

# Die Energiebilanzsituation der Milchkuh in der Früh-laktation

Von Prof. Dr. N. Rossow

## Allgemeine Grundsätze

Kurz vor der Geburt und mit beginnender Laktation befindet sich die Milchkuh individuell unterschiedlich lange in einer **negativen Energiebilanz**. Diese entwickelt sich häufig bereits vor dem Kalben, während der sogenannten Transitperiode (s. dort). Die Energielücke wird durch mobilisierbare Energiereserven der Milchkuh geschlossen. Vor dem Kalben mobilisierte Fettsäuren können noch nicht vom Euter für die Milchfettsynthese genutzt werden und lagern sich deshalb schneller in der Leber ab. Laktierende Kühe sind durch Nutzung ihrer Körperenergieserven in der Lage, bis zu 25 % ihrer 100-Tage-Leistung energetisch aus Körpermasse zu bilden. Der Abbau von Körperprotein deckt den Energiebedarf nur für eine relativ geringe Milchmenge, ist aber bedeutsam für die Bereitstellung von Glucose. Hochleistungskühe können täglich bis zu 2 kg Körperfett mobilisieren und verstoffwechseln, ihr Gesamtfettabbau kann demnach bis zu 150 kg betragen.

**Entscheidend ist nicht so sehr die absolute Fettmenge, die abgebaut wird, sondern der Zeitraum, in dem dies geschieht. Je langsamer die Abbaugeschwindigkeit ist, desto geringer sind die Risiken für Gesundheit und Fruchtbarkeit. Eine Hochleistungskuh zeichnet sich dadurch aus, dass sie ihre beträchtlichen Körperfettreserven langsam und über einen langen Zeitraum hinweg mobilisiert.**

Die Nettoenergiebilanz einer Hochleistungskuh verdeutlicht Abb. 1.

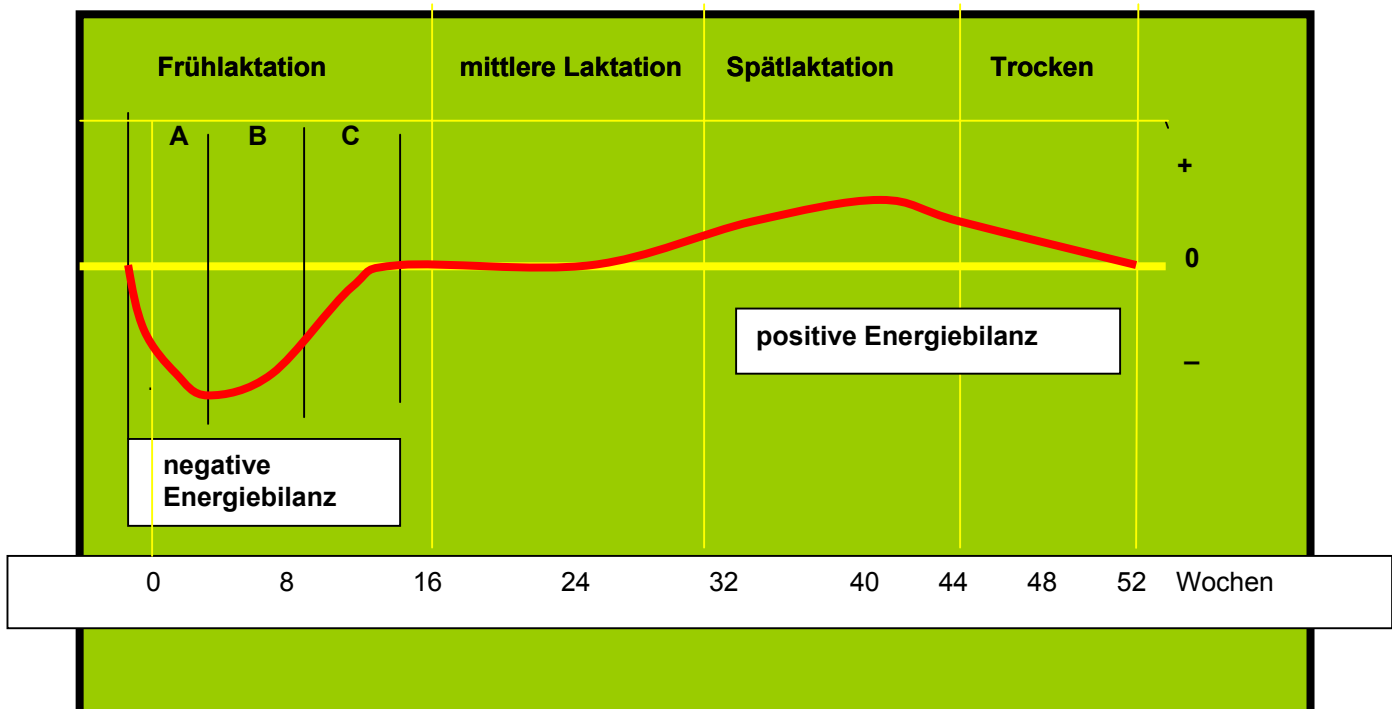


Abb. 1: Nettoenergiebilanz (NEB) einer Hochleistungskuh (schematisch). Etwa in der 12. – 16. Laktationswoche sollte die negative Energiebilanz beendet sein. Während dieser Zeit darf der Konditionsverlust eine BCS-Einheit nach Möglichkeit nicht übersteigen. A = Initialphase, B = adaptierte oder Hauptphase, C = Endphase der negativen Energiebilanz

#### Die negative Energiebilanz durchläuft 3 Phasen:

- **Initial- oder Anpassungsphase (1 Woche vor dem Kalben bis 3 Wochen danach)**
- **Hauptphase (4. - 8. Woche post partum )**
- **Endphase (9. - 12. (16.) Woche post partum)**

In **Phase 1** (innerhalb der Transitperiode) findet die Adaptation an die negative Energiebilanz statt. In ihr ist die Geschwindigkeit der Fettmobilisierung (Lipolyse) besonders hoch. Verläuft sie stürmisch und unkontrolliert, spricht man von einem krankhaften Zustand, dem **Fett-Mobilisations-Syndrom**.

In **Phase 2** hat sich die Kuh an die Verarbeitung der mobilisierten Fettsäuren adaptiert und ist in der Lage, täglich 1 kg Körperfett und mehr zu verwerten.

In **Phase 3** beendet die Kuh die negative Energiebilanz, d.h. Lipolyse und Lipogenese befinden sich im Gleichgewicht (ausgeglichene Energiebilanz). Leistungsschwächere Tiere haben eine kürzere Periode der negativen Energiebilanz als leistungsstarke. Auch dauert die negative Energiebilanz bei Kühen mit geringer T-Aufnahme länger. **Hohe T-Aufnahme ist der wirksamste Weg, die negative Energiebilanz in Dauer und Intensität zu reduzieren.**

Zu Laktationsbeginn gerät die Milchkuh nicht nur in eine negative Energiebilanz, sondern auch in eine **negative Proteinbilanz**. Das Proteindefizit ist am Ende der 1. Laktationswoche am deutlichsten ausgeprägt, steigt danach langsam wieder an und ist nach 4 Laktationswochen wieder ausgeglichen. Während der negativen Proteinbilanz werden Körperproteinreserven bevorzugt aus der Skelettmuskulatur mobilisiert. Eine vielfach empfohlene Rohproteinversorgung von 12 % in der T-Substanz der Gesamtration in der antepartalen Transitphase hat sich als nicht ausreichend erwiesen. Erforderlich sind mindestens 13 bis 15 %. In den ersten 4 Laktationswochen sollte das Rohproteinangebot sogar bei 19 % in der T der Gesamtration liegen.

### Frühlaktation und Körperkondition

In der Frühlaktation ist die Mobilisation von Körpermasse zur Deckung der negativen Energiebilanz ein physiologischer Vorgang. Bereits vor dem Kalben vollziehen sich endokrine Umstellungen und Stoffwechselländerungen, die auf den Körpermasseabbau abzielen. Die mobilisierbaren Energiereserven sind Fett, Körperprotein und Glykogen (Speicherform der Glucose). Die Glykogenreserven sind allerdings so gering, dass sie kaum ins Gewicht fallen.

**Ein kg KM besitzt einen Energiegehalt von 21 MJ NEL, und sein Eiweißgehalt entspricht einem Äquivalent von 320 g Rohprotein (BLOCK, 1999).**

**Um ein kg Milch (3,5 % Fett) aus Körpermasse produzieren zu können, sind ca. 3 MJ NEL und 84 g unabbaubares Protein (UDP) erforderlich. Anders ausgedrückt: 1 kg mobilisierter Körpermasse liefern 7,2 kg Milch aus Energie aber nur 3,8 kg Milch aus Protein.**

Die Körpermassemobilisation überkonditionierter Kühe geht somit mit einem Proteindefizit einher, was sich negativ auf die Leistung auswirkt.

**Beispiel:** Eine Hochleistungskuh realisiert nach 40 Laktationstagen eine Milchleistung von 45,8 kg/d, nimmt aber nur für 35 kg Milch Futter auf. Die restlichen 10,8 kg werden aus mobilisierter Körpermasse bereitgestellt. Innerhalb von 40 Laktationstagen hat die Kuh einen Körpermasseverlust von 1 BCS-Einheit (= 60 kg) aufzuweisen, d.h. pro Tag werden 1,5 kg Körpermasse mobilisiert, aus denen sie allerdings nur dann 10,8 kg Milch produziert, wenn sie zusätzlich 429 g unabbaubares Futterprotein (UDP) erhält. Unterbleibt diese zusätzliche Proteingabe, wäre die Kuh nur in der Lage, 40,7 kg Milch zu produzieren, ( $228 : 40 = 5,7 + 35 = 40,7$ ) und das bei gleich hoher T-Aufnahme und gleich hohem Gewichtsverlust.

Körperprotein wird bevorzugt aus der Skelettmuskulatur mobilisiert.

Hochleistungskühe können während der Frühlaktation im Extremfall bis zu 50 % ihres Körperfettes für die Milchsynthese einsetzen. Bei einer 650 kg schweren Kuh mit einem Körperfettgehalt von 30 % wären das ca. 100 kg Fett, was einer BCS-Abnahme von 2 Einheiten oder 20 mm RFD entspricht. Die mobilisierten Proteinreserven sind vor allem für die Bereitstellung von Aminosäuren wichtig, die zur Synthese von Glucose herangezogen werden können.

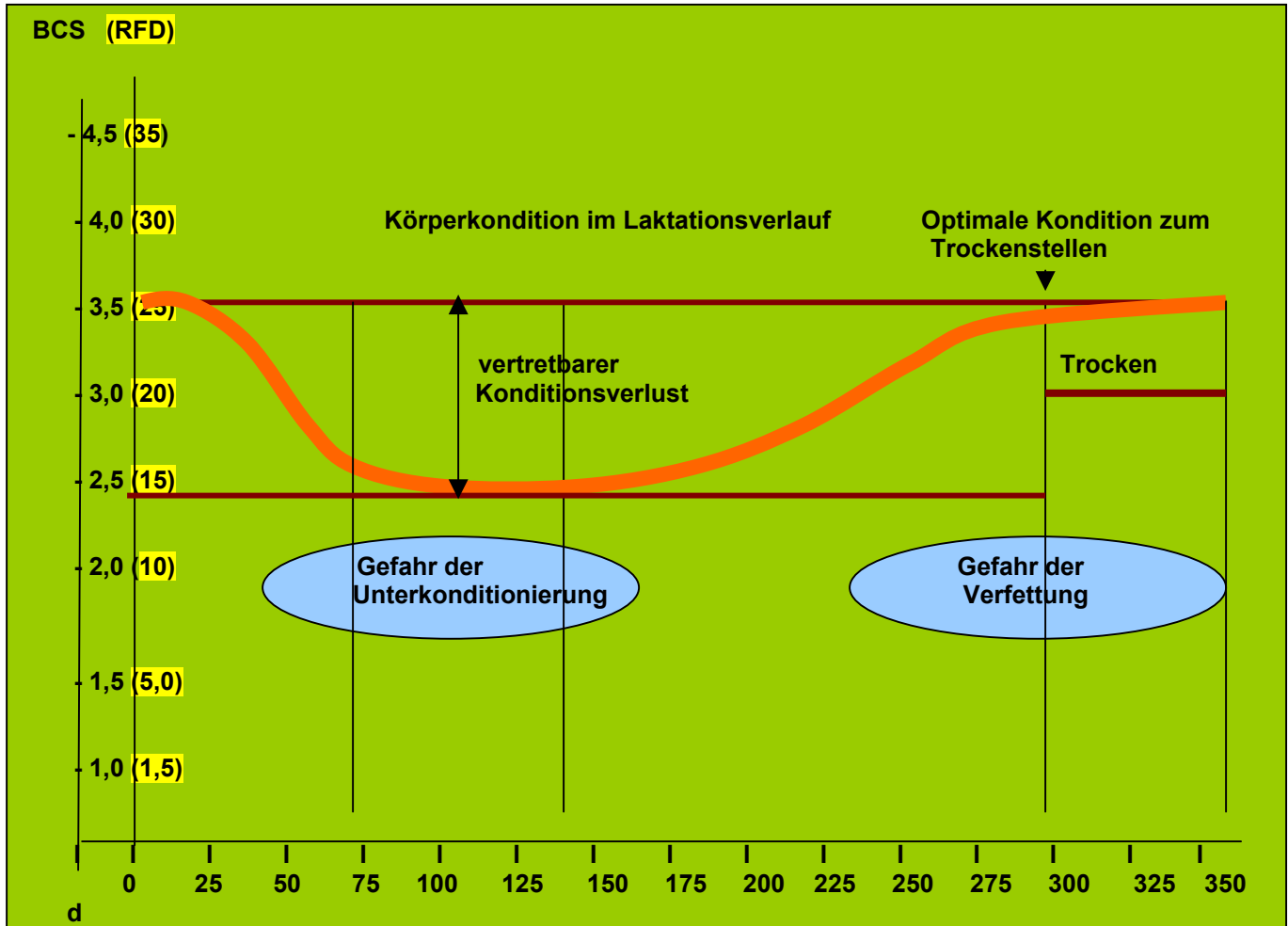


Abb. 2: Körperkondition im Laktationsverlauf. Die hinter den BCS-Noten in Klammer gefassten Zahlen bezeichnen die Rückenfettdicke in mm. Optimal ist zu Laktationsbeginn eine BCS-Note von 3,5. In der Früh-laktation soll sie möglichst nicht unter 2,5 absinken. Zum Trockenstellzeitpunkt soll sich die Körperkondition der Note 3,5 nähern, aber nicht kleiner als 3,0 sein. Während der Trockenstehperiode soll die Optimal-kondition beibehalten werden.

