

Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen

3. Ab- sowie Aufbau von Körpersubstanz und erzielbare Leistung

Klaus Walter*

Zusammenfassung

Milchkühe verfügen über die Fähigkeit Körpersubstanz in Milchleistung umzuwandeln. Dieses im Zuge der Evolution entwickelte Potential wird in der Milchproduktion erfolgreich genutzt, um hohe Leistungen und Gewinne zu erzielen. Die vom NRC (2001) dazu entwickelten algorithmischen Beziehungen bilden die Grundlagen zur Bewertung der Fähigkeit Körpersubstanz in zusätzliche Milchleistung umzuwandeln.

Mittels Simulation lässt sich zeigen, dass eine Kuh mit 675 kg Lebendgewicht und ausgewogener Fütterungskondition am Beginn der Laktation bei einer Umwidmung von 8 % (16 %) der Körpersubstanz, entsprechend einem Rückgang des bcs um 1 Punkt (2 Punkte), eine um 1.000 kg (1.800 kg) höhere Laktationsleistung erreichen kann.

Kühe mit flacher Laktationsfunktion und hoher Persistenz sind in der Lage höhere Leistungszuwächse durch Umwidmung von Körpersubstanz in Leistung zu erzielen als Kühe mit steilem Anstieg und schnellem Abfall der Tagesleistung.

Je höher das Gewicht der Kühe in ausgewogenem Futterzustand ist, umso größer fällt der Leistungszuwachs aus. Ausgehend von 675 kg ermöglicht ein um 100 kg höheres Gewicht einen Extraleistungszuwachs von 250 kg Milch, mit zunehmender Tendenz bei noch höheren Gewichten.

Ein stärkeres Ausfüttern vor Laktationsbeginn erhöht theoretisch die in Leistung umwandelbare Körpersubstanz. Weitere Kalkulationen zeigen jedoch, dass die bei fetteren Kühen beobachtete reduzierte Futteraufnahme diesen Zuwachs nahezu aufzehren kann. Weil gleichzeitig die gesundheitlichen Risiken ansteigen, verliert diese Strategie ihre Attraktivität.

Den gesundheitlichen Risiken der Umwidmung von Körpersubstanz in Leistung stehen bedeutende Leistungszuwächse gegenüber, auf die eine Milchproduktion angewiesen ist, wenn Leistungssteigerungen langfristig unabdingbar sind. Die Schlussfolgerung kann nur sein, die Risiken zu minimieren und diesen Ansatz zur Leistungssteigerung zu nutzen.

Schlüsselworte: Milchleistung durch Abbau von Körpersubstanz, Tiergesundheit, Body condition score

Summary

The feeding and husbandry of high performance cows

Part 3. Mobilization and repletion of body reserves and achievable yield

Dairy cows have the ability to turn body reserves into milk. This potential, developed by nature in the course of evolution, is successfully used in dairy production to attain high yield and profits. The algorithmic relations developed for this purpose by the NRC (2001) serve as the basis to evaluate the ability of body substance to be transformed into additional milk.

Simulation allows us to show that a cow with a balanced feeding condition weighing 675 kg at the start of lactation can reach 1000 kg (1800 kg) milk yield, with a redistribution of 8 % (16 %) of its body reserves resulting in a drop in the bcs of 1 point (2 points).*

Cows with a flat lactation curve and high persistence are capable of more performance growth by rededication of body reserves into performance than cows with a sharp increase and fast drop in daily performance.

The higher the cow's bodyweight in a balanced feeding condition, the greater the yield increases. Assuming 675 kg, an 100 kg higher live weight enables an extra yield of 250 kg milk with an increasing tendency at even higher weights.

Starting the lactation with a bcs of 5 theoretically increases the body substance convertible into milk. However, further calculations show that with fatter cows, the observed reduction of feed intake can absorb this growth and increase the health risk.

The health risks in the conversion of body reserves into performance is in contrast to significant yield growth which depends on milk production if it is to be targeted to success over the long term. The conclusions here can only be to reduce the risks and to use this approach to increase milk yield.

Keywords: Milk yield by decrease in body substance, animal health, body condition score

* Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Johann Heinrich von Thünen-Institut [vTI], Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

1 Einleitung und Fragestellung

Hohe Leistungen führen zu Nährstoffdefiziten in den ersten Tagen der Laktation (Abbildung 1) und werden als Risikofaktoren für die Leistungsbereitschaft und Gesundheit der Milchkühe angesehen (Evans, 2003; Drackley, 2005; Kaske, 2006).

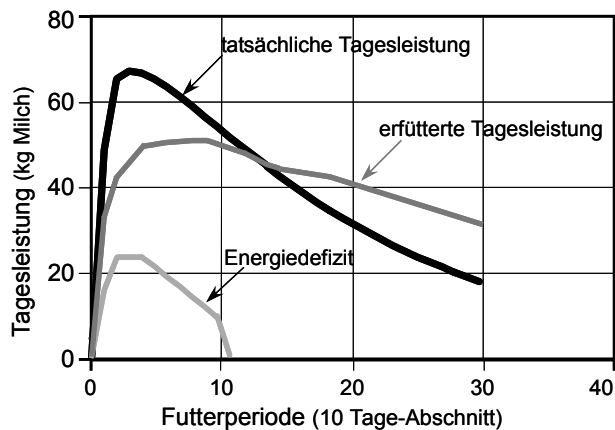


Abbildung 1:

Laktationskurve einer Kuh¹ mit einer Milchleistung von 12.000 Litern und Nährstoffdefiziten im ersten Drittel der Laktation

Je höher das Leistungsniveau, umso mehr Milch wird aus Körperreserven und -substanz erzeugt. Diese Umwandlung von Reserven zu Milch beginnt in den ersten Tagen nach dem Abkalben und kann länger als das erste Drittel der Laktation andauern. Dementsprechend wird diesem Zeitraum in den Fütterungsempfehlungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Abbildung 2 zeigt das kumulierte Energiedefizit, dessen Maximum erreicht wird, wenn die Tagesnährstoffbilanz der Kuh erstmals ausgeglichen ist. Die Hochleistungskuh befindet sich zu diesem Zeitpunkt in einer kritischen Ernährungssituation, denn sie hat stark abgenommen und ein Großteil ihrer mobilisierbaren Reserven ist aufgebraucht. Die Wiederherstellung einer guten körperlichen Kondition und damit der Ausgleich des entstandenen Nährstoffmangels wird zwingend erforderlich. Die Fütterung im zweiten und gegebenenfalls im dritten Drittel der Laktation darf wegen der zuvor negativen Energie- und Nährstoffbilanz nicht allein an der jeweiligen Tagesleistung bemessen werden, sondern sie hat die Defizite des ersten Drittels zu berücksichtigen und die Kuh wieder in optimale Kondition zu versetzen.

¹ Wenn nicht explizit erwähnt handelt es sich stets um eine Kuh in 2. Laktation, mit 675 kg Gewicht, mit 25 kg Gewichtszuwachs, einer Zwischenkalbezeit von 360 Tagen, mit einem Geburtsgewicht des Kalbes von 42 kg, die keine Krankheiten hat und nur konserviertes Futter höchster Qualität erhält.

Die Abbildungen 1 und 2 skizzieren die Energiebilanz einer Hochleistungskuh und machen ihre Fähigkeit deutlich, aus Reserven bzw. Körpersubstanz Milch zu erzeugen. Dabei handelt es sich um ein biologisch manifestiertes Konzept, das auch bei anderen Säugetieren zu beobachten ist. Es bietet sich daher an, die Bedeutung dieser genetischen Veranlagung zur Milcherzeugung und zur Leistungssteigerung mittels Simulation zu evaluieren und das Spannungsfeld zwischen erwünschter Leistungssteigerung und unerwünschter Belastung bzw. Gefährdung der Milchkuh detailliert zu analysieren.

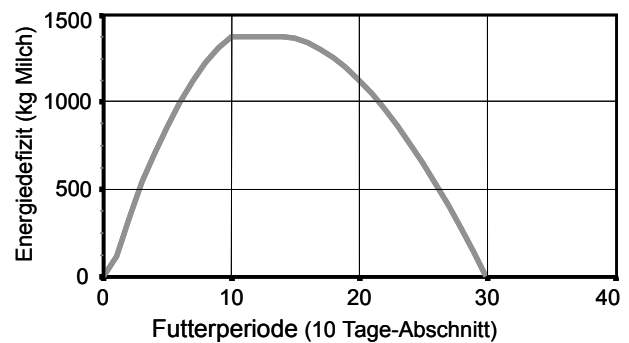


Abbildung 2:

Kumuliertes Energiedefizit bei einer Milchleistung von 12.000 Litern (Pendant zu Abbildung 1)

In diesem Zusammenhang wird zunächst der Fragestellung nachgegangen, um wie viel die Leistung geringer ausfiel, wenn die Kuh nicht in der Lage wäre, Milch aus "Körpersubstanz zu erzeugen". Zum Vergleich wird diese Umwandlung von Lebendgewicht in Milchleistung systematisch variiert, um den Effekt für die Milchproduktion quantitativ darzustellen.

2 Literatur, 'body condition score' und methodischer Ansatz²

In den wissenschaftlichen Arbeiten (Evans, 2003; Drackley, 2005; Kaske, 2006) und in der für Milchviehalter bestimmten Literatur stehen die Risiken, die Erhaltung der Gesundheit und auch die Tierschutzaspekte im Vordergrund, wenn die in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Defizite und die damit verbundenen Gewichtsverluste und Konditionsverschlechterungen diskutiert werden. Die andere Seite, nämlich die positive Beziehung zur Milchleistung, wird dabei nicht genügend gewürdigt. Der Ab- und Wiederaufbau von Körpersubstanz ist jedoch für das Leistungsniveau und damit für die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion von erheblicher Bedeutung.

