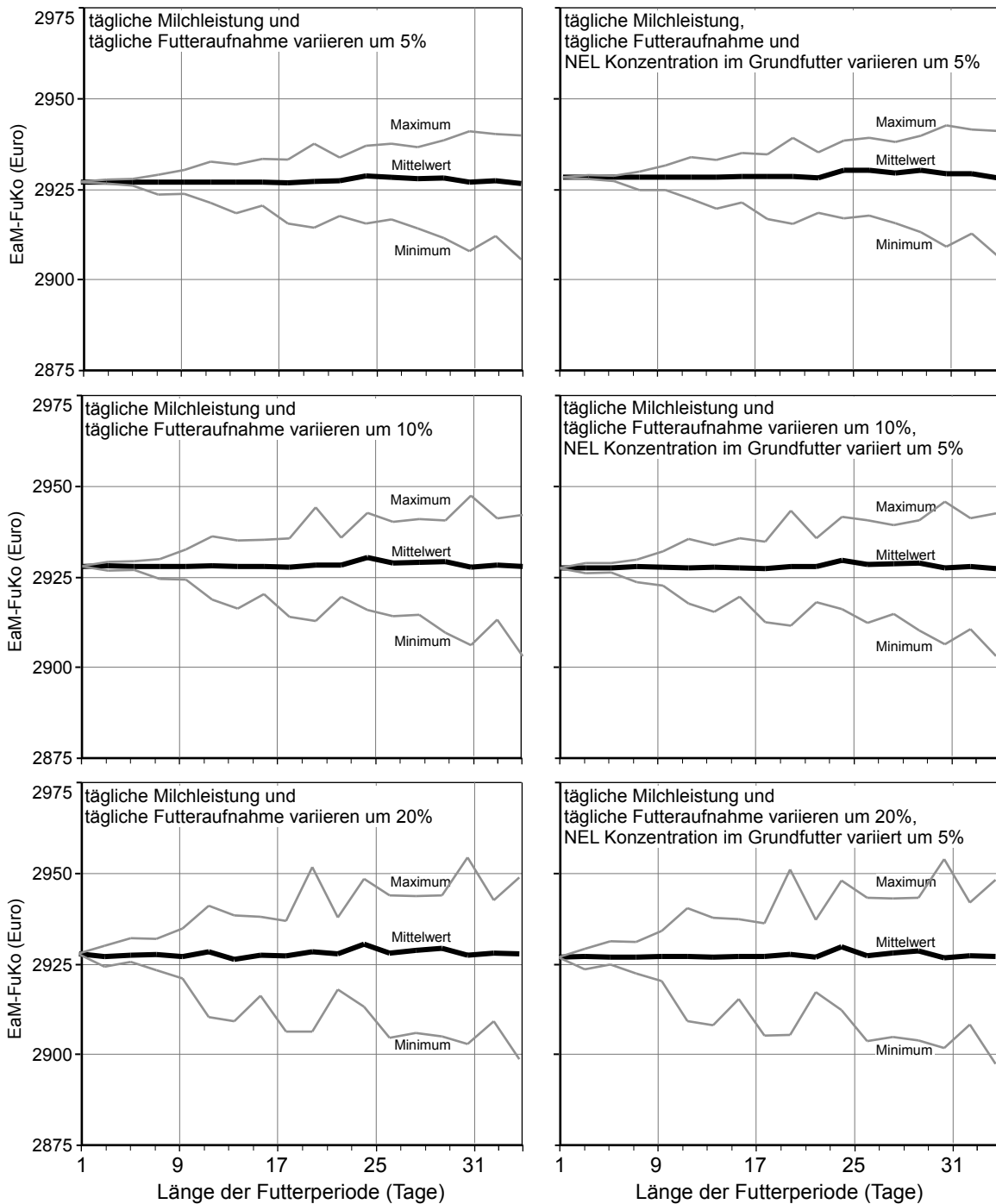


Abbildung 6: Gemeinsame Variation von Tagesleistung, täglicher Futteraufnahme sowie täglicher Energiekonzentration im Grundfutter und ihre Bedeutung für die Eam-FuKo bei unterschiedlicher Länge der Futterperiode und differenziertem Einstiegszeitpunkt

sichtigt werden. Die Abweichungen ähneln denen aus Abbildung 4. Da der tägliche Energiekonsum von der Konzentration aber auch von der täglichen Futteraufnahme abhängt, dämpft diese auch hier die direkte Abhängigkeit der Eam-FuKo von der Futteraufnahme.

5.4 Streuung der Tagesleistung, Futteraufnahme und des Energiegehaltes im Grundfutter

Abbildung 6 zeigt die Eam-FuKo für die Konstellation, in denen Milchleistung und Futteraufnahme gemeinsam streuen (linke Teilgrafiken). Die rechten Teilgrafiken zeigen

die Ergebnisse, bei denen zusätzlich die Energiekonzentration im Grundfutter eine Varianz von 5 Prozent aufweist. Die Mittel der EaM-FuKo werden auch hier kaum beeinflusst. Mit zunehmender Länge der Futterperiode und Varianz wird die Spanne größer, ohne die der Abbildungen 3 bis 5 deutlich zu übertreffen.

Die tägliche Milchleistung weist im Vergleich zu den übrigen Kennzahlen die größten systematischen Veränderungen während einer ZKZ auf und führt dementsprechend zu den größten Abweichungen, wenn streuende Tageswerte einen Zeitraum repräsentieren. Dieser Effekt wird umso größer, je länger die Periode gewählt wird.