**Die Milchkuh soll zum Kalbezeitpunkt einen möglichst optimalen Fettansatz aufweisen.** Abweichungen von diesem Optimum nach oben oder unten sind von Nachteil für Leistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit.

**Der optimale Fettansatz zu Laktationsbeginn liegt bei einer Milchkuh ab 3. Laktation bei einem Körperfettgehalt von ca. 25 %. Das sind bei einer 650 kg schweren Milchkuh etwa 160 kg, was einer Konditionsnote von 3,5 oder einer Rückenfettdicke von 25 mm entspricht (STAUFENBIEL, 1993)**

**Kühe mit > 25 % Körperfett** (Konditionsnote > 3,5; RFD > 25 mm) tendieren zu

- erhöhtem Krankheitsrisiko
- erhöhtem Leberfettgehalt
- verlängerter Zwischentragezeit (ZTZ)
- niedriger Futterraufnahme

**Kühe mit < 25 % Körperfett** (Konditionsnote < 3,5; RFD < 25 mm) haben

- erhöhtes Krankheitsrisiko
- verlängerte ZTZ
- niedrigere Milchleistung
- höhere Futterraufnahme

Die Bewertung der Körperkondition muss integrierter Bestandteil des Fütterungsmanagements sein (s. Abschnitt BCS). Unverzichtbar ist sie bei TMR-Fütterung. Die optimale Konditionierung der Kuh für die folgende Laktation muss ab der 2. Laktationshälfte und keineswegs während der Trockenstehperiode erfolgen.

**Der Schlüssel zum Erfolg liegt darin, die Kuh zum Zeitpunkt des Trockenstellens in der optimalen Kondition zu haben.**

Zum Kalbezeitpunkt soll sich die Konditionsnote nur geringfügig erhöht haben. Durch diese Maßnahme werden entscheidende Voraussetzungen geschaffen für:

1. hohe Futteraufnahme
2. hohe Milchleistung
3. Abkürzung der Hauptphase der negativen Energiebilanz
4. bessere Fruchtbarkeit

### **Jungkühe wachsen noch und haben deshalb einen zusätzlichen Energiebedarf!**

Sie erhalten daher eine über ihre aktuelle Milchleistung hinausgehende Energiezulage in Form von Konzentraten. Sie beträgt bei **Jungkühen der 1. Laktation 20 % und der 2. Laktation 10 % des Erhaltungsbedarfes**. Nichtbeachtung dieses Erfordernisses kann zum sogenannten „**Burn-Out-Syndrom**“ führen. Die Jungkühe verfügen in der 2. Laktation über nicht ausreichende Körperenergiereserven und schränken ihre Milchleistung ein, um die Verluste wieder auszugleichen, was häufig zu vorzeitiger Merzung führt.

**Jungkühe der 1. Laktation** sollten zum Erstkalbezeitpunkt aber auch **nicht verfettet** sein. Sie erbringen ihre Milchleistung vor allem durch hohe Fettmobilisation, da ihre Futteraufnahme herabgesetzt ist. Das wirkt sich nachteilig auf die Fruchtbarkeit (verlängerte ZTZ) aus. Die optimale Kondition der hochtragenden Färse liegt bei einem Körperfettgehalt um 120 kg (entspricht Konditionsnote von 3,0). Ein nicht so massiver Körperfettabbau in den ersten 12 Laktationswochen trägt wesentlich zu einer höheren Futteraufnahme bei, was die angespannte Energiesituation etwas entlastet. Eine Färse, die bei einer Widerristhöhe von 139 cm mit 620 kg abkalbt, soll 7 Tage p.p. etwa 560 kg und am 30. Laktationstag nicht unter 520 kg wiegen. Die Notwendigkeit, Energie für das Wachstum zusätzlich bereitzustellen, veranlasst Jungkühe mit unzureichender Körperentwicklung, ihre Fettmobilisierung fortzusetzen. Die damit gewonnene Energie wird für den Proteinansatz verbraucht. **Jungkühe der 1. Laktation sind deshalb oft nicht in der Lage, Fettreserven größeren Umfangs anzulegen**. Geringe Fettreserven zu Beginn der 2. Laktation bedeuten aber stets auch geringere Milchleistung!

**Jungkühe der 2. Laktation** bauen wegen geringerer Fettreserven auch weniger Fett ab. Befinden sie sich unterhalb der optimalen Konditionsnote von 3,0, ist bei ihnen mit einer verlängerten ZTZ zu rechnen. Da die geringe Lipolyse den Trockensubstanzverzehr erhöht, kann die Energiesituation über eine hohe Futteraufnahme stabilisiert werden. Die negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit werden auf diese Weise limitiert. Wegen der geringeren Milchleistung ist es ohne größere Schwierigkeiten möglich, dem optimalen Körperfettgehalt von 150 kg (Konditionsnote von 3,5) am Ende der Laktation nahe zu kommen, doch fallen sie wegen zu niedriger Leistung oft der vorzeitigen Merzung anheim.

**Die Adaptations- oder Anpassungsphase der Früh-laktation** (auch **Transitphase** genannt), umfasst die letzten 3 Wochen der Trockenstehperiode und die ersten drei Laktationswochen. Schwerpunkt ist in diesem Zeitraum die Erkennung und Vermeidung eines überstürzten Fettabbaus. **Erwünscht ist eine langsam einsetzende Lipolyse**. Während der Transitperiode, in der die Futteraufnahme bekanntlich relativ niedrig ist, erreicht man das nur durch Verabreichung einer Diät mit höherem Anteil an leicht verdaulichen Kohlenhydraten. Die höhere Energiedichte der Ration kompensiert die geringere Energieaufnahme durch den Rückgang der T-Aufnahme. In den ersten 3 Wochen nach dem Kalben sollte die Rückenfettdickenabnahme unbedingt unter 3 mm liegen, was mit Hilfe der sonografischen RFD-Messung nachweisbar ist.

#### **Der langsame Fettabbau ist abhängig von:**

- der Gestaltung der Trockenstehperiode (s. dort)
- der Einhaltung der optimalen Kondition zum Kalbezeitpunkt
- der Vermeidung sogenannter Auslöserkrankheiten
- guten Haltungsbedingungen (Kuhkomfort)
- sehr guter Grundfutterqualität
- langsamer Steigerung der Kraftfuttergaben
- bedarfsgerechter Protein-, Vitamin- und Mineralstoffversorgung

**Die Beachtung dieser Erfordernisse entscheidet in der nachfolgenden Periode über Leistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit!**

Kühe mit einem überstürzten und überhöhten Fettabbau sind durch sorgfältige klinische Beobachtung zu erkennen und dem Tierarzt vorzustellen. Sie haben zumeist ein gestörtes Puerperium, eine akute Mastitis, lagen nach der Geburt fest, gehen lahm oder haben einen verminderten Appetit infolge gestörter Verdauungsprozesse im Pansen bzw. einer Labmagenverlagerung. Verdächtig sind stets auch Fett-Protein-Quotienten über 1,5 in der 1. Milchleistungsprüfung nach dem Kalben.

Hochleistungskühe können in den ersten 6 Laktationswochen bis zu 80 kg Körpermasse (= 2 kg/d) mobilisieren. 80 kg KM entsprechen einem Energieäquivalent von ca. 1680 MJ NEL oder 566 kg Milch (nach BLOCK, 1999). Pro Tag könnten somit im Schnitt 13,5 kg Milch aus dem Energiegehalt von 80 kg Körpermasse produziert werden. Die in 80 kg KM enthaltene Proteinmenge reicht aber nur für die Produktion

von 304 kg Milch aus. Die Differenz muss durch ein erhöhtes Angebot an Futterprotein ausgeglichen werden.

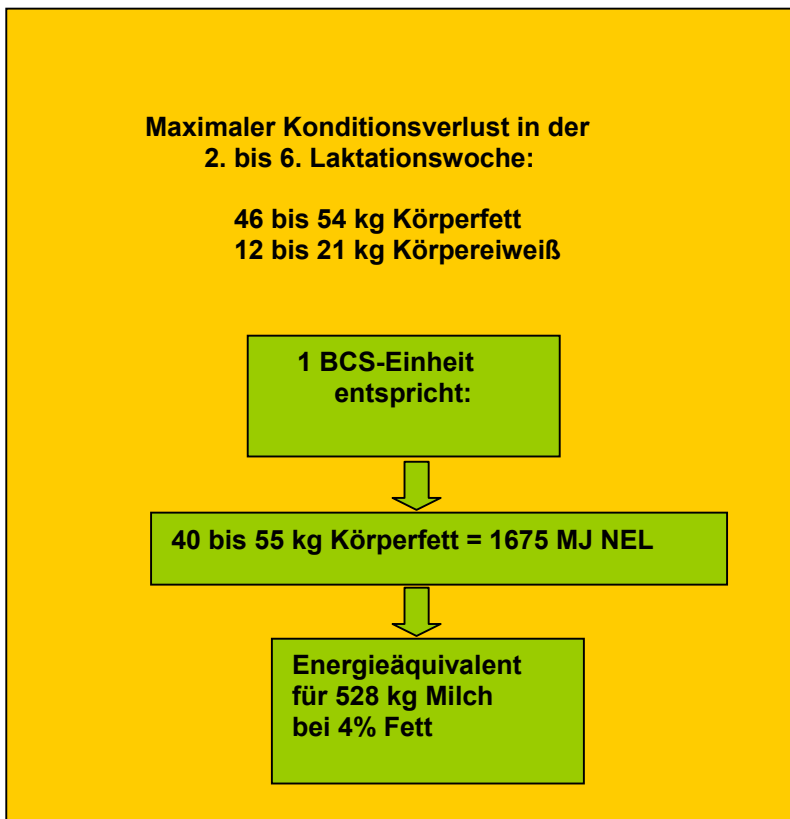


Abb. 3: Konditionsverluste von 1 BCS-Einheit entsprechen einem Energieäquivalent für 528 kg Milch

Die **Proteinreserven** sind begrenzt und werden vor allem aus der Skelettmuskulatur mobilisiert. Der höhere Proteinbedarf muss deshalb vor allem über das Futter abgesichert werden.

Während der ersten 2 Laktationsmonate hat sich die Kuh an die Verwertung langkettiger Fettsäuren aus dem Körperfettgewebe angepasst und ist jetzt in der Lage, im Mittel der 56 Laktationstage täglich mehr als 1 kg Körperfett ohne gesundheitliche Probleme zu mobilisieren. Der Beginn der Ovulation ist zwar unabhängig von der Höhe der negativen Energiebilanz, setzt aber erst ein, wenn sie sich zu verkleinern beginnt, d.h. die Kuh wieder Lipogenese betreibt. Allerdings ist zu beachten, dass die BCS-Note 2,5 nicht unterschritten wird, denn **Kühe mit einem Fettgehalt von weniger als 100 kg (Körperkonditionsnote < 2,5, RFD < 15 mm) haben Fruchtbarkeitsprobleme**, was sich in einer verlängerten ZTZ ausdrückt. Die Angaben unterstreichen die Notwendigkeit eines optimalen Anfangsfettgehaltes der Kuh von etwa 160 kg (Konditionsnote 3,5 bei einer 650 kg schweren Kuh) und der Maximierung der TS-Aufnahme.

Nach der 8. Laktationswoche soll der Lebendmasseabbau allmählich zum Stillstand kommen, denn die **Kurve der Futteraufnahme geht ihrem Höhepunkt entgegen**. Der Kurvenverlauf der Lebendmasse wird flacher, die Kuh gleitet in der 12. - 16. Laktationswoche allmählich in die Phase der ausgeglichenen bis leicht positiven Energiebilanz über und beginnt wieder, mehr Lebendmasse auf- als abzubauen. In diesen Zeitabschnitt fällt die Besamung. Sie ist umso erfolgreicher, je geringer die Geschwindigkeit der Fettmobilisation, die ihrerseits von der T-Aufnahme abhängt.

**Nur Kühe mit einem hohen TS-Verzehr sind in der Lage, die Risiken eines überstürzten und überhöhten Körperfettabbaus zu umgehen und schnell wieder tragend zu werden!**

Sind die **Körperfettreserven erschöpft**, hat das in Abhängigkeit von der T-Aufnahme unterschiedliche Auswirkungen:

- Wenn die T-Aufnahme unterhalb des aktuellen Energiebedarfes liegt, sinkt die Milchleistung drastisch ab, ebenso der Fett- und Proteingehalt.
- Hat die T-Aufnahme bereits einen Grad erreicht, der dem aktuellen Bedarf an Energie entspricht, sinkt die Milchmengenleistung nicht ab, und Fett- sowie Proteingehalt der Milch beginnen wieder langsam anzusteigen.

### Schlussfolgerungen:

- In der Frühlaktation sollte die Konditionsabnahme eine BCS-Einheit oder 10 mm Rückenfettdicke nicht übersteigen (z.B. von 3,5 auf 2,5). Kühe mit BCS-Noten < 2 haben während der Laktation bis zum Trockenstellen nicht genügend Möglichkeiten, die Optimalnote von 3,5 zu erreichen.
- Die Geschwindigkeit der Konditionsabnahme sollte den Wert von 1 kg/Tag möglichst nicht überschreiten. Größere Abnahmen führen zu verminderter Futteraufnahme, Ketose und anderen metabolischen Störungen.
- Nach dem 120. Laktationstag soll die Kuh wieder zunehmen (350 bis 500 g/d). Beginnen die Zunahmen erst nach dem 140. Laktationstag (Laktationsmitte) hat sie Schwierigkeiten, die angestrebte Note 3,5 zum Trockenstellen zu erreichen.
- Hat die trockenzustellende Kuh einen BCS-Wert von weniger als 3,5, besteht die Möglichkeit, während der Trockenstehperiode-1 die Kondition in begrenztem Umfang zu verbessern. Die Zunahmen sollten sich allerdings nur im Bereich von 0,25 bis 0,5 BCS-Einheiten oder 2,5 bis 5 mm RFD bewegen.