² Diese Arbeit basiert auf dem im Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL entwickelten methodischen Konzept (Walter, 2007).

2.1 Literatur

Evans (2003), Drackley (2005), Brade (2005), Robinson (2006) und viele Andere weisen auf die Risiken des Abbaues von Körpersubstanz hin und entwickelten eine Vielzahl von Lösungsansätzen zur Vermeidung der mit der Gewichtsabnahme verbundenen gesundheitlichen Risiken. Staufenbiel (1999 und 2001) sieht in der kontrollierten Gabe von sauren Salzen einen Ansatz zur Minderung der Anfälligkeit gegen Ketosen und diskutiert verschiedene Kontrollmöglichkeiten zur Früherkennung, wie Untersuchung des Harns, etc. Drackley (2005) und Kaske (2006) nennen Gewichtsverluste von 50 bis 70 kg bei "Holstein Frisian" im ersten Drittel der Laktation und sehen u. a. in der Erhöhung der Futteraufnahme und -qualität einen Schlüssel zur Minderung von Belastungen und Beanspruchungen der Hochleistungskuh. Diese Empfehlungen sind jedoch nicht nur für den Zeitraum des Körpersubstanzabbaues interessant, sondern sie stellen einen grundsätzlichen Ansatz zur Steigerung der Leistung und der Effizienz der Milchproduktion dar, siehe dazu Walter (2008b).

2.2 „body condition score“

Der „body condition score“ (bcs) verbindet Gewichtsverlust und Erscheinungsbild der Kuh. Den Milchviehaltern gibt es ein Konzept zur Beurteilung der tierindividuellen Kondition an die Hand, wenn sie das Gewicht bzw. die Gewichtsentwicklung nicht detailliert verfolgen können, weil sie nicht über eine Waage verfügen. Der bcs basiert auf einer Bewertungsskala, die beispielsweise von Hulsen (2004), Robinson (2006) und den verschiedenen Zuchtverbänden in einer 5 Punkte Skala vorgegeben wird. Das NRC (1996) entwickelte zunächst eine 9 Punkte Skala, die einer nochmals unterteilten 5 Punkte Skala entspricht.

Im Folgenden wird der bcs gemeinsam mit der Gewichtsentwicklung genannt. Es wird jedoch keine Tierbeurteilung vorgenommen, sondern es liegt hier stets die vom NRC (2001) entwickelte funktionale Beziehung zu Grunde, die vereinfacht besagt, dass ein bcs Punkt etwa 8 % des Lebendgewichts entspricht. Das Simulationsprogramm errechnet das Nährstoffdefizit, bestimmt den zugehörigen Körpersubstanzverlust und kalkuliert erst dann den bcs. Damit handelt es sich nicht um eine Bewertung der Kühe nach dem vorgegebenen Schätzrahmen, sondern um die aus dem Gewichtsverlust abgeleitete kalkulatorische Definition des bcs (NRC, 2001). Dem entsprechend weisen die Abbildungen 6 bis 11 beide Maßsysteme, also das Gewicht in Prozent und den bcs als x-Achse, auf.

Das in Abbildung 2 dargestellte kumulierte Energiedefizit erreicht hier 1.400 kg Milch. Diese Milchmenge wird allein durch den Abbau der Körpersubstanz erzeugt. Die Kuh befindet sich am Beginn der Laktation in einer aus-

gewogenen Kondition, die wie folgt charakterisiert wird: „Fett- und Fleischansatz ausgewogen, Sitzbeinhöcker abgerundet“, entsprechend einem bcs von 3 (Hulsen, 2004). Der mit dem Defizit verbundene maximale Gewichtsverlust beträgt rd. 16 % (Abbildung 2) und führt in dieser Konstellation zu einem bcs von 1, der gemäß den Charakteristika wie folgt beschrieben wird: „ausgemergelt, Sägezahnstruktur der Dornfortsätze sichtbar und Sitzbeinhöcker stark hervorstehend“.

2.3 Methodischer Ansatz

Die Bedeutung des Ab- und Wiederaufbaues von Körpersubstanz für die damit erzielbare Leistungssteigerung ließe sich nur mit einem immensen experimentellen Aufwand bestimmen. Denn allein wegen der Streuung der Leistung wäre ein großer Stichprobenumfang erforderlich, um den Leistungs-, Gewichts- und Altersunterschieden mit jeweils angepasstem Versorgungsniveau gerecht zu werden. Das NRC (2001) wählte einen anderen Weg. Es analysierte alle geeigneten Fütterungsversuche, um diese spezielle Produktionsfunktion schätzen zu können und so für die Gestaltung der Fütterung³ nutzbar zu machen. Diese grundlegenden Untersuchungen führten zu Funktionen und Beziehungen, die in das Simulationsprogramm (SMP) "Milchproduktion der Zukunft" (Walter, 2008a) übernommen wurden. Damit lässt sich berechnen, welche Milchleistungssteigerungen durch Abbau von Körpersubstanz erreichbar sind, wenn diese vom NRC (2001) abgeleiteten Beziehungen zwischen Milcherzeugung und Körpersubstanzabbau unterstellt werden. Das Simulationsprogramm stellt weiterhin sicher, dass der Wiederaufbau der Körpersubstanz unter Berücksichtigung der mit dem Ab- und Aufbau verbundenen Verluste innerhalb der Zwischenkalbezeit erfolgt.

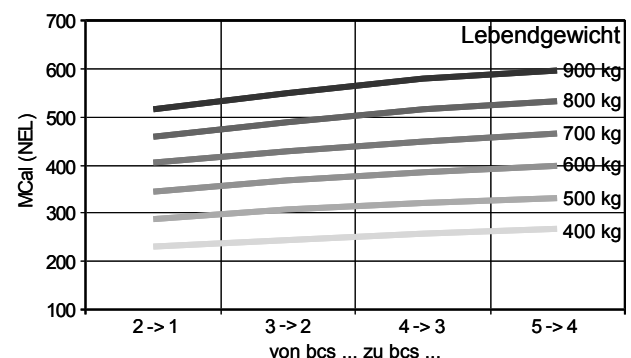


Abbildung 3:

Energiegewinn bei Verlust von je einem bcs Punkt in MCal, Quelle: NRC (2001, table 2.5)

³ Die hier genutzten vom NRC (2001) entwickelten Versorgungskonzepte gelten speziell für die Rasse Holstein Frisian, also den Blutlinien, die heute die milchbetonten Milchviehherden in Deutschland prägen.

In Abbildung 3 wird der Energiegewinn je bcs Punkt ausgewiesen. Dabei wird deutlich, dass mit dem Körpergewicht auch die freigesetzte Energiemenge wächst. Die aus der Körpersubstanz freisetzbare Energiemenge nimmt dagegen mit der Kondition ab, sie fällt umso geringer aus, je weiter das Gewicht und der bcs bereits abgesunken sind.

Abbildung 4 zeigt den in Abbildung 3 dargestellten Energiegewinn durch Abbau der Körpermasse um einen bcs Punkt in Milchäquivalenten. Wandelt eine Kuh mit einem Gewicht von 700 kg ihre Körpermasse in Milch um, so kann sie ca. 625 kg Milch erzeugen, wenn sie ausgehend vom bcs 5 einen Punkt, also 8 % ihres Gewichts, verliert und nur noch nach bcs 4 eingestuft wird. Mit einer weiteren Umwidmung der Körpersubstanz in Milch, entsprechend einem Rückgang des bcs von 4 nach 3, liefert die Kuh damit noch 600 kg Milch. Bei der Minderung von bcs 2 nach 1 sind es nur noch 400 kg Milch, die aus der eingeschmolzenen Körpersubstanz von 8 % erzeugt werden können. Der Wiederaufbau der Körpermasse unterliegt einer ähnlichen Relation von Gewichtszuwachs und Energiebedarf, allerdings sind dabei 15 bis 25 % höhere Ansprüche zu berücksichtigen (NRC, 2001, table 2.5). Insgesamt gesehen ist damit auch die auf Ab- und Wiederaufbau von Körpersubstanz basierte Leistung mit einem um 15 bis 25 % höheren Energiebedarf belastet.

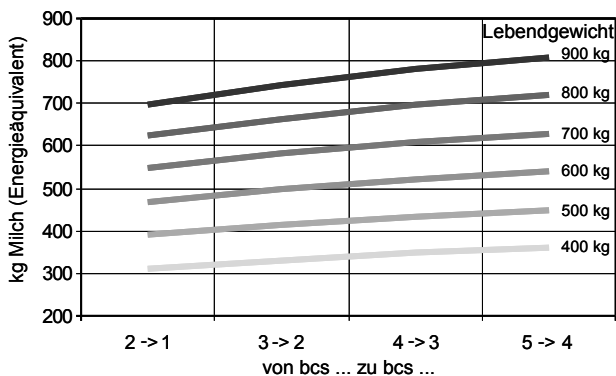


Abbildung 4:

Energiegewinn bei Verlust von je einem bcs Punkt in kg Milchäquivalent errechnet aus: NRC (2001, table 2.5)

Das NRC (2001) geht von rd. 8 % Körpergewichtsdifferenz je bcs Punkt aus. Zwischen dem bcs von 1 (ausgemergelt) und dem von 5 (verfettet) liegen $4 \cdot 8\%$, also insgesamt 32 % Gewichtsunterschied. Die Abbildungen 3 und 4 korrespondieren mit den in Abbildung 5 dargestellten algorithmischen Beziehungen (NRC, 2001). Das Simulationsprogramm (Walter, 2007) beinhaltet diese Funktionen und bestimmt jeweils für eine Zwischenkalbezeit den erforderlichen Ab- und Aufbau der Körpersubstanz, es kalkuliert für jeden Tag der ZKZ das aktuelle Gewicht

und errechnet daraus den zugehörigen bcs⁴. Das SMP berücksichtigt zudem

- die bei steigenden Tagesleistungen abfallenden Milchfettgehalte und den dafür erforderlichen geringeren Energiebedarf,
- den Energie- und Nährstoffbedarf für den Wiederaufbau der eingeschmolzenen Körpersubstanz,
- das Wachstum der Kuh und
- den Bedarf des Fötus.