Mit der Streuung der täglich anfallenden Kennzahlen und der in den Betrieben praktizierten periodisierten Abstimmung von Ration auf Leistung plus Erhaltungsbedarf werden zwar im Mittel die tatsächlichen Aufwands- und Ertragszahlen erreicht, es kommt aber zu bedeutenden tierspezifischen Abweichungen und Fehleinschätzungen der EaM-FuKo.

6 Bewertung und Ausblick

Aus allen Kalkulationen geht hervor, dass sich die Streuungen in erheblichem Umfang egalisieren. Das bedeutet zudem, jede weitere streuende Kennzahl würde die Varianz der Resultierenden nur noch geringfügig vergrößern. Umgekehrt muss postuliert werden, dass bei den heutigen Verfahren der Milchproduktion die Genauigkeit nur dann entscheidend erhöht werden kann, wenn alle Daten täglich erfasst und einbezogen werden. So lange eine der Variablen, wie Milchleistung, Futteraufnahme, Energiegehalt im Futter etc., nicht täglich gemessen wird, sind Abweichungen bei den Erfolgskennzahlen unausweichlich.

Die hier vorgelegten tierspezifischen Kalkulationen offenbaren erhebliche Ungenauigkeiten und Fehleinschätzungen der tatsächlichen EaM-FuKo. Daraus lassen sich jedoch nur dann Aussagen für die Betriebe ableiten, wenn diese auch tatsächlich eine auf das Einzeltier bezogene Bemessung der Aufwands- und Ertragrelationen vornehmen. Vor allem in größeren Milchvieh haltenden Betrieben wird Gruppenhaltung praktiziert. Die Gruppen erhalten eine am gruppenspezifischen Leistungsbereich orientierte Grund- und Kraftfuttermischung zur freien Verfügung, dazu eine auf die tierspezifische Milchleistung abgestimmte Kraftfüttergabe. Damit wird eine zusätzliche Distanz zur tierspezifischen Bemessung der Aufwands- und Ertragrelationen deutlich, denn die Niveauunterschiede der individuellen Futteraufnahmekapazität, des Erhaltungsbedarfs etc. werden übergangen und bleiben unberücksichtigt. Die damit verbundenen Konsequenzen deuten sich hier nur an, eine umfassende Analyse ist dringend geboten.

Die Ergebnisse der hier vorgelegten Kalkulationen legen nahe, dass die heutigen Haltungs- und Fütterungs-

konzepte den tierindividuellen Ansprüchen nicht gerecht werden können und dass der Weg zum Ziel „precision farming“ noch weit ist.

Die Simulation mit streuenden Ausgangsdaten führt zu erheblichen Abweichungen bei den naturalen und monetären Bewertungskriterien und Erfolgskennzahlen. Daraus ergeben sich weitere Hinweise für die Ursachen der produktionstechnischen Schwierigkeiten, wie z. B. kurze Nutzungsdauer, große Belastungen und gesundheitliche Probleme etc.

Die Milchproduktion ist geprägt von in einander greifenden Puffersystemen,

- ein Magen- und Darmsystem, das ein Mehrfaches der Tagesration fasst,
- einer ausgeprägten Fähigkeit, Körpersubstanz in Leistung umzusetzen und
- einem extrem belastbaren Organismus.

Ein derartiges System kann jedoch nicht durch einfach gekoppelte, direkt und linear wirkende Mechanismen beschrieben werden. Die Unterschiede der Fütterungsnormen (NRC, 2001; GfE, 2001) erklären sich u. a. daraus.

Literatur

- GfE (2001) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder 2001. Frankfurt a M : DLG-Verl, 136 p, Energie Nährstoffbedarf Landwirtsch Nutztiere 8
- Gruber L, Pries M, Schwarz F, Spiekers H, Staudacher W (2006) Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh. DLG-Information 1/2006
- Gruber L, Schwarz F J, Erdin D, Fischer B, Spiekers H, Steingäß H, Meyer U, Chassot A, Jilg T, Obermaier A, Guggenberger T (2004) Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkuhen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: „Qualitätssicherung in landwirtschaftlichen Produktionssystemen“ : 116. VDLUFA Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock. Darmstadt : VDLUFA, pp 484-504
- Helmers M (2005) Optimierungsstrategien zur ökonomischen Bewertung von Grundfutter. Osnabrück : Fachhochschule, 139 p
- NRC (2001) Nutrition requirements of dairy cattle. Washington, DC : National Academy Pr
- Oltenucu PA, Rounsaville TR, Milligan RA, Hintz RL (1980) Relationship between days open and cumulative milk yield at various intervals from parturition for high and low producing cows. J Dairy Sci 63:1317-1327
- Press WH, Teukolsky SA, Vetterling WT, Flannery BP (1992) Numerical recipes in C : the art of scientific computing. Cambridge : Cambridge Univ Press, 994 p
- Walter K, Heinrich I (2003) Die Entwicklung der Milchleistung, ihre einzelbetrieblichen Voraussetzungen und ihre Antriebskräfte : ermittelt aus Daten norddeutscher Betriebe mit intensiver Milchviehhaltung. Ber Landwirtschaft 81(3)346-373
- Walter K (2008a) Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen : 2. Grundfutterqualität und erzielbare Leistung. Landbauforsch 58(3):211-230
- Walter K (2008b) Das Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft“ – methodischer Ansatz und Realisierung: Version 1.2. Braunschweig : FAL, 95 p, Ber Inst Agrartechnol Biosystemtechnik 398