### Milchkurvenverlauf

Die normale Länge einer Laktation liegt im Durchschnitt bei 296 Tagen. In dieser Zeit produzieren leistungsstarke Kühe etwa 32 bis 36 kg Milch/Tag. Mittlere Leistungen liegen bei durchschnittlich 26 kg FCM/Tag. Bei Jungkühen (1. Laktation) liegt die durchschnittliche Leistung während des Laktationsgipfels nur etwa um 3 bis 6,5 kg/Tag über der Gesamtlaktationsleistung. Bei adulten Kühen beträgt dieser Wert hingegen 7 bis 14 kg. Bezogen auf die durchschnittliche Tagesmilchmenge, errechnet aus der 100-Tage-Leistung aller Kühe des Bestandes, sollte die Tagesmilchmenge zum Laktationsgipfel von diesem Wert nur um 5 kg FCM abweichen. Je höher das Leistungsniveau, desto größer ist die angegebene Streubreite.

Es ist zwischen **Laktationskurven** von Einzeltieren und von Kuhgruppen zu unterscheiden. Laktationskurven von Einzeltieren unterliegen erheblichen Schwankungen und sind deshalb schwieriger zu beurteilen. Auch ist von Bedeutung, wann die Leistungsprüfung durchgeführt worden ist. Kalbt die Kuh z.B. 5 Tage vor der Milchleistungsprüfung, zeigt die Kurve einen Laktationsgipfel bei etwa 65 Tagen p.p. Vergehen zwischen Abkalbung und Milchleistungsprüfung dagegen 20 Tage, weist die Kurve erst um den 80. Laktationstag einen Gipfelwert auf.

**Laktationskurven von Kuhgruppen** gleichen viele der individuellen Laktationsschwankungen aus. Sie erlauben deshalb Vergleiche mit Standard- oder Referenzlaktationskurven.

Abb. 4 demonstriert einige **Referenzlaktationskurven** von Kühen der alten Bundesländer.

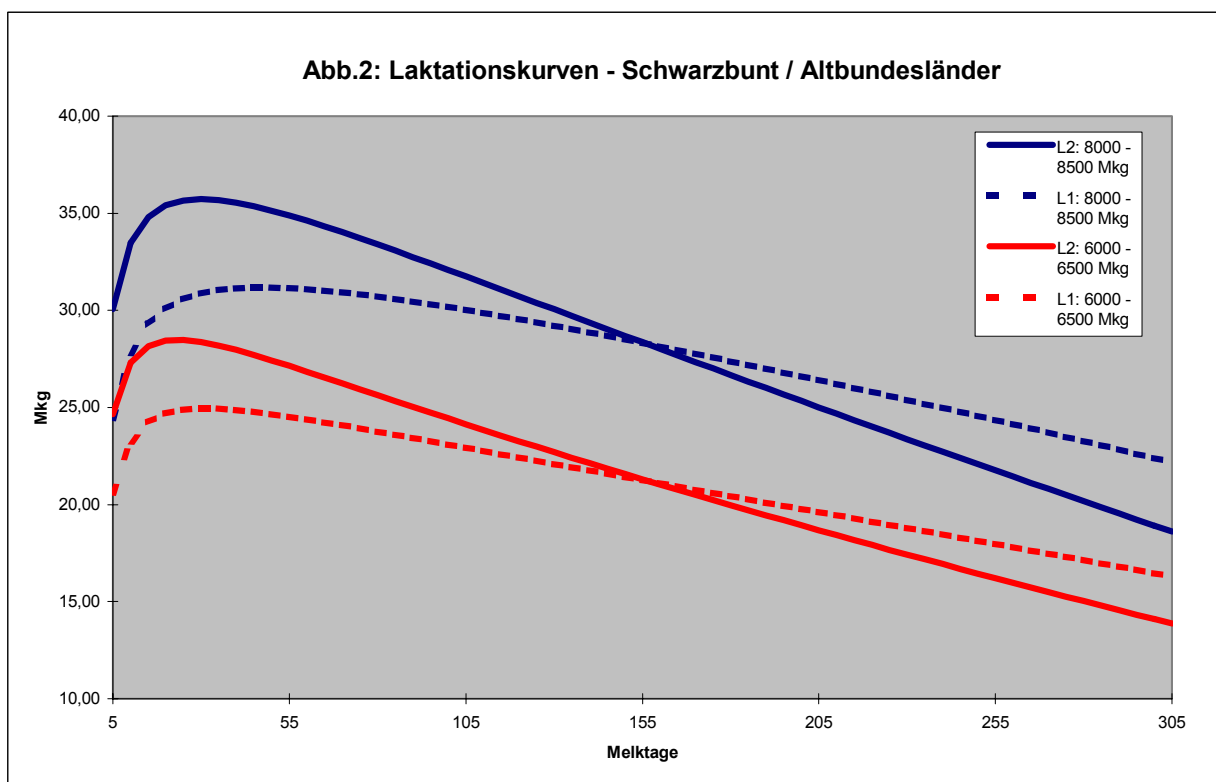


Abb. 4: Laktationskurven von Milchkühen der 1. und 2. Laktation in Herden mit unterschiedlich hoher Leistung. Es ist gut zu ersehen, dass die leistungsstärkeren Herden ihre Gipfelleistungen länger halten. Die

Kühe der ersten Laktation setzen auf hohem Niveau ein. Sie erreichen in der 2. Laktation einen wesentlich höheren Leistungszuwachs als die leistungsschwächeren Herden.

**Tab. 1: Durchschnittliche Gipfelleistungen von HF-Kühen in Abhängigkeit von der Jahresleistung der Herde (nach SMITH)**

Herdenleistung kg/a	1.Laktation kg/d	2.Laktation kg/d	3. und folgende Laktation kg/d	Durchschnitt aller Kühe kg/d
6.810	26	32	35	32
7.264	27	34	37	33
7.718	28,6	35,9	38,6	34,5
8.172	29,5	37,7	40,4	36,3
8.626	30,9	39	42,2	37,7
9.080	32,2	40,8	43,6	39,0
9.534	33,6	42,7	45,9	40,4

Als Gipfelleistung wurde das Ergebnis der ersten MLP nach dem 50. Laktationstag angenommen

Aus Tab. 1 ist zu ersehen, dass Jungkühe der 1. Laktation etwa 80 % der Gipfelleistung der Kühe in der 2. und 75 % der Kühe in der 3. und folgenden Laktationen erbringen.

Altkühe erreichen den Laktationsgipfel nach etwa 5 bis 7 Wochen post partum, Jungkühe wesentlich später (8 bis 10 Wochen p.p.). Nach dem Laktationspeak sollen Jungkühe ihre Leistung um nicht mehr als 0,2 % pro Tag (oder 2 % alle 10 Tage) absenken. Bei adulten Kühen liegt dieser Wert bei 0,3 % /Tag oder 3 % alle 10 Tage. Um Vergleiche zu ermöglichen, sollte die Milch in FCM umgerechnet werden.

#### Ursachen für niedrige Gipfelleistungen:

##### Bei Jungkühen der 1. Laktation:

- fehlerhafte Aufzucht
- falsche Anpaarung
- fehlerhafte Fütterung
- Mastitis oder andere gesundheitliche Probleme

##### Bei Kühen ab 2. Laktation:

Zu geringe Gipfelleistungen hinsichtlich Milchmenge sind zumeist auf folgende Ursachen zurückzuführen (ADAMS et al.1998):

- Eutererkrankungen (Zellgehalt > 300.000!)
- Unzureichende Menge an Konzentraten in der Ration der Transit-Kuh. Vom Tag des Abkalbens bis zum Ende der 3. Laktationswoche soll der Getreideanteil der Ration von 0,75 bis 1 % der Körpermasse auf 2 % angestiegen sein.
- Erkrankungen während der Transitperiode wie Mastitis, Endometritis, Fettlebersyndrom (Fettmobilisationssyndrom), Ketose, Labmagenverlagerung
- Klauen- und Gliedmaßenkrankungen, Endoparasitenbefall bei Färsen
- Unzureichende Versorgung mit qualitativ hochwertigem Grundfutter. Es müssen mindestens 1,4 % der Körpermasse (T-Basis) an Grundfutter verabreicht werden.
- Imbalancen der Ration bezüglich Energie, Protein, Mineralstoffen und Spurenelementen
- Verfettung während der Trockenstehperiode
- Ungenügende Wasserversorgung



Die **Persistenz** von HF-Kühen zeigt Tab. 2.

Tab. 2: Milchmengenleistung (kg) im Laktationsverlauf und Persistenzverhalten				
Milchleistung kg	Kalbung bis 30.LT kg	31. bis 100. LT kg	101. bis 200. LT kg	201. bis 305. LT kg
7.000	28 (23 – 32)	31 (33 – 28)	22 (27 – 20)	15 (20 – 10)
8.000	30 (25 – 35)	35 (36 – 32)	27 (31 – 24)	18 (23 – 12)
9.000	32 (26 – 37)	39 (41 – 35)	30 (34 – 27)	21 (26 – 15)

Quelle: Arbeitskreis Futter und Tierfütterung des Landes Sachsen-Anhalt (2000)

Anhand dieser Tabelle lässt sich schnell einschätzen, ob die realisierte Leistung den Erwartungen entspricht. Es gibt erhebliche Unterschiede im Persistenzverhalten von Jungkühen (1. Laktation) und von Kühen ab 2. Laktation (Tab. 3).

Tab. 3: Persistenz von HF-Kühen in Abhängigkeit von der Herdendurchschnittsleistung und der Laktationszahl (nach SMITH) Angaben in kg/d					
Milchleistung der Herde kg/a	Laktations- nummer	1. – 40. LT	41. – 100. LT	101. – 199. LT	200. – 305. LT
7.264	1	22,7	24,5	22,7	20,0
	2+	30,9	31,8	26,8	20,0
8.112	1	25,0	27,2	25,4	21,8
	2+	34,1	35,4	30,0	22,7
9.080	1	26,3	30,0	28,1	24,5
	2+	36,8	39,0	33,1	24,5

Im Gegensatz zur landläufigen Auffassung, dass mit dem Anstieg der Milchleistung auch die Persistenz sinke, zeigt sich hier, dass es übereinstimmend zu einer Verbesserung der Persistenz kommt, wenn sich die Leistung erhöht.

#### Ursachen für eine niedrige Persistenz:

- unzureichende Energieversorgung
- Stoffwechselstörungen
- Mastitis
- unzureichende Melk- und Milchhygiene, fehlerhafte Melktechnik
- genetische Faktoren

Bei Milchkühen wird der Laktationsgipfel früher erreicht als der Gipfel der Futteraufnahme, und die Fett- und Eiweißgehalte der Milch sind zum Zeitpunkt des Laktationsgipfels am niedrigsten.

Der **Gipfel der Laktationskurve** bestimmt die Gesamtheit der Laktationsleistung der Kuh. Hochleistungskühe produzieren während ihres Laktationsgipfels oft mehr als 40 kg Milch pro Tag und müssen wegen des begrenzten T-Verzehrs dafür beachtliche Mengen ihrer Körperfettreserven bereitstellen. Während der progressiven Konditionsabnahme haben sie erhebliche Schwierigkeiten, ihren Reproduktionszyklus zu starten und weisen daher oft Fertilitätsprobleme auf. Die Fütterung bis zum Laktationsgipfel ist deshalb nicht nur von Bedeutung für Leistung und Stoffwechselstabilität, sondern auch für die Fruchtbarkeit.

**Kühe ab der 2. Laktation sollten ihren Laktationsgipfel etwa 5 bis 7 Wochen nach dem Kalben erreichen. Jedes kg Milch mehr zum Laktationspeak bedeutet 200 - 225 kg Milch mehr für die Gesamtlaktationsleistung.**

#### Beachte:

Geringe Gipfelleistung: ungenügende Proteinversorgung!  
Geringe Persistenz: ungenügende Energieversorgung!



Liegt die Leistung unterhalb des erwarteten Laktationsgipfels, sollte eine eingehende Überprüfung der Ursachen vorgenommen werden. Oft besteht eine ungenügende Proteinversorgung. Zeigt der den Erwartungen entsprechende Gipfel nur eine geringe Persistenz, besteht meist ein Fehler in der Versorgung mit Energie. Gipfelmilch ist durch einen verhältnismäßig niedrigen Fett- und Milcheiweißgehalt gekennzeichnet.

Der zu Laktationsbeginn stark erhöhte **Fettgehalt der Milch** sinkt mit dem Ansteigen der Milchleistung ab und erreicht zum Laktationsgipfel seinen Tiefpunkt. Dabei kann die erzeugte Milchmenge durchaus beträchtlich sein. Bei einer täglichen Milchleistung von 38 kg Milch mit 3 % Fett werden immerhin 1,14 kg Fett produziert. Eine Kuh mit 20 kg Milch bei 4 % Fett weist dagegen nur eine Fettmenge von 0,8 kg auf. Während ein Fett-Protein-Quotient um 1,5 für eine verstärkte Fettmobilisation bei relativ niedrigem Milchproteingehalt spricht, ist ein Fett-Protein-Quotient  $< 1$  Ausdruck für einen starken Abfall des Milchfettgehaltes wie er bei Verfütterung einer strukturalarmen, kohlenhydratreichen Ration oder bei Erschöpfung der Körperfettdepots beobachtet werden kann.

Die Höhe des Proteingehaltes zur Zeit des Laktationsgipfels wird bestimmt vom Niveau der mikrobiellen Proteinsynthese, dem Angebot an Durchflussprotein und leicht verfügbaren Kohlenhydraten. Die bestehende negative Energie- und Proteinbilanz geht stets auch mit einem niedrigen Milchproteingehalt einher.

### **Besonderheiten bei Jungkühen**

Färsen kalben im Vergleich zu adulten Kühen mit einer um 100 bis 150 kg niedrigeren Körpermasse. Die Laktationskurve einer Jungkuh in der 1. Laktation weist nicht den typischen Gipfel einer älteren Kuh auf. Daher ist die Lipolyse geringer ausgeprägt. Bei flacherem Verlauf der Kurve ist die Persistenz länger. Während eine adulte Kuh während der Laktationsmitte einen monatlichen Leistungsabfall von 8 % aufweist, liegt dieser Wert bei der Jungkuh bei nur 4 %. In der Spätlaktation beträgt der monatliche Leistungsabfall bei adulten Kühen 10 bis 14 %, bei der Jungkuh dagegen nur bei 6 bis 8 %. Dies führt oft dazu, dass die Jungkuh zu spät trocken gestellt wird, was ein verhängnisvoller Fehler ist. Jungkühe haben nämlich noch einen zusätzlichen Energiebedarf für Wachstum. Um eine optimale Körperkondition zu erreichen, müssen sie während der Mittel- und Spätlaktation noch 50 bis 75 kg zunehmen. Sie benötigen daher eine über ihre aktuelle Milchleistung hinausgehende Energiezulage. **Jungkühe in der 1. Laktation erhalten deshalb 10 % und in der 2. Laktation 5 % mehr Konzentrate als für Milchleistung und den Ausgleich eingetretener Konditionsverluste erforderlich ist.**

Nichtbeachtung dieses Erfordernisses kann zum sogenannten „**Burn-Out-Syndrom**“ bei Jungkühen führen. Sie verfügen in der 2. Laktation über nicht ausreichende Körperenergieereserven und schränken ihre Milchleistung ein, um die Verluste wieder auszugleichen, was häufig zu vorzeitiger Merzung führt.