Die Sachverhalte aus den Abbildungen 1 bis 5 verdeutlichen, dass hier keine linearen Ertrags- und Aufwandsrelationen vorliegen und nur eine Marginal- bzw. Grenzwertanalyse das komplexe Geschehen korrekt abbilden kann. Daher werden nicht die von der GfE (2001) entwickelten Fütterungsempfehlungen, sondern die vom NRC (2001) formulierten Versorgungskonzepte genutzt.

Hier stehen sich Abbau von Körpersubstanz und Leistungszuwachs gegenüber, zudem ist der zusätzliche Aufwand für den Wiederaufbau der eingesetzten Körpersubstanz zu berücksichtigen. Derartige Analysen dürfen nicht mittels Durchschnittswerten für Aufwand und Ertrag kalkuliert werden, denn sie basieren auf differenzierten nicht linearen Produktionsfunktionen (NRC, 2001; Walter 2008c). Diese vielschichtigen und sich gegenseitig beeinflussenden Beziehungen lassen sich am besten mit kombinierten Bilanzierungs- und Optimierungsansätzen lösen.

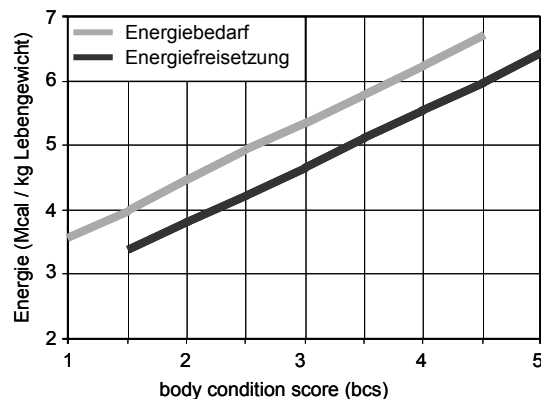


Abbildung 5:

Energiebedarf und -freisetzung je kg Lebendgewicht in Abhängigkeit vom bcs
Quelle: NRC (2001, table 2.4)

Die Berechnung der leistungsbezogenen Effekte des Ab- und Aufbaues von Körpersubstanz erfolgt mittels des Simulationssystems „Milchproduktion der Zukunft“ (Walter 2007; Walter 2008c). Für nahezu alle relevanten tierspezifischen Kennzahlen und betrieblichen Ausgangskonstellationen können die Konsequenzen der Umwandlung von Körpermasse in Leistung kalkuliert werden.

⁴ In der Praxis wird umgekehrt vorgegangen, es wird zuerst der bcs an Hand der Vorgaben bestimmt und dann die Schlussfolgerung gezogen.

Die ohne Nutzung von Reserven und Abbau von Körpersubstanz maximal erreichbare Milchleistung bei einem bcs von 3, also einer ausgewogenen Kondition, stellt den Vergleich bzw. das Ausgangsniveau dar und wird zunächst vom SMP ermittelt. Anschließend wird die Milchleistung um einen kleinen Betrag (100 kg je Kuh und Jahr) höher angesetzt, die dafür aus Körpersubstanz benötigte Energie kalkuliert und in Gewichtsverlust sowie bcs umgerechnet. Diese Erhöhung der Laktationsleistung wird solange wiederholt bis die Kuh mehr als 16 % ihres Gewichts in Milchleistung transformiert und damit den bcs von 1 unterschritten hat. Die Simulation wird bis in diesen Extrembereich fortgeführt, um festzustellen, ob die Kuh trotz dieser aus produktionstechnischer Sicht „unzulässigen“ Konstellation in der Lage ist, ihr Ausgangsgewicht innerhalb der Laktationsperiode wieder zu erreichen. Bei allen hier dargestellten Ergebnissen ist, wenn nicht anders erwähnt, spätestens 30 Tage vor der nächsten Kalbung die Ausgangskonstellation wieder hergestellt und der bcs beträgt wieder 3, das Ausgangsgewicht zuzüglich des Gewichts des Fötus ist wieder erreicht. Im Fall von Erstkalbinnen umschließt das auch den Energie- und Nährstoffbedarf für das Wachstum.

Die Abbildungen 6 bis 11 weisen die Ergebnisse bis zu einem bcs unter 1 aus. Dieses Vorgehen dient ausschließlich der Veranschaulichung des Geschehens und darf keinesfalls als Empfehlung für Experimente oder für Milchviehhalter angesehen werden. Es soll den abnehmenden Grenzertrag verdeutlichen und der Bestimmung des optimalen Aufwandsniveaus dienen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Effizienz der Milcherzeugung durch Körper-substanzabbau unter diesen extremen körperlichen Konstellationen drastisch mindert.

Das SMP berücksichtigt stets das komplexe Geschehen im Bereich Futterbau und Milchproduktion. Aus methodischer Sicht ist anzumerken, dass der Ab- und Aufbau von Körpersubstanz ein Merkmal ist, das die Leistung beeinflusst und im Gegensatz zu vielen Anderen seine Bedeutung nicht einbüßt, auch wenn sich die übrigen Kennzahlen ändern.

Die den Abbildungen 3 bis 5 zu Grunde liegenden Funktionen erlauben es nicht, den zugehörigen jährlichen Leistungszuwachs direkt zu berechnen. Einerseits basiert das Leistungsgeschehen nicht auf linearen Beziehungen und andererseits führt die im ersten Laktationsdrittel höhere tägliche Milchleistung zu höheren Tagesleistungen in den nachfolgenden Dritteln.

Bei den Ergebnissen stehen weniger die Stellen nach dem Komma als vielmehr die Beziehungen und Relationen im Vordergrund. Die hier vorgestellten Resultate sind in enger Verbindung mit den bisher vorgelegten Arbeiten zu interpretieren und fügen sich harmonisch in die Strukturen der noch ausstehenden Beiträge zum Thema Krankheit, Klima etc. ein.

3 Abbau von Körpersubstanz und erzielbare Leistung

In Abbildung 6 wird die erzielbare Milchleistung in Abhängigkeit vom Ausmaß der Energiefreisetzung durch Abbau von Körpersubstanz dargestellt. Für eine Kuh

- in 2. Laktation,
- mit einem Lebendgewicht⁵ von 675 kg,
- bei einem bcs von 3 am Laktationsbeginn,
- mit einer Zwischenkalbezeit (ZKZ) von 360 Tagen,
- entsprechend 300 Tagen Laktation zuzüglich 60 Tagen Trockenstehzeit,
- bei einem unterstellten Geburtsgewicht des Kalbes von 42 kg,
- mit ganzjähriger Verfütterung von Gras- und Maissilage höchster Qualität⁶,
- mit Milchviehmischfutter höchster Energiestufe plus zwei kg Gerstenschrot,
- mit einer Futteraufnahme entsprechend den Vorgaben des NRC (2001) und
- bei einer Produktion ohne Störungen bzw. Erkrankungen

berechnet das SMP zunächst die Milchleistung, die direkt und allein aus dem Futter erzeugt werden kann, das ergibt bei den unterstellten Produktionsbedingungen eine Milchleistung von rd. 9.000 kg (Abbildung 6). Es folgt eine Erhöhung der Leistung, der Abbau von Körpersubstanz wird einbezogen und der zugehörige Gewichtsverlust kalkuliert. Wenn die Kuh ca. 4 % ihres Gewichts für die Leistung mobilisiert, dann steigt die erzielbare Leistung um rd. 500 kg und der bcs sinkt von 3 auf 2,5. Werden weitere Leistungssteigerungen aus Körpersubstanz zugelassen, ermöglicht der nächste halbe bcs Punkt zwar eine weitere Anhebung der Leistung, der jedoch nur noch um 450 kg liegt. Während der Einsatz der ersten 8 % Körpersubstanz (entsprechend eines Rückgangs des bcs von 3 nach 2) ca. 950 kg Mehrleistung erbringt, gestattet ein weiterer Gewichtsabbau von erneut 8 % nur noch eine Mehrleistung von 750 kg. Wird eine dritte Reduktion⁷ um nochmals 8 % vorgenommen, reduziert sich der bcs von 1 auf 0 und kann nur noch Energie für ca. 400 kg zusätzliche Leistung freisetzen. Da das "Wiederanfüttern" dieser dritten und letzten mobilisierten 8 % mit einem zusätzlichen Aufwand für das Wiederanfüttern von über 20 % verbunden

⁵ Das Gewicht nach dem Abkalben wird als Lebendgewicht angesetzt, wenn sich die Kuh zu diesem Zeitpunkt in durchschnittlicher körperlicher Konstitution befindet, also bei einem bcs von 3.

⁶ Die Energie- und Nährstoffkonzentration liegt 10 % über den von der LuFa-Nord ausgewiesenen Konzentrationen (Meyer, 2008).

⁷ Die Simulation bis zu einem bcs nahe Null stellt keine Empfehlung für die praktische Fütterung dar, sondern dient der Bewertung von Extremen. Der völligen Ausschöpfung der "letzten" körperlichen Reserven mit all ihren Risiken steht ein Leistungszuwachs von nur noch 400 kg gegenüber.

ist, wird der zugehörige Leistungszuwachs von nur 400 kg Milch mit deutlich überhöhtem Aufwand erzeugt. Erneut wird deutlich, dass dieser Bereich keinesfalls mit linearen Aufwands- und Ertragsrelationen kalkuliert werden darf, wie es die GfE (2001) empfiehlt.

Insgesamt fiele die Milchleistung um 1.500 bis 2.000 kg höher aus, würde die Fähigkeit der Kuh genutzt, Körpersubstanz in Leistung umzuwandeln. Da den Risiken für Gesundheit und Reproduktion erhebliche Leistungspotentiale gegenüberstehen, sollen die wichtigsten Faktoren dieser Beziehung zwischen zusätzlicher Leistung und Bereitstellung von Körpersubstanz analysiert und diskutiert werden.

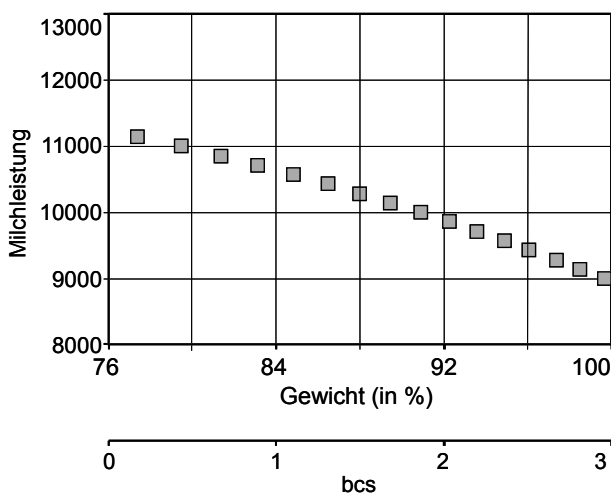


Abbildung 6:
Leistungsentwicklung bei Energiefreisetzung durch Abbau von Körpersubstanz

3.1 Verlauf der Laktationsfunktion

Die Höhe der Tagesleistung im Ablauf der Laktation unterscheidet sich von Kuh zu Kuh. Daher werden für eine Kuh mit 675 kg Gewicht, 25 kg Gewichtszuwachs und einer Jahresleistung von 9.000 kg Milch drei Typen der Laktationsfunktion⁸ unterschieden:

Steil: Der Leistungsanstieg nach dem Kalben ist sehr hoch und das Nährstoffdefizit erreicht binnen weniger Wochen mehr als 30 kg Milchäquivalent pro Tag. Danach fällt die Leistung ebenso schnell wieder ab, nicht zuletzt, weil der Abbau von Körpersubstanz schon weit fort geschritten ist.

Flach: Die Tagesleistung steigt allmählich, erreicht nach rd. 3 Monaten ihr Maximum und nimmt dann langsam ab. Die höchste Tagesleistung bleibt 10 bis 20 kg unter derjenigen bei steiler Laktationsfunktion,

die Jahresleistung ist jedoch um mehr als 1.500 kg höher.

Mittel: Die Tagesleistung liegt zwischen den beiden zuvor genannten Varianten, sie entspricht der von Olteanacu (1980) sowie der vom NRC (2001) entwickelten Funktion.

Zunächst zeigt Abbildung 7, dass bei gegebener Futterbasis und auch sonst gleichen Voraussetzungen eine Kuh mit flacher Laktationsfunktion, also hoher Persistenz, die höchste Jahresleistung erreichen kann. Je steiler die Leistung in den ersten Wochen der Laktation ansteigt (und später dann entsprechend schnell wieder abfällt), umso ungünstiger fallen die täglichen Aufwands- und Ertragsrelationen aus, die insgesamt eine geringere Gesamtleistung bedeuten.

Bei einem steilen Verlauf der Laktationsfunktion erreicht die Kuh mit den oben genannten Kennzahlen eine Jahresleistung von gut 8.000 kg Milch, wird keine Körpermasse für Milch mobilisiert. Wird der Abbau von 8 % der Körpermasse zugelassen, lässt sich die Jahresleistung um rd. 800 kg steigern. Der nächste Schritt, also der Abbau weiterer 8 % Körpersubstanz, bringt einen weiteren Anstieg, der jedoch nur noch 600 kg ausmacht. Der Einsatz von 16 % Körpersubstanz ermöglicht bei steilem Verlauf der Laktationsfunktion ein Leistungsplus von rd. 1.400 kg Milch. Bei flacher Laktationsfunktion ergibt sich für den Einsatz von 16 % Körpersubstanz eine Mehrleistung von fast 2.000 kg Milch, also ein um 600 kg höherer Zuwachs im Vergleich zur steilen Kurve.

Befindet sich die Laktationsfunktion auf dem mittleren Niveau, erreicht der Leistungszuwachs fast 1.700 kg, wenn der bcs von 3 bis auf den Wert 1 absinkt. Die Berechnungen zeigen deutliche Vorteile für Kühe mit flacher oder mittlerer Laktation, also höherer Persistenz.

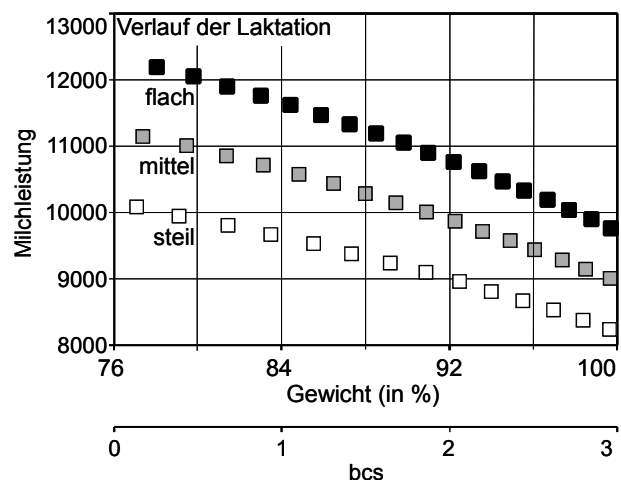


Abbildung 7:
Leistungsentwicklung bei Energiefreisetzung durch Abbau von Körpersubstanz bei unterschiedlichem Verlauf der Laktationskurve

⁸ Eine grafische Darstellung und die zugehörige detaillierte Beschreibung der Laktationsfunktionen liefert die Bedienungsanleitung zum SMP (Walter, 2008 a)

3.2 Dauer der Zwischenkalbezeit

Ein Kalb je Jahr, also eine Zwischenkalbezeit (ZKZ) von 365 Tagen, gilt gegenwärtig als eine der Zielgrößen für die erfolgreiche Milchproduktion. Die Betriebe müssen sich im Mittel mit 380 bis 400 Tagen zufrieden⁹ geben, nicht wenige Betriebe weisen mehr als 400 Tage auf. Es entsteht daher die Frage, wie die Dauer der ZKZ den Einsatz von Körpersubstanz zur Leistungssteigerung beeinflusst.

In Abbildung 8 wird für eine ZKZ von jeweils 360, 380, 400, 420 und 440 Tagen dargestellt, welche Leistung bei einem bcs von 3 erreicht wird, wenn zunächst keine körperlichen Reserven eingesetzt werden (jeweils rechtes Symbol in Abbildung 7). Mit zunehmender Umwandlung von Körpersubstanz in Leistung kann eine höhere Laktationsleistung erzielt werden. Die Ergebnisse für die ZKZ von 360 Tagen entsprechen denen aus den Abbildungen 6 und 7 (jeweils der mittlere Verlauf der Laktation). Die maximal erzielbare Milchleistung ohne Umwandlung beträgt 9.000 kg und steigt auf 10.500 kg durch einen Körpersubstanzabbau von 16 %, entsprechend einem bcs von nur noch 1. Wird die ZKZ von 440 Tagen dagegengestellt, so erreicht die Kuh 14.000 kg Milch ohne das Einschmelzen von Körpersubstanz. Die Leistung steigt auf fast 18.500 kg Milch, wenn die Kuh 16 % ihres Gewichts mobilisiert.

Abbildung 8 enthält für das Niveau der maximal erzielbaren Milchleistung zwei wichtige Informationen:

- Längere Zwischenkalbezeiten führen zu höheren Leistungen.
- Der Effekt der Umwandlung von Körpersubstanz in Milchleistung ermöglicht wesentlich größere Leistungszuwächse bei längerer ZKZ.

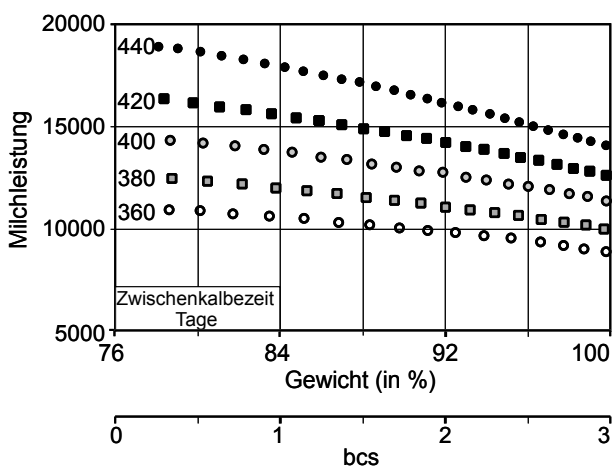


Abbildung 8:

Leistungsentwicklung bei Energiefreisetzung durch Abbau von Körpersubstanz bei unterschiedlicher Dauer der Zwischenkalbezeit

Höhere Leistungen bei längerer ZKZ lassen sich wie folgt erklären:

- Bei einer ZKZ von 360 Tagen sind 60 Tage Gützeit zu kalkulieren und das entspricht 16,67 %, dagegen macht die gleiche Trockenstehphase bei 440 Tagen ZKZ nur 13,64 % aus.
- Die anteiligen Zeiten mit geringeren bzw. reduzierten Futteraufnahmen (Laktationsbeginn, Trächtigkeit) nehmen ebenfalls ab, so dass absolut und relativ mehr Energie und Nährstoffe für Leistung zur Verfügung stehen.
- Die "modernen HF - Blutlinien" weisen eine große Persistenz auf und halten über lange Zeiträume eine hohe Tagesleistung, wenn die Futterversorgung ausreicht (Rotz et al., 2005; Grossman et al., 2003).