### **Maximierung der Trockensubstanzaufnahme**

Die Trockensubstanzaufnahme ist der Eckpfeiler einer maximalen und effizienten Milchleistung, denn nur Kühe, die in der Lage sind, große Mengen Futter zu fressen, erreichen auch eine hohe Milchleistung. Der hauptsächliche Unterschied zwischen Herden mit hoher und solchen mit niedrigerer Leistung ist die Trockensubstanzaufnahme!

Der Gipfel der T-Aufnahme wird bei Altkühen in der 12. Woche p.p. erreicht, bei Jungkühen etwa 2 Wochen später. Nach der 20. bis 24. Laktationswoche geht die Futtermittelaufnahme wieder langsam zurück.

**Jungkühe der 1. Laktation** haben im Vergleich zu adulten Kühen eine um 1 kg T geringere Futtermittelaufnahme. Ihr geringerer Verzehr ergibt sich auch aus dem noch kleineren Körperrahmen. Deshalb entscheidet die Färsenaufzucht maßgeblich über die Höhe der späteren T-Aufnahme.

Als Richtwerte für die T-Aufnahme von Kühen ab 3. Laktation können gelten:

Frühlaktation: 3,5 bis 4% der Körpermasse  
 Mittlere Laktation: 3,0 bis 3,5% der Körpermasse  
 Spätlaktation: 2,5 bis 3% der Körpermasse  
 Trockenstehperiode-1: 1,8 bis 2% der Körpermasse  
 Trockenstehperiode-2: 1,5 bis 1,7% der Körpermasse

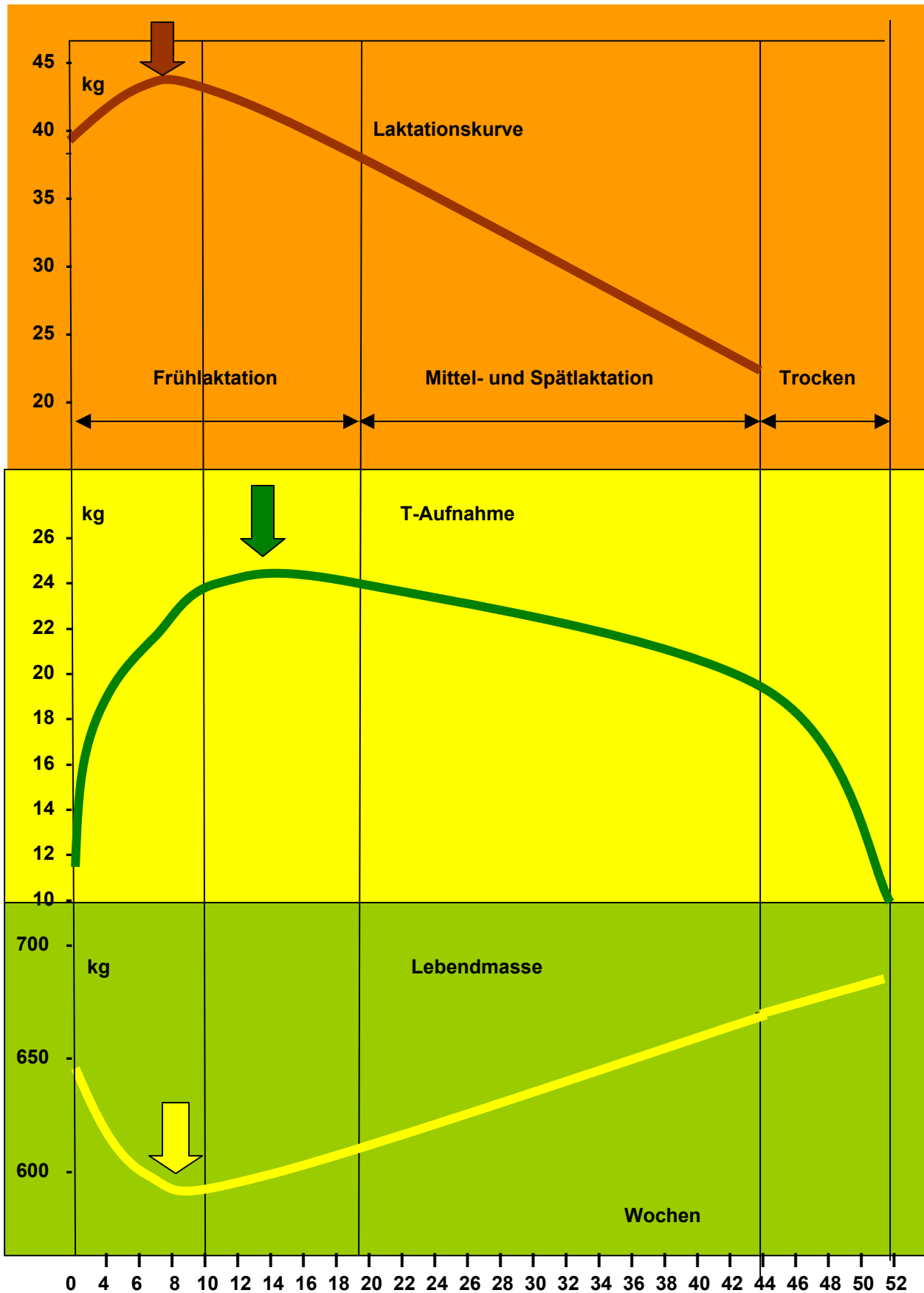


Abb. 5: Verlaufskurven von Laktationsleistung, Futteraufnahme und Lebendmasse. Man erkennt, dass der Laktationsgipfel (7. - 8. Laktationswoche) dem Gipfel der T-Aufnahme (12. - 13. Laktationswoche) um 5 - 6 Wochen vorseilt und dass die Lebendmasseabnahme zum Laktationsgipfel ihren Tiefpunkt erreicht.

Die maximale T-Aufnahme erreicht die Altkuh erst nach dem 70. Laktationstag. Zuvor liegt ihr Aufnahmevermögen deutlich darunter (Abb. 6).

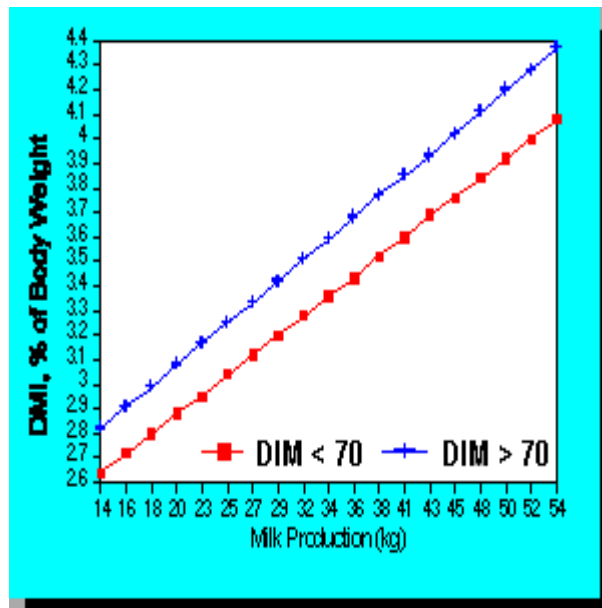


Figure 1. Dry matter intake -- Wisconsin Prediction. 600 kg, 3.50% fat.

Abb. 6: Höhe der T-Aufnahme bei Kühen (600 kg, 3,5 % Fett) in Abhängigkeit von der Laktationsdauer. Kühe, die sich innerhalb der ersten 70 Laktationstage befinden, haben eine deutlich niedrigere T-Aufnahme als Kühe nach dem 70. Laktationstag .

Quelle: <http://www.afns.ualberta.ca/wcds/wcd95299.htm>

Wichtig ist, dass die Kuh in die Lage versetzt wird, die **Depression der Futteraufnahme nach dem Kalben** (sie liegt immerhin bei durchschnittlich 18 %, d.h. eine Kuh nimmt in den ersten 8 Laktationswochen bei gleicher Milchleistung 18 % weniger T auf als in der mittleren Laktation) rasch zu überwinden und den Peak der Aufnahme (er beginnt zwischen der 10. - 12. Laktationswoche) möglichst zeitig zu erreichen. Das verkürzt die Zeitspanne zwischen Milchleistungspeak (er soll bei adulten Kühen um den 40. - 60. Tag und bei Jungkühen um den 60. liegen) und dem Peak der Futteraufnahme und damit die negative Energiebilanz. Außerdem wird erreicht, dass die Fettmobilisation moderat betrieben wird. Je höher die T-Aufnahme (und damit die Milchleistung!) desto zeitiger beginnt auch die Ovaraktivität anzulaufen und tritt die Kuh wieder in den Reproduktionszyklus ein.

Bei Leistungen von 50 kg Milch pro Tag wäre ein Trockensubstanzverzehr von über 28 kg erforderlich. Dieser Wert wird in der Praxis selten erreicht, deshalb spielt die Schließung der Energielücke durch die Mobilisation von Körperenergieserven bei Kühen mit Spitzenleistungen eine ganz entscheidende Rolle. Die Kuh Beecher Arlinda Ellen hielt 1975 den Rekord mit 25.270 kg Milch (Tab. 4.). Die höchste Tagesleistung lag bei 88,5 kg und im Durchschnitt des Jahres bei 69 kg/Tag. Am Tag der letzten Milchleistungsprüfung gab sie noch 51 kg Milch. Während des Laktationsgipfels fraß sie täglich 29,5 kg Getreide und 32 kg Luzerneheu und soff 189 bis 227 Liter Wasser. Sie hatte eine T-Aufnahme von 7 % ihrer KM (55,6 kg) und wog 795 kg. Es ist anzunehmen, dass ein so hoher T-Verzehr auf einer Störung des Sättigungszentrum im Gehirn beruht, d.h. durch eine krankhafte Hyperphagie (Fresssucht) ermöglicht wird.

Tab. 4: Kühe mit mehr als 18.000 kg Milch/Jahr aus den USA

(Cook und Albright, 1976; *Holstein-Friesian World* 73:1881-1883)

Name	Jahr	Melk-häufigk.	Milch lb	Fett%	Fett lb	KM(lb)	Milch:KM Verh.
Carnation Ormsby Madcap Fayne	1942	4x	41943	3.3	1392	1800	23:1
Green Meadow Lily Pabst	1951	3x	42805	2.9	1246	1400	30:1
Mowry Leader Sis	1967	2x	40174	3.8	1522	1930	21:1
Reinharts Arthur - Farms Balled	1970	2x	40981	3.2	1297	-	-
Skagvale Graceful Hattie	1971	2x	44019	3.4	1505	1700	26:1
Breezewood Patsy Bar Pontiac	1974	2x	45280	4.8	2194	1860	24:1
Mowry Prince Corinne	1974	2x	50759	3.0	1548	1700	30:1
Beecher Arlinda Ellen	1975	2x	55661	2.8	1572	1750	32:1
Beecher Arlinda Ellen	1977	2x	48840	3.3	1624	1750	28:1

#### Die Höhe der Futteraufnahme wird bestimmt:

- zu 40 bis 60 % durch das Tier (Ernährungszustand, Leistung, Gesundheit, genetische Veranlagung)
- zu 20 bis 30 % durch das Futter ( Art, Qualität, Schmackhaftigkeit, Struktur u.a.)
- zu 10 bis 15 % durch die Haltungsbedingungen und Umgebungstemperatur
- zu 10 bis 15 % durch das Management

Das **Grundfutter** muss durch seinen Gehalt an strukturierter Rohfaser optimale Bedingungen für die Wiederkauaktivität, ausreichende Speichelproduktion und die Aufrechterhaltung der Schichtungsverhältnisse im Pansen liefern. Bei Hochleistungskühen gilt daher der Grundsatz: „Nur soviel Grundfutter wie nötig!“ d.h. nur soviel, wie für die Aufrechterhaltung einer optimalen Pansenfunktion erforderlich ist. 40 % Grundfutter sollten nicht unterschritten werden. SPIEKERS und RODEHUTSCORT (1999) geben bei einer frischlaktierenden Kuh von 700 kg Körpermasse, mit einer Milchleistung von 50 kg bei einem MilCHFettgehalt von 4 % und einem Eiweißgehalt von 3,4 % sowie einer täglichen Mobilisation von 500 g Körperfett eine **T-Aufnahme von 25,5 kg als Richtwert** an. Höhere T-Aufnahmen werden nur bei Milchkühen erreicht, die sich bereits außerhalb der negativen Energiebilanz befinden, d.h. keine Fettmobilisation mehr betreiben.

Die Höhe des T-Verzehrs ist an eine ausreichend hohe **Wasseraufnahme** gebunden. **Kühe benötigen pro kg Milch etwa 5 Liter Wasser**, das sind 200 l bei einer Leistung von 40 kg/d. Die höchste Futter- und Wasseraufnahme ist unmittelbar nach dem Melken. Eine Minderung der Wasseraufnahme um 40 % senkt den T-Verzehr um 16 bis 24 %.

Auch die **Umgebungstemperatur** bestimmt die Höhe der T-Aufnahme. Bei Werten über 24°C tritt eine deutliche Reduzierung ein. Von Hitzestress spricht man bei Temperaturen > 27°C und einer relativen Luftfeuchte > 80 % oder wenn beide Zahlen den Faktor 100 übersteigen.

Von großer Bedeutung ist der **Kuhkomfort**. Es müssen ausreichend lange Fress-, Wiederkau- und Liegezeiten garantiert sein. **Liegende Kühe haben einen höheren Blutdurchfluss durch das Euter als stehende (19 Liter/min anstelle von 11), geben deshalb mehr Milch und fressen auch mehr.** Futter muss ständig angeboten werden, die Krippe darf praktisch niemals vollständig leergefressen sein. Ein mehrmaliges Angebot frischen Futters erhöht auch die TS-Aufnahme und damit die Milchleistung.