Mit zunehmender ZKZ steigen die Milchleistungen deutlich, wenn Körperreserven in Milchleistung umgewandelt werden. Da die Milchleistungen bei den längeren ZKZ durch die Transformation von Gewicht in Leistung überproportional ansteigen, ist die Frage nach der optimalen Dauer der ZKZ neu zu stellen. Da für die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion alle Einnahmen und Kosten zu berücksichtigen sind, wie der Wert des Kalbes, die Unterschiede bei den anteiligen Aufzuchtungskosten etc., liefert die hier dargestellte Leistungsentwicklung den ersten Hinweis auf eine sich ändernde Bewertung der Dauer der ZKZ.

3.3 Gewicht der Kuh

Die Umwandlung von Körpersubstanz in Leistung erweist sich als ein probates Mittel zur Steigerung der Leistung, dementsprechend kommt dem Lebendgewicht der Kühe, also der für diese Umwandlung zur Verfügung stehenden Körpersubstanz, große Bedeutung zu. Das Gewicht der Kühe unterscheidet sich deutlich, einmal zwischen den Rassen und zusätzlich zwischen den Individuen der gleichen Rasse. Mittels Simulation wird die Bedeutung des Lebendgewichts analysiert, die Ergebnisse stellt Abbildung 9 dar.

Die Simulation beginnt für die Kuh sofort nach dem Kalben, jeweils mit einem bcs von 3, also einem ausgewogenen Futterzustand (Abbildung 9, rechter Rand). Zunächst wird deutlich, dass Lebendgewicht und Leistung positiv korreliert sind (Brade, 2005; Durbal, 2001; NRC, 2001). Werden 16 % der Körpersubstanz in Leistung transformiert, also ein bcs von 1 erreicht, dann erzielt die Kuh mit einem Ausgangsgewicht von 575 kg einen Leistungszuwachs von 1.500 kg, mit 675 kg fast 1.750 kg und mit 775 kg sogar rd. 2.000 kg Leistungszuwachs aus Körpersubstanz. Ein um 100 kg höheres Gewicht ermöglicht eine zusätzliche Leistungssteigerung von 250 kg.

⁹ Vergleiche Rinderreport der Landwirtschaftskammer Schleswig - Holstein.

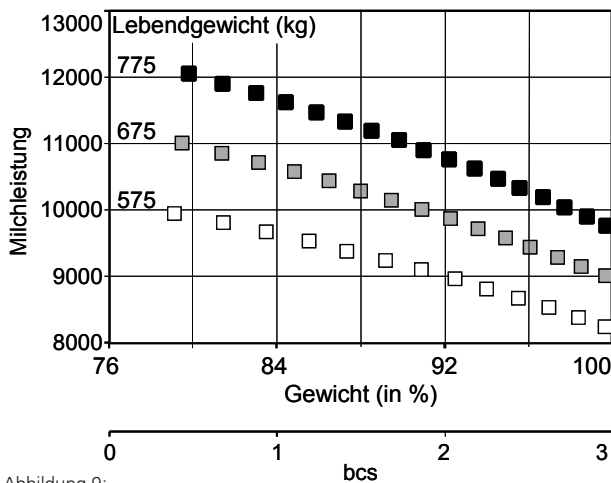


Abbildung 9:

Leistungsentwicklung bei Energiefreisetzung durch Abbau von Körpersubstanz bei unterschiedlichem Lebendgewicht der Kuh

Aus diesen Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die Züchtung größerer und schwererer Kühe eine Option der Leistungssteigerung darstellt. In den letzten Dekaden war eine Entwicklung zu größeren und schwereren Kühen festzustellen. Bei der Planung und Konzeption neuer Ställe sollte berücksichtigt werden, dass dieser Trend sich nicht zuletzt wegen der höheren Leistung und der ermittelten gewichtsbedingten Leistungszuwächse auch in Zukunft fortsetzen könnte.

3.4 Alter bzw. Zahl der Kalbungen

Während sich die Bewertung des Gewichts der Kühe vergleichsweise einfach aus den Vorgaben des NRC (2001) ableiten lässt, erfordert die Analyse des Alters (hier die Zahl der Kalbungen) ein differenzierteres Vorgehen. Erstkalbinnen sind noch nicht ausgewachsen, das gilt speziell für ein geringes Erstkalbealter. Da sie ihr Endgewicht noch nicht erreicht haben, steht für den Abbau weniger Körpersubstanz zur Verfügung, so dass zusätzlich je nach Erstkalbealter ein Wachstum mit einer Gewichtszunahme von 8 % bis 12 % zum Erreichen des Endgewichts zu berücksichtigen ist.

Abbildung 10 weist die höchstmöglichen Leistungen der Erstkalbinnen und älteren Kühe für ein unterschiedliches Ausmaß der Umwandlung von Körpersubstanz in Milchleistung aus. Die Resultate für die Kuh in 2. Laktation sind identisch mit denen aus Abbildung 9 bei 675 kg, denen aus Abbildung 8 mit 360 Tagen ZKZ und denen aus Abbildung 7 bei mittlerer Laktationsfunktion. Nach der dritten Kalbung ließe sich eine um 1.000 kg höhere Milchleistung und ein um knapp 200 kg höherer Leistungszuwachs erzielen, wenn 16 % der Körpersubstanz für die Milchproduktion mobilisiert werden, also die Kuh einem bcs von nur noch 1 zuzuordnen wäre.

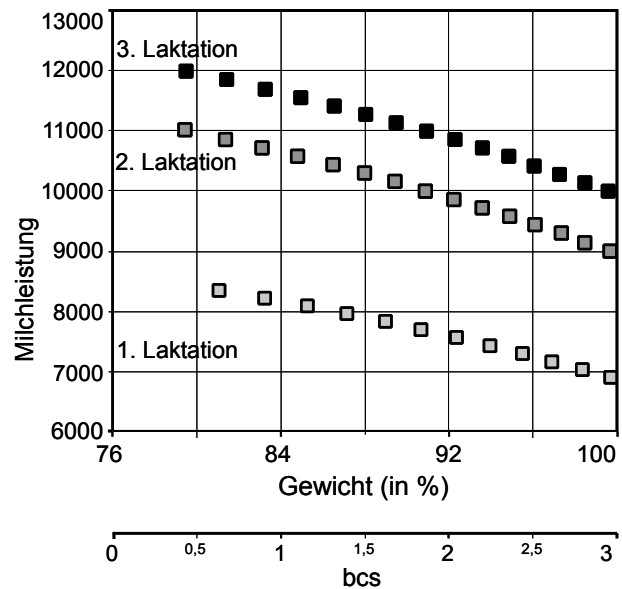


Abbildung 10:

Leistungsentwicklung bei Energiefreisetzung durch Abbau von Körpersubstanz für Kühe in 1., 2. und 3. Laktation

Für die Kuh in erster Laktation wird hier ein Erstkalbealter von nur 26 Monaten unterstellt. Sie erreicht in der Ausgangssituation (bcs 3) mit knapp 7.000 kg eine deutlich geringere Leistung. Aber auch der Leistungszuwachs fällt im Vergleich zu den älteren Kühen um fast ein Drittel niedriger aus. Die Ursache liegt zunächst im geringeren Gewicht der jungen Kuh (vergleiche Abbildung 9), daneben aber auch in dem zusätzlichen Bedarf für Wachstum. Das SMP unterstellt in Anlehnung an die vom NRC (2001) entwickelten Grundsätze ein kontinuierliches Wachstum, so dass weniger Körpersubstanz für Leistung verfügbar gemacht und dafür in Wachstum umgewidmet wird.

Die in Abbildung 10 dargestellten vergleichsweise geringeren Leistungszuwächse der Kuh in erster Laktation ergeben sich aus dem hier unterstellten frühen EKA und damit dem großen Wachstumsbedarf. Bei höherem EKA mindern sich die Unterschiede zu den älteren Kühen in dem Maße wie sich die Gewichte zur Zeit der Kalbung annähern.

Bei der Bewertung der Eignung von Erstkalbenden sind diese Sachverhalte und Beziehungen zu berücksichtigen, um eine korrekte Leistungseinschätzung vornehmen zu können.

3.5 Kondition am Laktationsbeginn

Da die Kuh Körpersubstanz in Leistung umwandeln kann, liegt es nahe, das Tier vor dem Kalben stärker auszufüttern und auf diesem Weg die Leistungssteigerung der nächsten Laktation so intensiv als möglich zu unterstützen. Andererseits gibt es Kühe, die u. a. durch Krankheit in unausgewogener Kondition in die Laktation starten.

Daher wird in Abbildung 11 dargestellt, welche Leistungssteigerungen rechnerisch zu erreichen wären, würde die Kuh mit unterschiedlicher Kondition, also mit einem geringeren oder höheren bcs in die Laktation starten.

Die Kondition bzw. das Über- oder Untergewicht der Kuh am Beginn der Laktation entscheidet über das Ausmaß der in Leistung umwandelbaren Körpersubstanz und damit über die Höhe des Leistungszuwachses. Kühe, die mit dem bcs von 1, also „ausgemergelt“ in die Laktation gehen, könnten selbst, wenn sie nochmals 4 % Körpersubstanz (Abbildung 11, Graph unten links) aufbrächten, nur noch 300 bis 400 kg Mehrleistung aus Körpersubstanz erzeugen. Startet die Kuh nach dem Kalben mit einem bcs von 2 und baut ihre Körpersubstanz bis zu einem bcs von 1 (0,5) ab, lässt sich damit ein Leistungszuwachs von 700 (1.000) kg Milch erreichen.

Beginnt die Kuh die Laktation mit einer Kondition gemäß bcs 4 oder 5, dann kann die Körpersubstanzumwandlung rechnerisch 2.700 kg (vom bcs 4 bis 1) oder gar 4.000 kg Milchleistung (vom bcs 5 bis 1) erbringen. Die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellten Beziehungen zwischen bcs und Energiegewinn erklären die Progression der in Abbildung 11 dargestellten Leistungszuwächse, die sich theoretisch aus dem Start mit einem deutlich höheren bcs ergeben.

Die Beratung empfiehlt, die Kühe zur Zeit der Kalbung bzw. am Laktationsbeginn entsprechend einem bcs von etwa 3 bis 3,5, maximal bis 4 zu konditionieren, weil

- die Kälber in den letzten Wochen vor der Geburt nicht zu sehr zunehmen sollen, da es die Geburt erschwert,
- die Überfütterung vor dem Kalben den Anstieg der Futtermittelaufnahme danach verzögert und
- fette Kühe zu Beginn der Laktation häufiger von Stoffwechselerkrankungen¹⁰ betroffen sind.

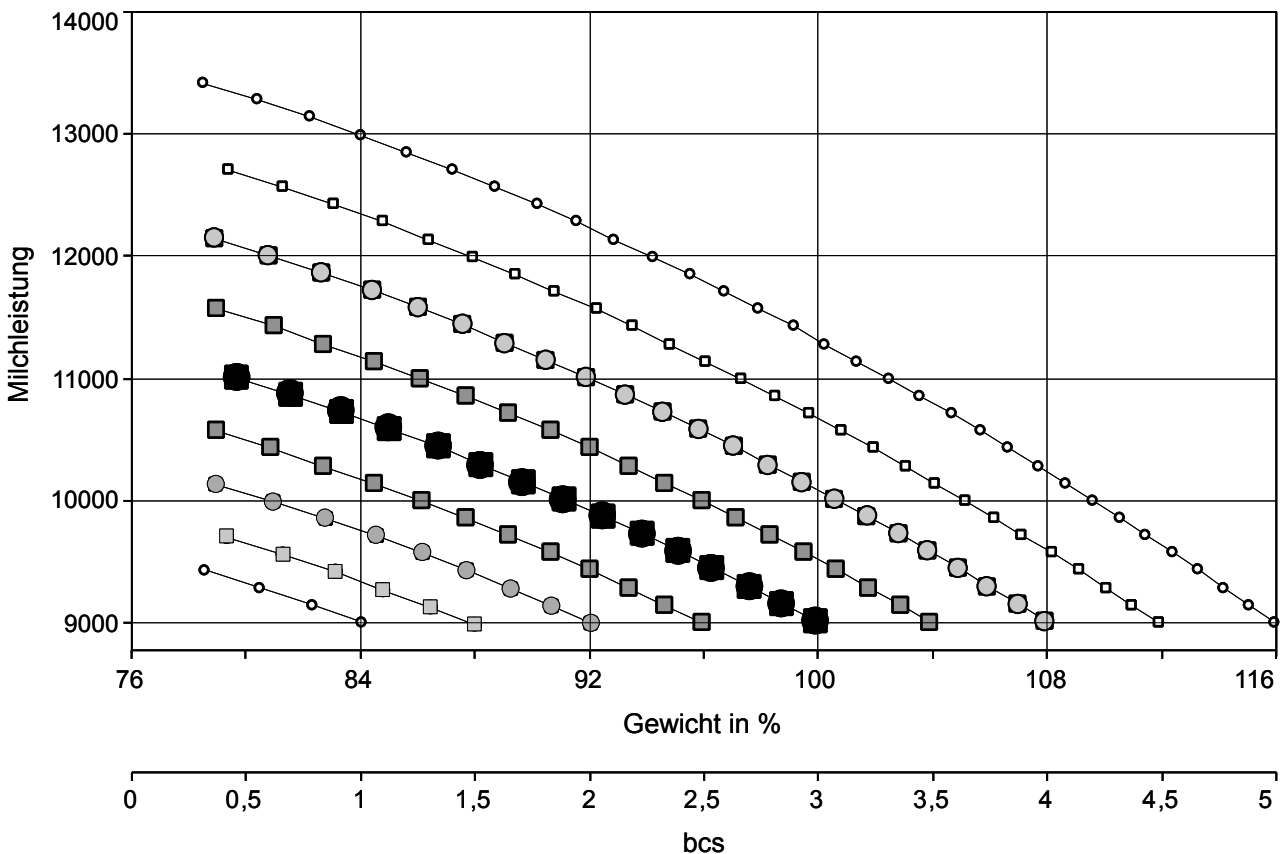


Abbildung 11: Leistungsentwicklung bei Energiefreisetzung durch Abbau von Körpersubstanz bei unterschiedlichem bcs am Laktationsbeginn

¹⁰ Die Bedeutung von Stoffwechselerkrankungen, Lahmheiten, Mastitis etc. für Futtermittelaufnahme und Leistung bleibt späteren Analysen vorbehalten.

Die Überfütterung bzw. eine „Mastkondition“ führen bei Hochleistungskühen zu einer verminderten Futteraufnahme und zu Ketosen, Fettleber, etc. (Drackley, 2005; Staufenbiel, 2005; Evans, 2003; Kaske, 2006; Robinson, 2006). Diese Erkrankungen führen nicht nur zum Leistungseinbruch, sondern haben nicht selten eine erhebliche Reduzierung der Futteraufnahme zur Folge, diese wiederum vergrößern die Energie- und Nährstoffdefizite zusätzlich und verschärfen die Probleme am Beginn der Laktation nochmals.

Der rechnerisch erzielbaren Leistungssteigerung durch Start in die Laktation bei bcs 4 oder 5 steht die von einigen Autoren (Drackley, 2005; Evans, 2003; Kaske, 2006; Robinson, 2006) festgestellte Minderung des Futteraufnahmevermögens verfetteter Kühe gegenüber. Damit steht der Leistungssteigerung durch Umwandlung von mehr Körpersubstanz eine Leistungsminderung durch eine reduzierte Futteraufnahme entgegen. In Tabelle 1 wird das Ergebnis weiterer Kalkulationen dargestellt und nennt den Einfluss reduzierter Futteraufnahmen im ersten Drittel der Laktation auf die Leistung.

Tabelle 1:

Bedeutung der Minderung der Futteraufnahme für die erzielbare Leistung (Kuh mit 675 kg Gewicht, 25 kg Gewichtszuwachs, 2. Laktation, ZKZ 360 Tage)

Berechnung der Futteraufnahme nach	Minderung der Futteraufnahme in den ersten 100 Tagen der Laktation (%)	Bei Minderung der Futteraufnahme noch erzielbare Leistung in % der Ausgangsleistung
NRC (2001)	2,5	98,9
	5,0	97,6
	7,5	96,2
	10,0	94,7
	12,5	93,0
Robinson (2006)	15,0	91,0
	2,5	98,9
	5,0	97,8
	7,5	96,7
	10,0	95,5
	12,5	94,3
	15,0	93,0

Die in Tabelle 1 ermittelten Leistungseinbußen machen die Risiken einer durch Verfettung verursachten Minderung der Futteraufnahme deutlich. Der Leistungserhöhung durch Abbau von zusätzlicher Körpersubstanz bei hohem bcs steht ein ebenso deutlicher Leistungsrückgang bei verminderter Futteraufnahme gegenüber. Da die Literatur nur qualitative aber keine quantitativen Aussagen über das Niveau des bcs und dessen Bedeutung für die Futterauf-

nahme bietet, lassen sich keine genaueren Abwägungen vornehmen. Die Vorteile eines Starts in die Laktation mit hohem bcs fallen nach Gegenüberstellung mit den hier unterstellten Abnahmen des Futteraufnahmevermögens nur noch sehr gering aus. Die Leistungseinbrüche und die deutlich höheren gesundheitlichen Risiken sprechen somit gegen einen Start mit bcs 5 in die Laktation.

3.5 Dauer der Defizite¹¹ und mehrperiodischer Ansatz

Die Mobilisierung von Körpersubstanz zur Erzeugung von Milch führt zu erheblichen Gewichtsverlusten und zu einem entsprechenden Absinken des bcs. Dieser Abbau von Körpersubstanz ist wieder auszugleichen, damit die Kuh nicht mit unausgewogener Energie- und Nährstoffbilanz in die nächste Laktation beginnen muss. Defizite aus der vorhergehenden Produktionsperiode mindern das aktuelle Leistungsvermögen, bzw. belasten die in der Hochleistungsphase erneut entstehenden Energie- und Nährstoffungleichgewichte.

Daraus wird deutlich, dass aus methodischer Sicht nicht eine Zwischenkalbezeit allein, sondern die Vorhergehende und die Nachfolgende mit zu berücksichtigen sind. Abbildung 12 zeigt die maximal erzielbaren Milchleistungen, das Entstehen und den Ausgleich der Defizite, die Futteraufnahmen sowie die Gewichtsentwicklung und den zugehörigen bcs für die ersten drei Laktationen.