#### Grundsätze zur Maximierung der Futteraufnahme:

- Pro 100 kg Körpermasse zusätzlich werden 2 kg TS mehr gefressen.
- Um 2 kg Milch mehr zu produzieren, muss 1 kg TS zusätzlich gefressen werden. Liegt die TS-Aufnahme darunter, müssen Körperenergieserven in Anspruch genommen werden.
- Hohe Verzehrsleistung nach dem Partus durch Adaptation an eine konzentratreiche Ration bereits während der letzten 21 Tage der Trockenstehperiode und in den ersten 21 Laktationstagen sichern. Es ist der gleiche Krafftutertyp zu verwenden.
- Die TS-Aufnahme muss bis zum maximalen Aufnahmevermögen gesteigert werden. Faustzahl für ausgewachsene Hochleistungskühe: 4 % ihrer Körpermasse an Trockenmasse (= 24 kg bei einer 600 kg schweren Kuh). Bei geringeren Werten wird zuviel Körpermasse mobilisiert.
- Nur Grundfutter bester Qualität zur freien Verfügung anbieten. Nur mit mehr Grundfutter wird auch mehr strukturierte Rohfaser aufgenommen! Anzustreben ist ein TS-Verzehr aus Grundfutter von 2 % der Körpermasse.
- Ausreichende Fress- und Liegezeiten garantieren. Das ist nur bei einem Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1 gesichert. Eine Hochleistungskuh frisst bis zu 12 mal täglich, wobei eine Fressphase ca. 30 min dauert. Das Futter sollte mindestens 20 Stunden lang verfügbar sein. Die tägliche Wiederkauzeit soll je kg aufgenommenen T Grundfutter 30 - 40 min betragen (= 5 - 7 Stunden).
- Kühe fressen länger, verschmutzen weniger Futter und sezernieren mehr Speichel, wenn sie in einer weideähnlichen Position fressen (Kopf runter).
- Störungen der Vormagentätigkeit durch schrittweise Steigerung der Konzentratmenge verhindern, ab 3. Laktationstag täglich um 0,25 kg, mehr als 10 kg Krafftutter erst ab 4. Laktationswoche verabreichen. Der Pansen-pH sollte jedoch nicht unter 6,5 liegen, was maßgeblich von der Rohfaser-versorgung abhängt. Diese sollte bei 2 % der Körpermasse liegen (12 kg bei einer 600 kg schweren Kuh). 2,4 kg davon (= 20 %) sollten eine Partikellänge von 2,5 bis 4 cm aufweisen. Ansonsten ist die notwendige Speichelproduktion von ca. 12 Liter/kg TS für die Abpufferung der fermentierten flüchtigen Fettsäuren nicht gewährleistet.
- Krafftuttergaben sollten bei Komponentenfütterung möglichst 12 - 13 kg /Kuh und Tag nicht übersteigen. Pro Mahlzeit sollen nicht mehr als 3 kg Krafftutter angeboten werden (Fütterungsfrequenz erhöhen!). Durch Messung des Kot-pH (soll stets über 6,5 liegen) lässt sich leicht feststellen, ob eine acidotische Belastung vorliegt.
- Fütterungssequenz beachten! Grobfutter vor Krafftutter anbieten oder TMR-Fütterung einführen.
- Das Futter darf keine Verunreinigungen und Beeinträchtigungen (schmutzig, verschimmelt, gefroren) aufweisen. Die Futtertische sind vor der erneuten Gabe von Frischfutter zu säubern. Neues Futter nicht auf das alte geben!
- Grundfutteraufnahme durch Kontrollwägungen objektivieren
- Der Feuchtigkeitsgehalt der Ration soll unter 50 % liegen

- PH-Wert der Silage sollte < 4,2, bei Leguminosen < 5,0 sein
- Die ausreichende Versorgung mit Trinkwasser muss gesichert sein
- An Hitzetagen 60 % des Futters nachts verabfolgen
- Ein krasser Wechsel des Grundfutters (auch Komponentenwechsel) ist zu vermeiden. Ein plötzlicher Wechsel von mehr als 15 % der Trockenmasse der Gesamtration reicht aus, um Störungen hervorzurufen.
- Jungkühe (1. Laktation) wenn möglich von Altkühen separieren. Sie benötigen 10 - 15 % mehr Zeit zum Fressen!
- Dreimaliges Melken erhöht den T-Verzehr um etwa 5 - 6 %.
- Durch Zufütterung von 6 g Niazin pro Tier und Tag über mehrere Wochen hinweg kann die Lipolyse gebremst werden. Zur Therapie können bis zu 12 g pro Tier und Tag verabfolgt werden.
- Liegt die erwartete Milchleistung unter der realisierten, Proteinversorgung überprüfen.
- Ist die Persistenz der Laktationskurve zu niedrig, Energieversorgung überprüfen.
- Möglichst frühzeitige Erkennung und Behandlung der Auslöserkrankheit
- Vermeidung des Abbaus von Körperfett bereits während der Trockenstehperiode, da eine antepartale Lipolysereaktion die postpartale Futteraufnahme senkt.

Die T-Aufnahme wird maßgeblich von der **Qualität des Grundfutters** bestimmt (Tab. 5). Von ihr hängt auch die Menge der zu verabreichenden Konzentratfuttermittel ab.

Tab. 5: Anzustrebende Silagequalitäten (nach GROPPPEL, 2001)			
	Grassilage	Maissilage	Getreideganzpflanzensilage
Trockenmasse %	30 – 40	28 – 33	35 – 45
Rohprotein % T	14 – 18	8 – 9	9 – 11
Rohfaser	23 – 25	< 20	19 – 23
Rohasche % T	< 10	< 4,5	< 4
Stärke % T	-	> 30	> 30
NEL MJ/kg T	> 6,2	> 6,4	> 5,9
NXP % T	> 13,2	> 13	> 13
RNB g/T	< +6	< - 9	< - 9
Buttersäure % T	< 0,3	< 0,1	< 0,1
<b>Essig- plus</b>			
Propionsäure % T	2 – 3,5	2 – 3,5	2 – 3,5
NH <sub>3</sub> % des Gesamt-N	< 10	< 6	< 6
pH-Wert	4,1 – 4,5	3,9 – 4,2	3,9 – 4,4

Tab. 6: Maximale T-Aufnahme von Leguminosenheu oder Leguminosen-Anwelksilage unterschiedlicher Qualität (WHEELER, 1993)

Qualität	Nährstoffgehalt in % TS			TS-Aufnahme in % KM
	RP	ADF	NDF	
ausgezeichnet	> 18	< 33	< 43	3,0
sehr gut	16 – 18	33- 37	43 – 48	2,5
gut	13 – 15	38 – 41	49 – 53	2,0
schlecht	< 13	> 40	> 53	1,5

Die Menge an strukturierten und nichtstrukturierten Kohlenhydraten hat einen grundlegenden Einfluss auf Leistung und Gesundheit.

Im Vergleich zu Gras haben **Leguminosen** einen höheren Gehalt an Lignin und einen niedrigeren an NDF. Gras besitzt dagegen höhere Gehalte an Hemizellulose und NDF. **Leguminosen werden rascher verdaut als Gräser.** Deshalb können sie auch in größerer Menge aufgenommen werden. Gras verweilt dagegen länger in den Vormägen, wobei die Menge an verdauter Gesamtmasse zwar größer ist als bei Leguminosen, letztere aber wegen ihrer höheren Verdaulichkeit und Passagegeschwindigkeit die höhere T-Aufnahme ermöglichen. **Das ist der Grund, warum in den amerikanischen und israelischen Hochleistungsherden bevorzugt Luzerne als Grundfutter eingesetzt wird.** Hinzu kommt, dass Leguminosen Pectine enthalten, nicht aber Gräser. Sie werden ebenso schnell im Pansen fermentiert wie Stärke. Das Endprodukt ist vorwiegend Acetat.  $\beta$ -Glucane sind hauptsächlich in Gras vertreten und werden sehr langsam abgebaut.

Die in Tab. 6 aufgeführten Werte sind Maximalangaben. Frisst die Kuh mehr Konzentrate, nimmt ihr Grundfutterverzehr gleichzeitig ab (**Grundfutterverdrängung**). Ursache ist die Vermehrung amylolytischer und saccharolytischer Bakterien bei gleichzeitigem Rückgang der zellulolytischen. Dadurch verlangsamt sich der Abbau des Grundfutters, und die Kuh schränkt die Grundfutteraufnahme ein. Das Phänomen beginnt gewöhnlich ab Konzentratmengen von 5 kg. Danach sinkt die Grundfutteraufnahme je 2,5 kg Getreidekonzentrat um 1 kg TS. Nur schwer gelingt es deshalb bei der Fütterung von Hochleistungskühen, den Grundfutterverzehr über 2 % der KM zu halten. 15 bis 20 % der Futterpartikel der Ration sollten eine Länge von > 4 cm haben, um die Kauarbeit zu stimulieren. Darunter liegende Werte der strukturwirksamen Rohfaser führen zu "Off-feed" und Milchfett-Depression. Eine zu geringe Grundfutteraufnahme führt zu Pansenacidose bzw. latenter acidotischer Belastung, Labmagenverlagerung und Milchfett-Depression. Eine Frischmelkerration sollte deshalb einen Mindestgehalt an ADF von 19 % und von NDF von 28 % (T-Basis) haben. Mindestens 40 % des T-Gehaltes der Ration sollen vom Grundfutter und höchstens 60 % von Konzentraten stammen. Wenn Maissilage mehr als 45 % des TS-Gehaltes der Ration ausmacht, kann das Grundfutter-Konzentrat-Verhältnis bei 45:55 liegen. Ein Verhältnis von 80:20 reicht noch immer für 20 kg Milch aus, wenn die Qualität des Grundfutters gut ist.

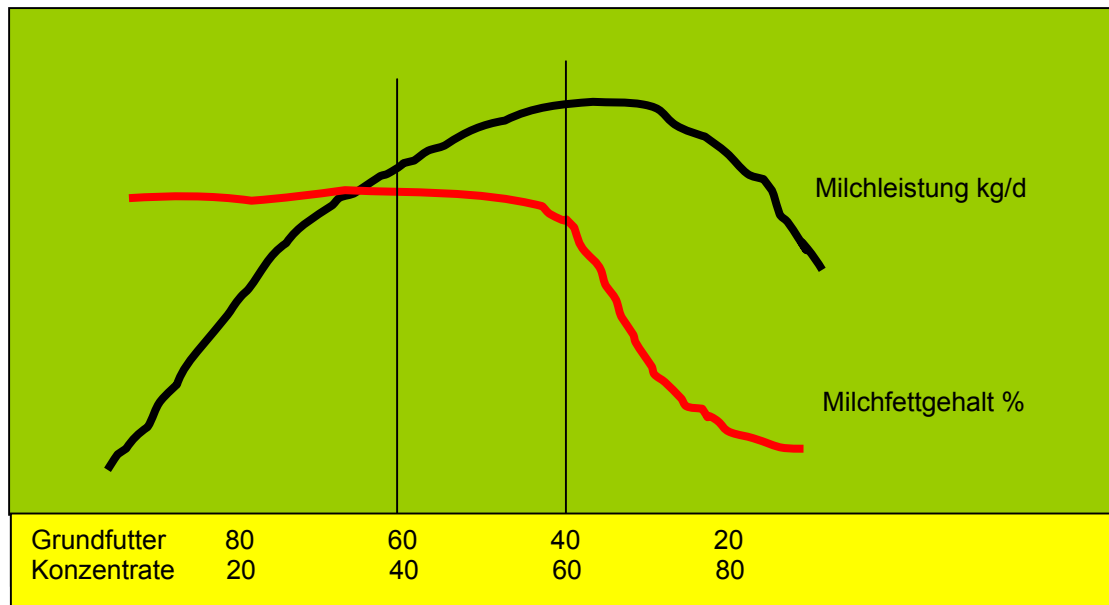


Abb. 7: Auswirkungen des Grundfutter-Konzentrat-Verhältnisses auf Milchleistung und Milchfettgehalt (nach WATTIAUX und ARMENTANO).

### Bedeutung der strukturierten Rohfaser

Mit steigender Leistung erhöht sich der Kraffuttermehrwert in der Ration. Gleichzeitig werden damit die Grenzen zur Gewährleistung der Mindestmenge an physikalischer Struktur erreicht. Die optimale Vormagenverdauung ist aber abhängig von ausreichendem Speichelfluss, stabilen pH-Wertverhältnissen, Schichtstruktur des Panseninhaltes und gleichmäßigem Durchfluss der Ingesta in den post-ruminalen Verdauungsabschnitt (Labmagen, Dünndarm, Dickdarm).

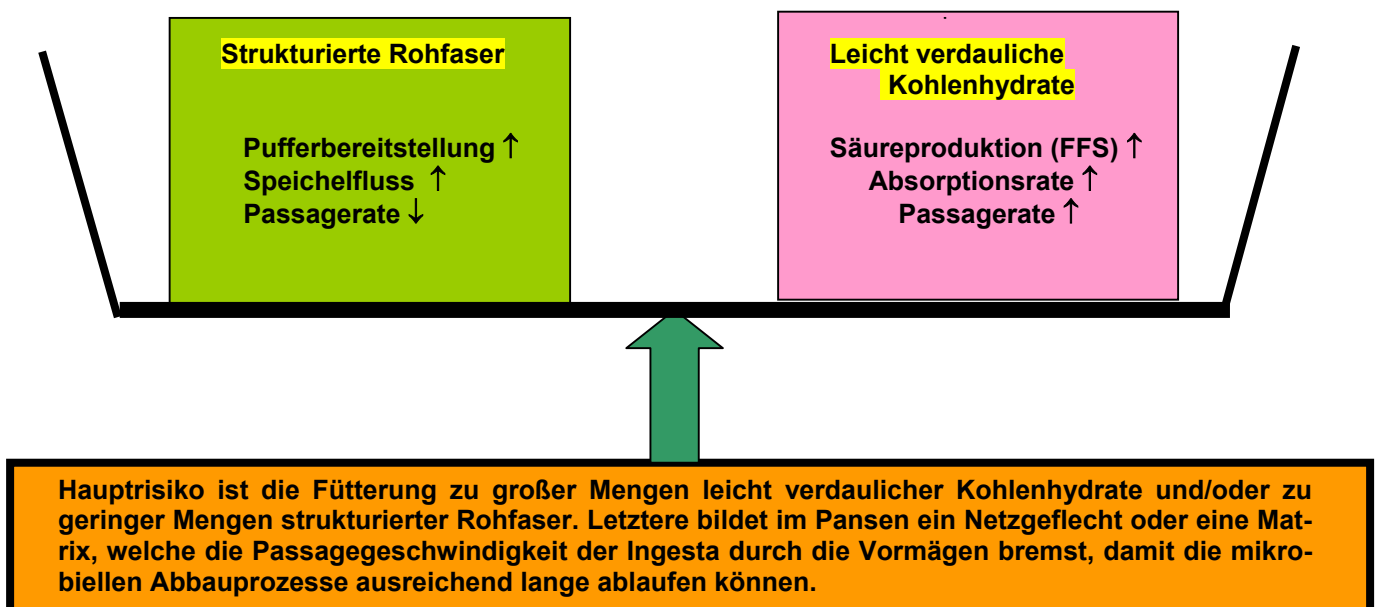


Abb. 8: Der schwierige Balance-Akt der Hochleistungskuh (nach STONE). Die Herausforderung bei der Fütterung von Hochleistungskühen besteht in einer hohen Futteraufnahme bei maximaler Energiedichte und gleichzeitiger Erhaltung der Pansengesundheit!



Der Panseninhalt besitzt normalerweise eine deutliche Schichtstruktur. Diese ist abhängig von einem ausreichenden Angebot an strukturierter Rohfaser. **Der Mindestbedarf liegt bei 350 - 400 g/100 kg Lebendmasse.**

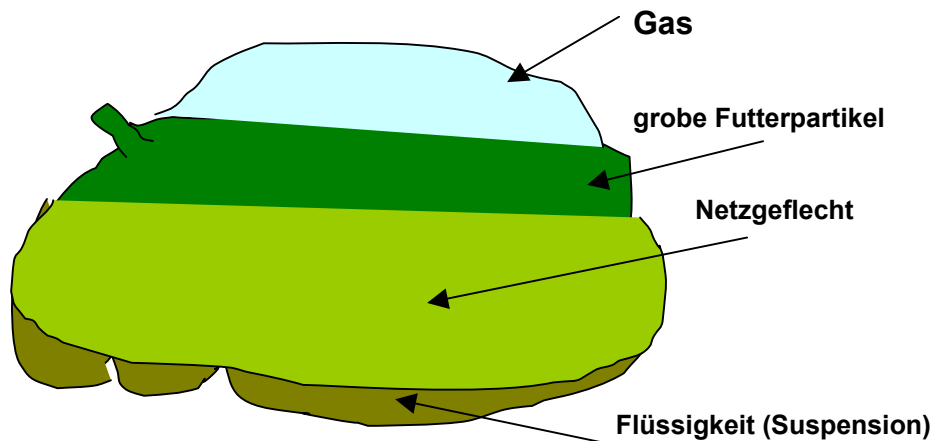


Abb. 9: Schichtung des Panseninhaltes

Die Struktur ist für den Ablauf optimaler Verdauungsprozesse in den Vormägen außerordentlich bedeutungsvoll. Der Pansen ist nämlich nicht so sehr als Mischapparat zu verstehen, in dem durch die Pansenmotorik das Unterste nach oben befördert wird, sondern mehr als ein **Extraktionsapparat**. Durch die Pansenbewegungen wird die Pansenflüssigkeit aus dem schwammartigen Netzgeflecht, dem Hauptsitz der bakteriellen Tätigkeit, herausgepresst und an die Schleimhautoberfläche gespült. Mit dem Abschwellen der Kontraktion saugt der zuvor ausgepresste Schwamm neue Pansenflüssigkeit auf, der Vorgang wiederholt sich. Die in der Pansenflüssigkeit gelösten Fettsäuren werden von der Pansenschleimhaut resorbiert und dem Pfortaderkreislauf zugeführt. Die Grundlage für das Funktionieren dieses „Extraktionsapparates“ bildet die strukturwirksame Rohfaser. Ohne sie kann sich das schwammartige Netzgeflecht nicht ausbilden. Nur seine Existenz sichert einen langsamen Abbau der leicht vergärbaren Kohlenhydrate und beugt einer Pansenacidose vor.

Gemahlene und pelletierte Grobfutterstoffe oder zu viel Kraffutter führen deshalb zum Verlust der Schichtung und zu einer Verflüssigung des Panseninhaltes. Bestimmte rohfaserarmer Futterstoffe (Rübenblatt, Zwischenfrüchte, junger Aufwuchs) verhindern ebenfalls die Ausbildung der Pansenschichtung.

Eine adäquate Rohfaserversorgung ist Voraussetzung für eine optimale Pansenfunktion. Rationen mit einem zu geringen Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser haben zur Folge, dass die Kuh weniger kaut und wiederkaut, wodurch das Volumen der Speichelproduktion sinkt und infolge unzureichender Abpufferung der Säuren der pH-Wert sinkt. Unterhalb pH = 6 wird das Wachstum der zellulolytischen Bakterienpopulation eingeschränkt. Das ermöglicht den Propionat produzierenden Bakterien, sich zu vermehren. Es kommt zu einem Abfall des Acetat-Propionat-Verhältnisses und einer verminderten Milchfettsynthese. Von besonderer Bedeutung für die Ausbildung des Netzgeflechtes ist die Partikelgröße. In ihm befindet sich der Hauptsitz der mikrobiellen Aktivität, und sein Vorhandensein bestimmt die Wachstumsintensität der Mikrobenpopulation.

Die Fütterung einer Ration mit zu geringer pansenmotorischer Wirksamkeit der Rohfaser erhöht die TS-Aufnahme, senkt aber die Verdaulichkeit und bewirkt eine zu geringe Verweildauer der Ingesta im Pansen, da sich die Passagerate erhöht. Der Vorteil der erhöhten TS-Aufnahme geht durch die unzureichende ruminale mikrobielle Verdauung wieder verloren. Rohfaser ist besonders dann erforderlich, wenn große Mengen von leichtverdaulichen Kohlenhydraten langsam abgebaut und eine Acidose vermieden werden soll.

In **Belgien** wurde von BRABANDER et al. (1999) der **Strukturwert** von Futtermitteln eingeführt. Er wird aus einem Wiederkau- und Gesamtkauindex, dem Rohfasergehalt und der mittleren Partikelgröße geschätzt (Tab. 7). Zu beachten ist der im Vergleich zu Getreidekonzentraten äußerst günstige SW von Pressschnitzsilage. Anzustreben ist ein SW der Gesamtration zwischen 1,0 - 1,25.

Tab. 7: Strukturwert (SW) einiger Futtermittel für Milchkühe (SPIEKERS, 2000)

Futtermittel	Rohfaser g/kg T	NDF g/kg T	ADF g/kg T	NEL MJ/kg T	SW pro kg T
Grassilage 1.Schnitt (jung)	230	420	250	6,5	2,87
Grassilage 1.Schnitt (mittel)	260	495	290	6,1	3,05
Grassilage 1.Schnitt (spät)	300	570	330	5,6	3,55
Maissilage gut	185	365	315	6,6	1,57
Maissilage mittel	210	415	245	6,4	1,79
Pressschnitzsilage	208	459	250	7,4	1,05
Weizenstroh	429	850	540	3,5	4,30
Weizenschrot	29	123	30	8,5	- 0,11
Melasseschnitzel	157	398	243	7,6	0,25
Sojaextraktionsschrot	67	125	91	8,6	0,20
Rapsextraktionsschrot	143	295	235	7,2	0,33



SPIEKERS et al. geben folgende Empfehlungen (Tab. 8):

<b>Tab. 8: Empfehlungen zur Versorgung der Milchkuh mit Kohlenhydraten und Struktur in Abhängigkeit vom Leistungsniveau und Laktationsstand (SPIEKERS et al., 2001)</b>			
Herdenleistung kg/a	6000	8000	10000
a) frischmelkend kg/d	32	37	42
Zucker g/kg T mindestens	75	75	75
Stärke + Zucker - beständige Stärke g/kg T	100 – 250	125 – 250	150 – 250
beständige Stärke g/kg T	10 – 60	20 – 60	30 – 60
Strukturwert /kg T	1,05	1,10	1,15
b) altmelkend kg/d	19	22	25
Zucker g/kg T	75	75	75
Stärke + Zucker - beständige Stärke g/kg T	75 – 175	75 – 200	75 – 225
beständige Stärke g/kg T	30	30	30
Strukturwert /kg T	1,0	1,0	1,0

Das **US-amerikanische Futterbewertungssystem** unterscheidet zwischen sauren Detergenzfaseren (**ADF**) und neutralen Detergenzfaseren (**NDF**) als den wichtigsten Rohfaserfraktionen. Für Hochleistungskühe nach dem Kalben werden 18 - 20 % ADF und 28 - 30 % NDF in der T der Gesamtration empfohlen. Die Strukturwirksamkeit einer Ration wird mittels Schüttelsieb ermittelt. Ein neues Konzept setzt anstelle der Grundfutteraufnahme die von NDF. **Als Optimum wird eine NDF-Konzentration in der Ration von 26 %** angesehen. Darunter und darüber liegende Werte senken die Futteraufnahme.

Das Problem soll am Beispiel zweier Rationen mit unterschiedlichem NDF-Gehalt verdeutlicht werden.

<b>Tab. 9: Auswirkungen unterschiedlicher Partikelgrößen auf verschiedene Pansenfunktionen und Stoffwechsellleistungen (GRANT et al., 1990: Milk fat depression in dairy cows. Role of silage particle size. J.Dairy Sci. 73: 183 442)</b>			
	Partikelgröße		
	fein	mittel	grob
Fresszeit min/24 h	195,3	204,4	204,7
Wiederkauzeit min/24 h	374,4	466,3	530,7
Gesamtkauzeit min/24 h	569,7	670,7	735,4
pH-Wert	5,3	5,9	6,0
FFS mol. %			
Acetat	58,33	61,24	61,32
Propionat	22,34	20,16	19,46
Milchleistung kg/d	31	32	31
FCM kg/d	27	30	29
Milchfett %	3,0	3,6	3,8
Milcheiweiß %	3,0	3,0	3,

<b>Tab. 10: Energiebilanz bei optimalem und nicht optimalem NDF-Gehalt der Ration (nach BLOCK, 1999)</b>		
Kuh 650 kg, 45 kg Milch/d Energiebedarf 186,5 MJ NEL/d	Beispielration A	Beispielration B
Energiegehalt (MJ NEL/kg T)	7,2	7,0
NDF % in der T der Gesamtration	20	26
Grundfutter-Konzentrat-Verhältnis	58:42	45:55
T-Aufnahme (% KM)	3,4 (22,1 kg/d )	3,9 (25,3 kg/d)
Energieeinnahme (MJ NEL/d)	22,1X7,2=159,6	25,3X7,0=177,1
Energiebilanz (MJ NEL/d)	186,5 – 159,6 = - <b>26,9</b>	186,5 – 177,1 = - <b>9,4</b>

Es wird ersichtlich, dass bei einem NDF-Gehalt der Ration von 26 % eine höhere T-Aufnahme und damit auch höhere Energieeinnahme erreicht wird. Die Energiebilanzdifferenz wird aus mobilisierter Körpermasse beglichen, wobei 1 kg Körpermasse einem Energieäquivalent von 21 MJ NEL entspricht.

Brauchbare und einfach zu bestimmende Werte für die Ermittlung der pansenmotorisch wirksamen Rohfaser liefert das von **PIATKOWSKI** (1983) vorgeschlagene System.

**Tab. 11: Strukturwirksamkeit der Rohfaser in einigen Futterstoffen (nach PIATKOWSKI, 1983)**

	Strukturwirksamkeitsfaktor
Heu mit 28-30 % Rohfaser	1,0
Trockengrün gehäckselt	1,0
Trockengrün pelletiert	0,25
Stroh gehäckselt	1,5
Stroh pelletiert	0,5
Welksilage mit 28-30 % Rohfaser	1,0
Maissilage	1,0
Rübenblatt siliert	0,5
Rübenblatt frisch	0,25
Grünfutter unter 25 % Rohfaser	
Lang	0,75
Gehäckselt > 10 cm	0,50
Gehäckselt < 5 cm	0,25
Grünfutter über 28 % Rohfaser	
Lang	1,2
Gehäckselt > 10 cm	1,0
Gehäckselt < 5 cm	0,75

Berechnung: kg Rohfaser in der T x Faktor = strukturwirksame Rohfaser in kg in der T.  
Die Bildung des Mittelwertes aus den Einzelwerten der Futterstoffe ergibt die Menge an strukturwirksamer Rohfaser in der Gesamtration.

**Tab. 12: Mindestmengen an Rohfaser in der Gesamtration (Angaben in kg je Tier und Tag oder in % der T). Nach PIATKOWSKI, 1983**

	Rohfaser			
	gesamt		strukturwirksam	
	kg	%	kg	%
<b>Milchkühe</b>	<b>2,8</b>	<b>18</b>	<b>2,0</b>	<b>13</b>
<b>Färsen (300 kg KM)</b>	<b>1,2</b>	<b>18</b>	<b>0,9</b>	<b>12</b>

Die Rohfaserverdauung ist abhängig von der Futterart. Rohfaser in verschiedenen Zusatzfuttermitteln sind besser verdaulich als Grundfutter mit dem gleichen Rohfasergehalt. Der Rohfasergehalt in qualitätsgemindertem Grundfutter wird nicht ausreichend verdaut. Dagegen wird die Rohfaser in jungem Aufwuchs bei gleichem Gehalt sehr rasch abgebaut.

Es besteht die Notwendigkeit, ein Gleichgewicht zwischen Rohfaser und leicht löslichen Kohlenhydraten (nonstructural carbohydrates, NSC) herzustellen. Die Kontrolle erfolgt durch Messung des pH-Wertes im Pansen. **Der optimale Bereich für die mikrobielle Proteinsynthese und die Synthese von Vitaminen des B-Komplexes liegt bei 5,8 - 6,4.** Dieser Bereich variiert in Abhängigkeit von der Futteraufnahme. Unmittelbar nach Verzehr einer Mahlzeit sind die niedrigen pH-Werte anzutreffen, vor der Fütterung die höheren. Bei TMR-Rationen ist der pH-Wert dagegen relativ ausgeglichen und die Schwankungsbreite gering. Bei Komponentenfütterung ist zu beachten, dass Grundfutter vor der Konzentratgabe verabreicht und die Tagesmenge an Konzentraten auf Mahlzeiten zu je 3 kg aufgeteilt wird. Auf diese Weise lassen sich Peaks und Täler im pH-Wert vermeiden.