Neben den allgemein als wichtig angesehenen Zeitpunkten, wie Kalbetermin, Belegen und Trockenstellen, gewinnen in diesem Zusammenhang drei zusätzliche Termine an Bedeutung, bzw. sind in die Liste der kritischen Kennzahlen aufzunehmen:

- Der Tag, an dem die Energiebilanz erstmals ausgeglichen ist, der gleichzeitig den Zeitpunkt des maximalen Energiedefizits und den Wendepunkt in der Entwicklung der Gesamtbilanz darstellt.
- Den Zeitpunkt der erstmals ausgeglichenen Energiebilanz der Zwischenkalbezeit.
- Den 190. Tag der Trächtigkeit, an dem nach NRC (2001) erstmals der Energie- und Nährstoffbedarf des Fötus nennenswerte Bedeutung erlangt und berücksichtigt werden muss.

Abbildung 12 und Tabelle 2 zeigen, dass ab der zweiten Laktation, also bei den älteren Kühen, am 262. bzw. am 255. Tag der Bilanzausgleich erreicht ist.

Bei den Kühen in erster Laktation ist zusätzlich das Wachstum zu berücksichtigen. Aus Abbildung 12 und Tabelle 2 wird deutlich, dass erst am 300. Tag der Laktation, also zeitgleich mit dem Trockenstellen, die Energiebilanz

¹¹ Die Analyse basiert auf der Zielvorstellung, dass die maximale Leistung erreicht werden soll, um den höchstmöglichen Deckungsbeitrag und Gewinn zu erzielen.

ausgeglichen werden kann. Das Wachstum und die Versorgung des Fötus mussten bis zu diesem Zeitpunkt mit der Leistung, dem Wiederaufbau der Reserven und der Körpersubstanz konkurrieren.

Die zusätzlich in die Analyse einbezogenen Kennzahlen „erstmalig ausgeglichene energetische Tagesbilanz“ und „erstmalig ausgeglichene Energiebilanz der ZKZ“ verdeutlichen die Probleme bei der Versorgung der Hochleistungskühe, speziell der Kühe in erster Laktation. Diese Kennzahlen offenbaren die Engpässe der energetischen Versorgung, wenn das Nährstoffdefizit aus dem ersten Laktationsdrittel noch nicht ausgeglichen ist und gleichzeitig die Energie- und Nährstoffansprüche der Reproduktion sowie des Wachstums zu befriedigen sind, wenn also drei Ansprüche um die Energie aus der begrenzten täglichen Futteraufnahme konkurrieren. Die Futteraufnahme wird nach den von NRC (2001) vorgeschlagenen Grundsätzen kalkuliert. Werden die von Gruber (2006) oder Robinson (2006) entwickelten Ansätze zur Bestimmung der Futteraufnahme genutzt, so fällt diese höher aus, weil beide eine positive Beziehung zwischen Grundfutterqualität und Futteraufnahme unterstellen. Wenn diese Schätzer realitätsnäher sind, dann würden die Energiedefizite geringer ausfallen, kürzer andauern als in Tabelle 2 dargestellt und die Kuh weniger belasten.

Weiterhin machen diese Kalkulationen deutlich, dass mit steigendem Leistungsniveau die Dauer der unausgewogenen Energiebilanz immer länger und damit zum „Normalzustand“ wird. Dieser Sachverhalt trifft insbesondere für die Milchkühe in erster Laktation zu. Die Kühe der Holstein Frisian Blutlinien, also der auf hohe Milchleistung gezüchteten Rasse, weisen diese genetisch manifestierte Fähigkeit in hohem Maße auf. Sie vermögen den mit diesen lang andauernden Energie- und Nährstoffdefiziten verbundenen Belastungen Stand zu halten. Daher ist das Abrufen und der später notwendige Wiederaufbau von Körpersubstanz ein integraler Bestandteil der Leistung und auch der Leistungssteigerung und sollte von den Milchviehhaltern genutzt werden.

Über 12 % der Milchleistung wird durch Ab- und Wiederaufbau von Körpersubstanz erzeugt (Tabelle 2) und bedeutet für Kühe, dass sie mehr als 70 % einer ZKZ von 360 Tagen in energetisch unausgewogener Kondition produzieren. Erstkalbinnen befinden sich sogar länger als 80 % im Energiedefizit (Tabelle 2).

Damit steigen die Anforderungen derart geforderter Hochleistungskühe an die Haltungsbedingungen und an die Fütterversorgung, so dass nur mit einem ausgefeilten Management eine erfolgreiche Milchproduktion möglich ist.

Tabelle 2:

Ergänzende Kennzahlen zu der Kuh in 1., 2. und 3. Laktation (Abbildung 12)

	Kuh in		
	1. Laktation	2. Laktation	3. Laktation
Dauer der ZKZ (Tage)	360	360	360
Dauer der Trächtigkeit (Tage)	280	280	280
Milchleistung (kg / 360 Tage ZKZ)	8375	9920	10575
Maximales Energiedefizit (kg Milch)	1050	1250	1280
in v. H. der Milchleistung	12,5	12,6	12,1
erster Tag mit ausgeglichener energetischer Tagesbilanz	123	110	108
erster Tag mit ausgeglichener energetischer Gesamtbilanz	300	262	255
Defizitäre Phase in v. H. der ZKZ	84	73	71
Gewicht der Kuh am Laktationsbeginn	625	675	700
Wachstum der Kuh (kg)	50	25	0
Gewicht bei maximalem Energiedefizit (kg)	517	566	590
Gesamtgewicht des Fötus (kg)	52	56,5	58
davon Geburtsgewicht des Kalbes (kg)	38	41	43
Gesamtfutteraufnahme (kg TS)	6100	7060	7250
avon Kraftfutter (kg TS)	2250	2200	2050

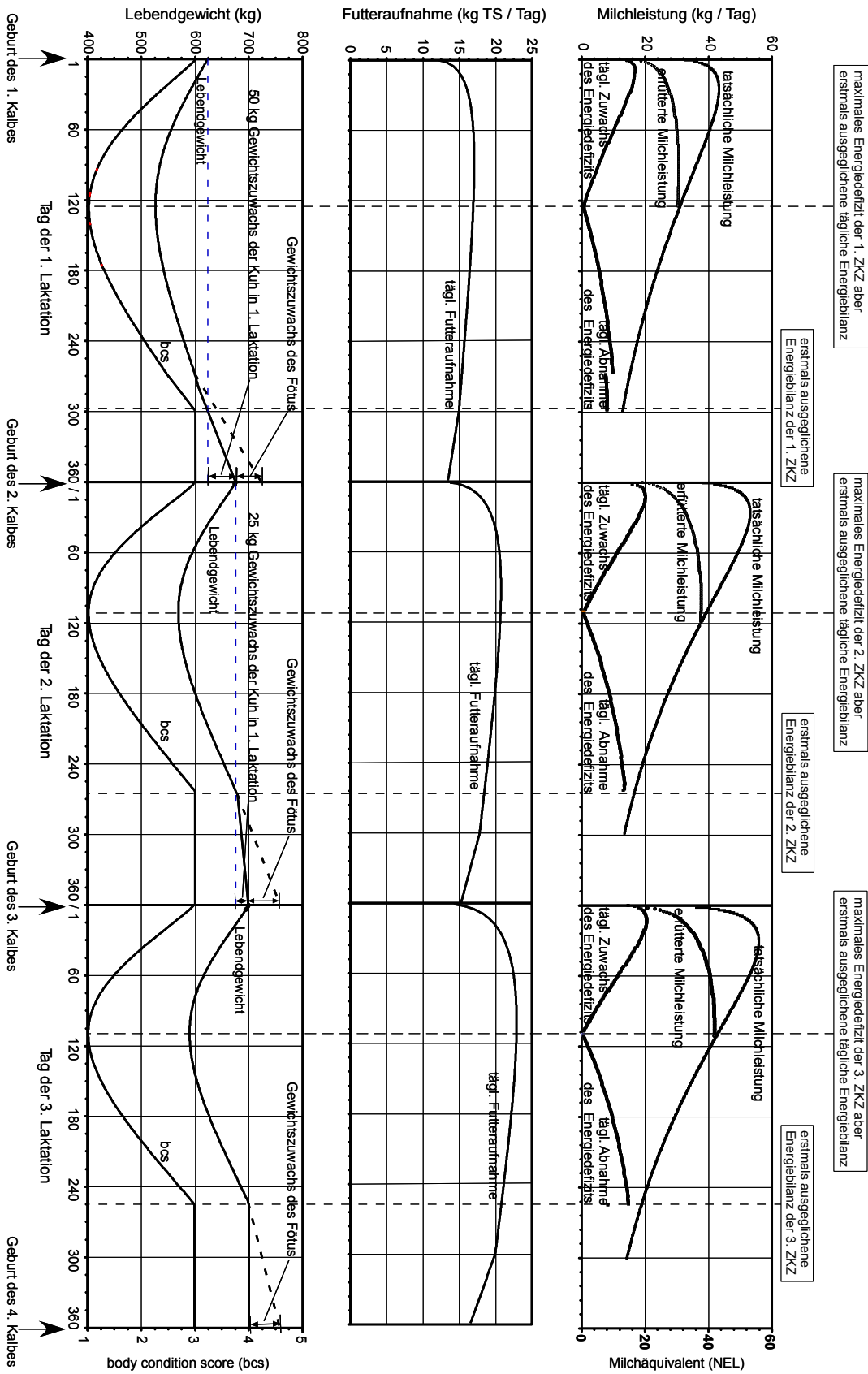


Abbildung 12:

Laktationsfunktionen, Futteraufnahmen, Gewichtsentwicklung und „body condition score“ der ersten drei Laktationsperioden

4 Bewertung und Ausblick

Die Leistungszuwächse in den letzten Jahrzehnten sicherten die Einkommen trotz zunehmend ungünstigeren Preisrelationen. Diese Entwicklungslinien werden sich langfristig nur wenig ändern, so dass Leistungs- und Effizienzsteigerungen auch weiterhin erforderlich sind.

Daraus erwächst die Notwendigkeit die genetisch manifestierte Fähigkeit der Kuh zu nutzen, Körpersubstanz in Milch umzuwidmen. Diese eingesetzte Körpersubstanz gilt es zügig wieder aufzubauen, um die Dauer der defizitären Bilanzen so kurz wie möglich zu halten. Das bedeutet für die Milchproduktion eine Gratwanderung zwischen höherer Leistung und Gesundheitsgefährdung. Weiterhin werden nicht nur die Abkehr von einer auf einzelne Fütterungsabschnitte bezogene Rationsbemessung, sondern auch komplexere Ansätze zur Bestimmung der optimalen Fütterung notwendig. Die Mobilisierung und der Wiederaufbau von Reserven führen in den Bereich komplexer nichtlinearer Aufwands- und Ertragsbeziehungen, die sich nicht mehr mittels einfacher Ansätze durchdringen lassen. Vielmehr sind mehrperiodische Optimierungsansätze in Verbindung mit ganzheitlichen Simulationen erforderlich, um problemadäquate Lösungen zu erzielen.

Eine Milchproduktion mit Tieren, die weit über 10.000 kg Milch geben, lässt sich nur dann noch erfolgreich gestalten, wenn bestmögliche Haltungsbedingungen geschaffen und für die Ernährung von Wiederkäuern optimale Grundfuttermittel erzeugt werden. Die Milchviehalter werden mit vielen nicht selten widersprüchlichen Forderungen und Empfehlungen der unterschiedlichen Disziplinen (Ökonomie, Ökologie, Veterinärmedizin, Hygiene- und Qualitätsvorschriften, etc.) konfrontiert, die sie nur schwer gegeneinander abwägen und bewerten können, um ein für ihren Betrieb optimales Verfahren erreichen zu können.

Der Abbau und später erforderliche Wiederaufbau von Körpersubstanz ist ein in der Natur manifestiertes Konzept der Leistungssicherung und -steigerung. Milchviehalter nutzen diese Fähigkeit, um mit hohen Leistungen eine profitable Milchproduktion zu erzielen. Die Ergebnisse der Kalkulationen verdeutlichen, dass ein erheblicher Anteil der Leistungssteigerungen auf die Umwandlung von Körpersubstanz in Milchleistung zurückzuführen ist. Diese Erkenntnisse bedürfen einer Neubewertung der damit verbundenen gesundheitlichen Risiken. Die Milchproduktion mit Hochleistungskühen kann auf diese Transformation nicht verzichten, da es um deren Nutzung bei gleichzeitiger Minimierung der Risiken geht.

Abbildung 12 und Tabelle 2 verdeutlichen, dass Hochleistungskühe über zwei Drittel der ZKZ mit defizitärer energetischer Bilanz produzieren. Daher ist eine verlängerte ZKZ eher eine Reaktion der Kuh um sich mehr Zeit in ausgeglichener Bilanz zu verschaffen. Das wiederum mindert

die Belastung und könnte zu einer Neubewertung der Dauer der ZKZ führen.

Je höher die Leistungen steigen und je restriktiver die Anforderungen an die Produktqualität formuliert werden, umso mehr "know how" ist für eine erfolgreiche Milchproduktion erforderlich. Beratung und Wissenschaft sind in Zugzwang und müssen sich der Komplexität von Futterbau und Milchproduktion¹² im betrieblichen Umfeld stellen. Die Empfehlungen der verschiedenen Spezialisten sind miteinander abzustimmen und einer umfassenden Optimierung mit jeweils betriebspezifischer Zielfunktion zu unterwerfen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit machen deutlich, dass die Mobilisierung von Körpersubstanz ein Eckpfeiler für hohe Leistungen darstellt und es gilt diese Fähigkeit zu nutzen, ohne die gesundheitlichen Risiken ansteigen zu lassen.

Literatur

- Brade W (2005) Rinderhaltung und Milcherzeugung. Landbauforsch Völknerode SH 289:1–13
- 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 03.11.2008]
- Evans E (2003) Auswirkungen von Stoffwechselstörungen auf die Fruchtbarkeit [online]. Zu finden in <<http://www.dr-pieper.com/file/66.pdf>> [zitiert am 03.11.2008]
- GfE (2001) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkuhe und Aufzuchttrinder. DLG Verlag: IB 943
- Grossman M, Koopst WJ (2003) Modelling extended lactation curves of dairy cattle. *J Dairy Sci* 86:988-998
- Gruber, L. et al. (2006) Schätzung der Futterraufnahme bei der Milchkuh. DLG – Information 1/2006
- Hulsen J (2004) Koe-Signalen [Buchbesprechung]. Zu finden in <<http://www.roodbont.nl>> [zitiert am 03.11.2008]
- Kaske M, Horstmann K, Seggewiß S, Flachowsky G, Meyer U (2006) Die Futterraufnahme der "Transition cow" : Schlüssel für die Tiergesundheit? Landbauforsch Völknerode SH 299:29-42
- LKV Weser-Ems (2007) Jahresbericht 2007 [online]. Zu finden in: <<http://www.lkv-we.de>>
- Lüpping W (2007) Futterrationen und Fütterungsstrategien der Zukunft – Rinderhaltung. DLG Fachtagung "Neue Herausforderungen in der Nutztierfütterung" Feed – Food – Fuel – Fiber : öffentliche Fachtagung im Forum der FAL, Braunschweig, 26.06.07
- Meyer, A. (2008) Ergebnisse der Grassilageuntersuchung 2008, Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Zu finden in <<http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/trier/nav/752/article/11042.html>> [zitiert am 20.10.2008]
- NRC (2001) Nutrition requirements of dairy cattle. Washington, DC : National Academy Pr
- Durbal V (2001) NRC dairy cattle program computations. In: 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
- Rinder-Report 1979 bis 2001, Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

¹² Dafür sind adäquate Haltungs- und Futtererzeugungs-, Futterbewertungs- und Zuteilverfahren erforderlich, die weit über die bisherigen Konzepte hinausgehen.

- Robinson PH (2006) Excel spreadsheets : PredDMI.xls, NRGREQ.xls [online]. Zu finden in <<http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson/Excel/default.htm>> [zitiert am 03.11.2008]
- Rotz CA, Zartman DL, Crandall K (2005) Economic an environmental feasibility of a perennial cow dairy farm. *J Dairy Sci* 88:3009-3019
- Staufenbiel, R. (1999) Stoffwechselüberwachung der Milchkuhherde als Mittel zur Stabilisierung von Leistung und Gesundheit: Zu finden in <<http://www.dr-pieper.com/file/67.pdf>> [zitiert am 03.11.2008]
- Staufenbiel, R. (2001) Erste Ergebnisse der Stoffwechselüberwachung von deutschen Hochleistungsherden in Großbetrieben aus der Sicht zweier Forschungsaufenthalte in den USA und Kanada. Zu finden in <<http://www-dr-pieper.com/file/52.pdf>> [zitiert am 03.11.2008]
- Walter K (1976) Zur Frage einer periodisch begrenzten Über- und Unterversorgung von Milchkühen und ihrer Auswirkung auf die Futterkosten. *Landbauforsch Völkenrode SH* 35:64-88
- Walter K, Heinrich I, Böckmann U (1998) Entwicklung des Einsatzes und der Preise von Grund- und Kraftfutter in der Rinderhaltung : 20 Jahre „Arbeitskreis Forschung und Praxis“ in der FAL. *Ber Landwirtschaft* 76(1):87-104
- Walter K, Heinrich I (2003) Die Entwicklung der Milchleistung, ihre einzelbetrieblichen Voraussetzungen und Antriebskräfte : ermittelt aus Daten norddeutscher Betriebe mit intensiver Milchviehhaltung. *Ber Landwirtschaft* 81(3):346-373
- Walter K (2004) Analyse der Beziehung zwischen den Kosten für Tierarzt und Medikamente in der Milchviehhaltung und der Produktionstechnik, dem Futterbau, der Arbeitswirtschaft sowie der Faktorausstattung ausgewählter norddeutscher Betriebe. Braunschweig : FAL, 165 p, *Landbauforsch Völkenrode SH* 270
- Walter K, Bockisch F-J, Ohrtmann J, Thomsen J (2005) Entwicklung der Milchleistung, des Kraftfuttereinsatzes und der Grundfutterqualität. *Landbauforsch Völkenrode* 55(2):119-126
- Walter K (2007) Das Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft“ – methodischer Ansatz und Realisierung : Version 1. Braunschweig : FAL, 64 p, *Ber Inst Betriebstechn Bauforsch* 390
- Walter K (2008a) Das Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft“ – methodischer Ansatz und Realisierung : Version 1.2. Braunschweig : vTI, 89 p, *Ber Inst Agrartechnol Biosystemtech* 398/2008
- Walter K (2008b) Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen 1. Rationsoptimierung, Nährstoffdefizit und -bedarf. *Landbauforsch* 58(1-2):1-17
- Walter K (2008c) Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen 2. Grundfutterqualität und erzielbare Leistung. *Landbauforsch* 58(3):211-230
- Zimmer E (1969) Biochemische Grundlagen der Einsäuerung. In: **Crop conservation and grassland : proceedings of the 3rd General Meeting of the European Grassland Federation**. Frankfurt a M : DLG, pp 113-125