### Was ist bei der Konzentratfütterung zu beachten?

Die Fütterung der Frischabkalber bis zum Laktationsgipfel beginnt mit der Beibehaltung der zum Kalbezeitpunkt verabreichten Konzentratmenge von maximal 0,50 bis maximal 0,75 % der KM. Das Grundfutter muss von höchster Qualität sein. Der **Eiweißkonzentratanteil** wird sofort nach dem Kalben erhöht. Protein stimuliert den Appetit und die Verdauungstätigkeit. Das Maximum des Proteinangebotes soll bereits

nach 10 Laktationstagen erreicht werden. **Getreidekonzentrate** dürfen nicht zu schnell erhöht werden, da es ansonsten zum Off-feed kommt.

Die University of Alberta berichtet in „Dairy Research Highlights“ von Versuchen mit einem Grundfutter-Konzentrat-Verhältnis von 50:50 und 25:75 und gelangt zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Eine Erhöhung des Konzentratanteils in der Ration von 50 auf 75 % erhöht **nicht** die Milchleistung in der Früh- oder Spätlaktation.
- In der Früh- und Spätlaktation haben hohe Konzentratgaben keine Auswirkungen auf den Milchfettgehalt. Sie erhöhen aber den Milcheiweißgehalt.
- In der Spätlaktation senken konzentratreiche Rationen den Milchfettgehalt. Sie haben aber keinen wesentlichen Einfluss auf den Milcheiweißgehalt.
- Die Supplementation von Pansenpuffern bei sehr konzentratreichen Rationen während der Früh- und Spätlaktation erhöht die Milchleistung und stabilisiert den pH-Wert im Pansen. Sie verhindert außerdem die negativen Auswirkungen konzentratreicher Rationen auf die Milchzusammensetzung.

Die Konzentratmenge nach Erreichen des Laktationspeaks hängt ab von der Grundfutterqualität. Je besser diese beschaffen ist, desto geringer ist der Konzentratbedarf. Um eine optimale Zusammensetzung der Ration zu gewährleisten ist die aktuelle T-Aufnahme so genau wie möglich zu erfassen.

#### **Zu berücksichtigen sind folgende Situationen:**

1. Bei Verfütterung von Maissilage oder anderer Grundfutterstoffe mit hoher Energiekonzentration ist die Konzentratgabe um 10 % zu reduzieren. Bei mittelmäßiger Qualität sind 10 % mehr zu verabreichen.
2. Das Maximum der Konzentratgabe (T) sollte bei 2 bis 2,5 % der Körpermasse liegen. Bei einer 650 kg schweren Kuh sind das 13 - 16 kg.
3. Bei Angabe der Konzentratmenge in OS (Originalsubstanz) sind den Tabellenwerten 5 bis 10 % zuzuschlagen.
4. Die Konzentratmenge wird im allgemeinen bis zum Ende des 1. Laktationsdrittels beibehalten. Die Eiweißkonzentratmenge allerdings ist pro 5 kg Milch, die über 35 kg liegen, um jeweils 1 bis 1,5 kg zu erhöhen. Beispiel: Kuh mit 40 kg Milch/d. Zu der Basisration von 14,5 - 15 kg Konzentrat kommt eine Zulage von 1 bis 1,5 kg Eiweißkonzentrat, so dass die Gesamtmenge an Konzentrat 16 kg beträgt.
5. Es ist der Wachstumsbedarf der Jungkuh extra zu berücksichtigen. Jungkühe der 1. Laktation erhalten eine Zulage von 1 bis 1,5 kg Konzentrat; Jungkühe der 2. Laktation eine Zulage von 0,5 bis 1 kg.
6. Bei Abweichungen des Milchfettgehaltes von 4 % (um 0,5 Einheiten nach oben) ist die Konzentratmenge um 10 % zu erhöhen, bei Abfall um 0,5 Einheiten entsprechend zu senken.
7. Nach Erreichen des Laktationsgipfels ist die Körperkondition zu bestimmen. Kühe mit zu geringer Konditionsnote (unter 2,5) erhalten eine Zulage von 2 bis 3 kg Konzentrat. Kühe mit Konditionsnoten > 2,5 bekommen 2 - 3 kg weniger.
8. Bei einem plötzlichen Abfall der Milchleistung zum Vortag um > 10 % ist das Konzentratangebot zu reduzieren. Kühe mit auffälligem Rückgang der Milchleistung sind sorgfältig tierärztlich untersuchen zu lassen. Eine Bestandsanalyse wird erforderlich, wenn der Milchleistungsabfall gegenüber dem Vormonat mehr als 5 bis 10 % beträgt.
9. Kühe, deren Leistung mehr als 10 kg Milch über dem Gruppennormalschnitt liegt, sollten in einer speziellen Gruppe zusammengefasst werden. Das beugt einem zu starken Leistungsabfall vor, wenn die Umstallung in eine niedrigere Gruppe vorgenommen wird.

## Energie- und Proteinbedarf in der Frühlaktation

### Energiebedarf:

Erhaltungsbedarf an Energie:

$$\text{MJ NEL/Tier und Tag} = 0,293 \times \text{kg LM}^{0,75}$$

Beispiel:	LM (kg)	MJ NEL/Tier und Tag
	550	33,3
	600	35,5
	650	37,7
	700	39,9

Leistungsbedarf pro kg Milch:

$$\text{MJ NEL/kg Milch} = 0,38 \times \% \text{Fett} + 0,21 \times \% \text{Eiweiß} + 0,95$$

Beispiel:	Fett%	Eiweiß%	Bedarf MJ NEL/kg Milch
4	-----	3,2	3,17
		3,4	3,21
		3,6	3,26
4,5	-----	3,2	3,36
		3,4	3,40
		3,6	3,40

### Bedarfwerte an Protein (nach GfE, 2001):

Mit zunehmender Leistung steigt der Bedarf an Aminosäuren rascher an als der Bedarf an Energie. Er ist in erster Linie von einer optimalen mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen abhängig. Ferner von der Versorgung mit nichtabbaubarem Protein.

### Erhaltungsbedarf für nXP:

450g nXP/Tier und Tag bei 650 kg LM.

Bei Änderung der LM um 50 kg ändert sich der Bedarf um jeweils 20 g

Beispiel:	LM (kg)	g nXP/Tier und Tag
	550	410
	600	430
	650	450
	700	470

### Leistungsbedarf für nXP:

85 g nXP/kg FCM bei 3,4 % EIWEIß

Bei Änderung des Eiweißgehaltes um 0,1 % ändert sich der Bedarf um jeweils 2 g/kg FCM.

Beispiel:	% Eiweiß	g nXP/kg FCM
	3,2	81
	3,4	85
	3,6	89

SPIEKERS u. RODEHUTSCORT(1999) empfehlen bei 700 kg schweren Kühen mit einem Milchfettgehalt von 4 %, einem Eiweißgehalt von 3,4 % und einer Milchmengenleistung von 45 kg:

**T-Aufnahme:** 23 bis 24 kg/d  
**nXP:** 4.250 - 4.350 g/d oder 170 - 175 g/kg T  
**Energie:** 180 - 190 MJ NEL  
**Energiedichte:** 7,2 MJ NEL/kg T

Nach **US-Amerikanischen Angaben** soll der **Rohproteingehalt der Konzentrate** zu etwa 55 bis 65 % aus **DIP** (degradeable intake protein) und zu 35 bis 45 % aus **UDP** (undegradable intake protein) bestehen. In der Früh-laktation sind die höheren Werte für UDP anzustreben. Kühe, die größere Mengen Futterfett erhalten, benötigen ebenfalls ein höheres Angebot an UDP.

Die Milchproteinsynthese im Euter bedient sich der im Blut verfügbaren Aminosäuren und ist ein energieaufwendiger Prozess, der die Bereitstellung von Glucose erforderlich macht. **Um den Proteingehalt der Milch zu verbessern, ist in erster Linie ein hoher Gehalt an leicht verfügbaren Kohlenhydraten in der Ration erforderlich.** Vor allem über diesen Weg wird die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen gesteigert und das Aminosäureangebot für das Euter erhöht, vorausgesetzt, das Angebot an Futterprotein reicht aus. **Rationen mit zu niedrigem Proteingehalt senken vor allem die Milchleistung, weniger den Proteingehalt der Milch.** Eine exzessive Proteinversorgung erhöht normalerweise nicht den Milchproteingehalt. Es kommt vielmehr auf das Verhältnis von mikrobiellem Protein und Durchflussfutterprotein an. Bei Proteinüberschuss und Energiemangel kann der Milcheiweißgehalt sogar extrem niedrig sein.

**Bei der Bewertung der Proteinversorgung der Herde sollte man stets den Proteingehalt in der Milch und die erzeugte Proteinmenge berücksichtigen.**

## Zufütterung von Fetten

Die Zufütterung von Fett als Energiequelle sollte nur bei Kühen vorgenommen werden, die sich in der Früh-laktation in einer negativen Energiebilanz befinden und/oder mehr als 35 - 40 kg Milch/Tag geben. Fett enthält 2,25 mal mehr Energie als Getreide, seine Zufütterung verringert die negative Energiebilanz, reduziert die Körpermasseverluste, verlängert die Persistenz und fördert ein rasches Erreichen der positiven Energiebilanz. Sein Einsatz birgt aber auch Gefahren für Leistung und Gesundheit.

**Es gibt drei Hauptarten von Futterfett:**

1. Fette mit hohem Gehalt an ungesättigten Fettsäuren (flüssig bei Raumtemperatur). Hierzu gehören Maisöl, Soja-Öl, Baumwollsaatmehl-Öl.
2. Fette mit hohem Gehalt an gesättigten Fettsäuren (fest bei Raumtemperatur). Hauptvertreter ist Rindertalg. **Die Verfütterung ist in Deutschland wegen der Gefahr der Übertragung von BSE verboten!**
3. Geschützte Fette pflanzlicher Herkunft, behandelt oder kombiniert mit anderen Substanzen, um den Abbau im Pansen zu verhindern. Hauptvertreter sind Ca-Salze langkettiger Fettsäuren.

Nur 3 - 5 % ungeschützter Fette in der T werden von den Pansenbakterien toleriert.

Insbesondere die löslichen pflanzlichen Fette können die Pansenfermentation hemmen und die Rohfaserverdauung einschränken. Deshalb ist ihre Verabreichung sorgsam zu prüfen. Ist die Ration bereits fettreich (z.B. durch Verfütterung von Sojaschrot, Sonnenblumen oder Baumwollsaatmehl) ist die Supplementation von pflanzlichen Fetten zu unterlassen und nur geschütztes Fett zu verabreichen. Talg hat zwar eine geringere negative Wirkung auf die Rohfaserverdauung als pflanzliche Öle, seine Verfütterung ist aber nicht erlaubt. Fette mit hohem Anteil an Oleinsäure (ungesättigte Fette) überfordern die Fähigkeit der Pansenbakterien, Fette zu hydrogenisieren (zu sättigen) und senken dadurch den Milchfettgehalt. Futterfette senken ferner den Milcheiweißgehalt, wenn sie nicht fach- und sachgerecht verfüttert werden.

Die Ration von frisch-laktierenden Kühen sollte einen Gesamtfettgehalt von höchstens 5 % (TS-Basis) aufweisen. Man sollte daher vorher den natürlichen Gehalt der Ration an Fetten kennen, ehe man supplementiert. Fettsupplementation ist teuer. Man muss daher sicher sein, dass die Extrakosten durch die Leistungssteigerung auch tatsächlich ausgeglichen werden.

### **Richtlinien für die Fütterung von Fetten (GRANT 1996; WHEELER 1993):**

- Hochleistungskühe haben den größten Bedarf an Futterfett in den ersten 120 Laktationstagen.
- Um die Milcheiweißdepression zu minimieren, muss die Ration sorgfältig bezüglich Stärke und Zucker ausbalanciert sein.
- Die Supplementation hat stufenweise über einen Zeitraum von 2 - 3 Wochen zu erfolgen, um die Tiere an den Geschmack zu gewöhnen.
- Die Gesamtmenge an supplementiertem, nicht geschütztem Futterfett sollte auf 250 g/Kuh und Tag begrenzt werden. Das sind etwa 1 % des TS-Gehaltes der Gesamtration. Darüber hinaus gehende Fettgaben müssen aus pansengeschütztem Fett bestehen.
- Futterfett kann die Rohfaserverdauung und die TS-Aufnahme senken, was von einem Rückgang des Milchfettgehaltes begleitet wird. Deshalb muss auf schmackhaftes Grundfutter bester Qualität größter Wert gelegt werden. Nur von derartigem Futter wird trotz Fettsupplementation eine genügende Menge aufgenommen. Das Ca-Angebot ist auf 0,9 % der TS zu erhöhen, das Mg-Angebot auf 0,25 - 0,30 %. Damit wird der Verlust dieser Mineralstoffe infolge Bildung unlöslicher Seifen ausgeglichen.
- Futterfette immer nur bei sorgfältig ausgewogener Rationszusammensetzung einsetzen.
- Der ausreichenden Versorgung mit Vitamin E und Selen größte Beachtung schenken. (1000 IE Vitamin E/Tier und Tag).

## Besonderheiten der Einzeltier- und Gruppenfütterung

Es sind derzeit folgende Fütterungsverfahren in Laufstallanlagen üblich:

- Grundfutter plus Krafffutter nach Leistung (z.B. über Abrufautomaten)
- Aufgewertete Grundration für 20 bis 25 kg Milch plus Krafffutter nach Leistung über den Transponder (Teil-TMR)
- Flat-Rate-Feeding: Verzicht auf individuelle leistungsbezogene Krafffuttermengen. Die Tiere einer Gruppe (Frischmelker oder Altmelker) erhalten jeweils die gleiche Krafffuttermenge. Nachteil: Spitzenleistungen werden abgeschnitten.
- TMR mit mehreren oder nur einer Leistungsgruppe bei den laktierenden Tieren.

Bei der weit verbreiteten **aufgewerteten Grundration** wird Ausgleichskrafffutter in das Grundfutter eingemischt. Milchleistungsfutter wird nach Leistung zugeteilt, wobei je Mahlzeit nicht mehr als 3 kg zu verabreichen sind. Die übrige Krafffuttermenge wird über den Transponder zugeteilt.

**Die TMR-Methode** wird vor allem in den größeren Milchviehanlagen der ostdeutschen Bundesländer praktiziert. Ihr unbedingter Vorteil besteht in der Stabilität der Fermentationsprozesse im Pansen und in der höheren T-Aufnahme. Weniger schmackhafte Futtermittel werden maskiert oder verdünnt und NPN-Verbindungen, wie Harnstoff, werden über einen längeren Zeitraum gefressen. Arbeitet man mit zu wenig gruppenspezifischen Rationen und unterbleibt die Körperkonditionsbewertung, werden Spitzenleistungen in der Früh-laktation abgeschnitten bzw. kommt es bei den leistungsstärksten Tieren zu starken Konditionsverlusten. Andererseits kann in der Spät-laktation die Energieversorgung so hoch sein, dass die Tiere verfetten.

**In den kleineren Anlagen der westdeutschen Bundesländer** herrscht die Verfütterung einer aufgewerteten Grundration plus individuelle Leistungsfütterung (Melkstand, Abrufautomaten, per Hand) vor.

**In der Praxis muss man bei der sich immer mehr ausbreitenden TMR-Fütterung in der Regel mit 3 - 4 Gruppen auskommen**, bei sehr hoher Herdenleistung wird sogar nur eine Gruppe angestrebt. Ergebnisse des Forschungszentrums Hülsenberg (RAAB, 1997) haben nachweisen können, dass bei nur einer Gruppe eine relativ große Streuung bezüglich des Futtermittelfressens besteht. In Einzelfällen kam es zu krasen Unter- und Überversorgungen mit Energie. **Daraus kann geschlossen werden, dass die Anzahl der Leistungsgruppen bei TMR-Fütterung umso größer sein muss, je stärker die individuellen Leistungen in der Herde variieren.** Umgekehrt ist bei einem ausgeglichenen hohen Leistungsniveau lediglich eine Gruppe für alle laktierenden Kühe möglich. Von Nachteil ist dabei der um 30 % höhere Krafffuttermittelfressen wegen des bestehenden Luxuskonsums. Bei einem Leistungsniveau von 8500 kg würden Kühe mit weniger als 28 kg Tagesleistung und 140 Laktationstagen nicht mehr besamt werden. Das Trockenstellen würde bei einer Tagesleistung von etwa 20 kg erfolgen müssen.

**Größere Milchkuhbestände** in den USA praktizieren das von PHATAK (1999) empfohlene System der Gruppenfütterung mit 5 verschiedenen Rationen:

**Ration 1:** Für alle Kühe in den ersten 45 Laktationstagen  
**Ration 2:** Für alle laktierenden Kühe mit hoher Leistung und Kühe mit zu geringer Körperkondition  
**Ration 3:** Für laktierende Kühe mit geringerer Leistung und Kühe, die zu fett sind  
**Ration 4a:** Für Trockensteher in Trockenstehperiode-1  
**Ration 4b:** Für Kühe in der Trockenstehperiode-2 (präpartale Transitperiode)

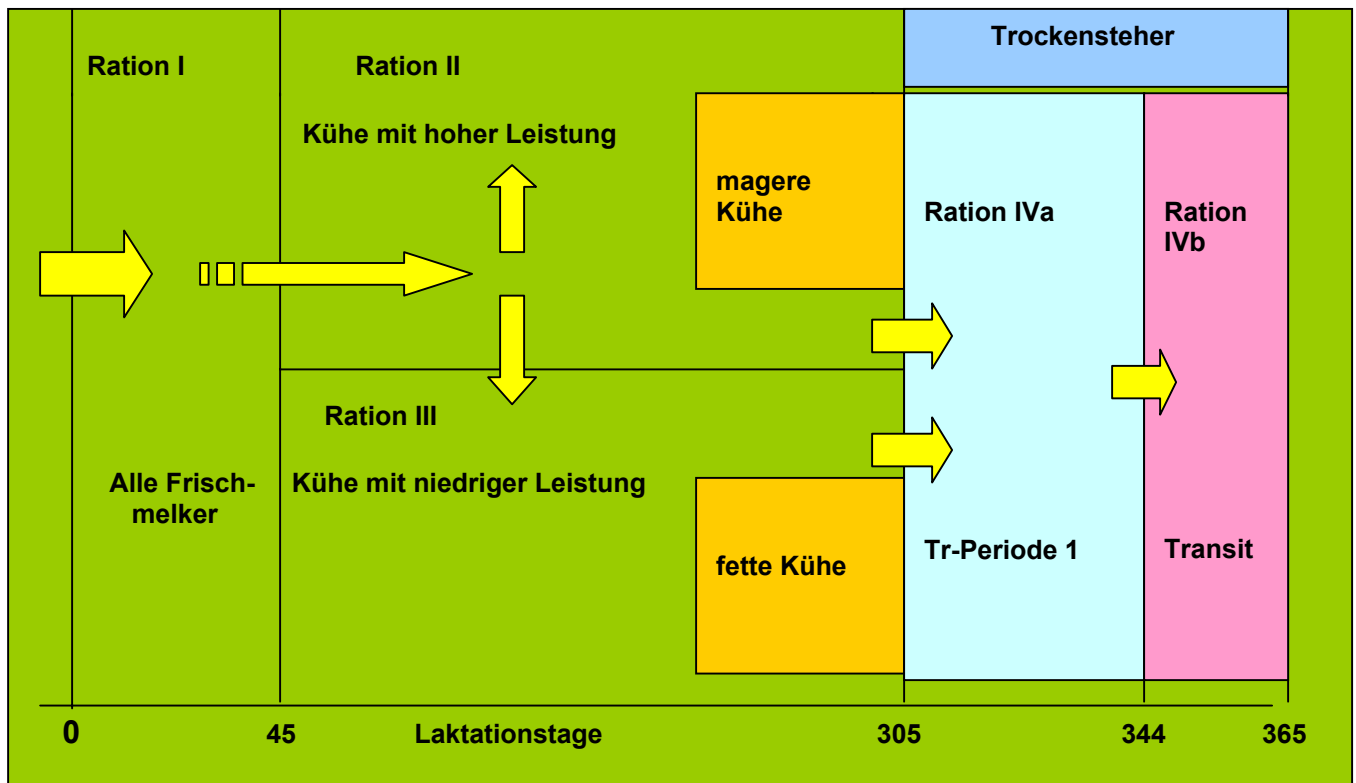


Abb. 10: Gruppenfütterung mit 4 Rationen nach PHATAK (1999). Ziel ist es, zum Trockenstellzeitpunkt bei allen Kühen eine Konditionsnote von 3,25 - 3,5 zu erreichen. Monatlich durchgeführte Konditionsbewertungen sollen gewährleisten, dass zu magere Kühe länger die Ration 2 erhalten, während zu fette Kühe in die Gruppe mit der Ration 3 umzustallen sind.

In manchen Betrieben wird die Ration I nochmals in eine Ration Ia für Transitskühe und in eine Ration Ib für Frischabkalber zwischen dem 21. und 45. (50.) Laktationstag differenziert. Die Ration Ia hat einen geringeren Konzentratgehalt und soll die Kuh an die zu erwartenden hohen Konzentratgaben langsam adaptieren.

**Folgende Richtlinien sind bei TMR-Fütterung zu beachten:**

1. Grundfutter darf nicht zu fein gehäckselt werden, um den strukturwirksamen Rohfaseranteil der Ration zu sichern.
2. Grundfuttermittel sollten regelmäßig analysiert werden:
  - Komplette Nährstoffanalyse bei Futterwechsel
  - Alle 14 Tage Bestimmung des T-Gehaltes der Silagen
  - Komplette Nährstoffanalyse der TMR 3 - 4 mal im Jahr
3. Bestimmung der T-Aufnahme der Kühe 3 - 4 mal im Jahr
  - Die tatsächliche T-Aufnahme darf nicht mehr als 5 % von der kalkulierten abweichen. Ansonsten muss die Ration neu berechnet werden.
  - Zu geringe T-Aufnahmen sind ein Hinweis auf Verschlechterung der Grundfutterqualität und/oder der Änderung des T-Gehaltes.
4. Die Zahl der Fütterungsgruppen wird von der Herdengröße und der Durchschnittsleistung der Herde bestimmt. Eine zu geringe Zahl von Gruppen wirkt sich negativ auf Leistung und Gesundheit aus.
5. Die TMR muss rund um die Uhr verfügbar sein. Restfutter (höchstens 5 %) an Jungrinder bzw. Färsen verfüttern
6. Jungkühe der 1. Laktation sind wegen ihres zusätzlichen Energiebedarfes für Wachstum in eine höhere Leistungsgruppe einzustufen
7. Der Schlüssel für den Erfolg ist die Optimierung der T-Aufnahme!
8. Bei den einzelnen Fütterungsgruppen sollten die Differenzen in der Energiedichte der Ration nicht mehr als 0,5 MJ NEL betragen, um Adaptationsprobleme im Pansen zu vermeiden.



**Tab. 13: Richtwerte für die Zusammensetzung von TMR bei Hochleistungskühen mit > 8162 kg FCM/Kuh und Jahr (LAMMERS et al. 1999)**

	Frühlaktation 1.-15.Woche	mittl. Laktation	Spätlaktation
Rohprotein (RP) % TS	17 – 18	16 – 17	15 – 16
Lösl.Protein % RP	30 – 34	32 – 36	32 – 38
DIP % RP	62 – 66	62 – 66	62 – 66
UDP % RP	34 – 38	34 – 38	34 – 38
NEL MJ/kg TS	6,86 – 7,22	6,51 – 6,86	6,15 – 6,51
Grundfutter NDF %TS	21 – 24	25 – 26	27 – 28
NDF gesamt % TS	28 – 32	33 – 35	36 – 38
NFC %TS	32 – 38	32 – 38	32 – 38
Fett Maximum %TS	5 – 7	4 – 6	4 – 5
Ca % TS	0,81 – 0,91	0,77 – 0,87	0,70 – 0,80
P %TS	0,42 – 0,46	0,42 – 0,46	0,40 – 0,44
Mg %TS	0,28 – 0,37	0,25 – 0,34	0,22 – 0,28
K %TS	1,0 – 1,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,5
S %TS	0,23 – 0,24	0,21 – 0,23	0,20 – 0,21
Na %TS	0,20 – 0,25	0,20 – 0,25	0,20 – 0,25
Cl %TS	0,25 – 0,30	0,25 – 0,30	0,25 – 0,30
Mn mg/kg TS	44	44	44
Cu mg/kg TS	11 – 25	11 – 25	11 – 25
Zn mg/kg TS	70 – 80	70 – 80	70 – 80
Fe mg/kg TS	100	100	100
Zugefügtes Se mg/kg TS	0,30	0,30	0,30
Zugefügtes Co mg/kg TS	0,20	0,20	0,20
Zugefügtes Jod mg/Kg TS	0,50	0,50	0,50
Vitamin A IE/kg TS	9921	9921	9921
Zugefügtes Vit.D IE/kg TS	1653	1653	1653
Vitamin E IE/kgTS	66	66	66
Konzentrate in %TS	55 – 60	45– 50	35 – 40
T- Aufnahme in % KM	4,0+	3,5+	3,0

**Beachte:**

- Kühe, die sich in den ersten 4 - 6 Laktationswochen befinden, sollten in einer extra Gruppe zusammengefasst oder individuell gefüttert werden. Sie erhalten: Rohprotein 19 %, UDP 38 %, NEL 6,9 MJ/kg T, NDF-Grundfutter 24 %, Fett 3 - 5 %, 50 % Konzentrate in der T. Die T-Aufnahme soll sich wie folgt entwickeln: 2,2 % der KM zum Kalbezeitpunkt, 2,8 % 14 Tage p.p. und 3,3 % 30 Tage p.p.
- Lysin und Methionin sind die wichtigsten essentiellen Aminosäuren. Sie werden vor allem über Soja-schrot zugeführt.
- Fette über 5 % hinaus sollten pansengeschützt sein.
- Bei Hitzeperioden und feuchtwarmer Witterung Futterstoffe mit den höheren K-Werten verabreichen.
- Bei Verfütterung von TMR sind Unterschiede im Energieangebot zwischen den Rationen von mehr als 10 bis 15 % zu vermeiden.

**Futtersupplemente**

Während der ersten 8 Laktationswochen kann es unter Umständen zweckmäßig sein, die Lipolysereaktion durch Zufütterung von 6 - 12 g **Niacin** zu bremsen. Das beugt der Entstehung von Ketose vor, ist aber mit einer Senkung der Milchleistung verbunden.

Bei Vorkommen von subklinischer Ketose ist die Zufütterung von **Propylenglykol** angezeigt.

**Natriumhydrogenkarbonat** in einer Menge von 0,75 bis 1 % der Trockenmasse der Gesamtration kann die negativen Folgen einer latenten acidotischen Belastung auf Leistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit verringern, hat aber auch Nachteile, weil eine bestehende acidotische Belastung nicht erkannt werden kann.

**Vitamine**

- Pro kg T sind etwa 4.000 IE **Vitamin A** anzubieten. Das entspricht bei einem T-Verzehr von 24 kg einer Tagesmenge von 96.000 IE.
- Der Bedarf an **β-Karotin** liegt bei der laktierenden Milchkuh bei etwa 400 mg/d oder 15 mg/kg T. Insbesondere Heu und Maissilage sind arm an β-Karotin.
- Pro kg T sollten täglich ca. 550 IE **Vitamin D** verabreicht werden (= 13.000 IE/d).
- Pro kg T beträgt der Bedarf an **Vitamin E** 15 IE (=360 IE/d). Das wird jedoch von einigen Untersuchern als zu gering angesehen. Sie empfehlen bei frischlaktierenden Kühen mindestens 500 IE/d. Während der Trockenstehperiode sind 1000 IE/d geeignet die Mastitisrate zu senken.

## Fütterungsfehler in der Frühlaktation

Häufig werden Kühe mit einer schwachen Milchleistung mit Getreidekonzentraten überfüttert und Hochleistungskühe in der Frühlaktation unterversorgt.

**Unterversorgung** bedeutet:

- Geringere Milchleistung
- Starke Körpermasseverluste
- Niedrigere Konzeptionsrate
- Gesundheitliche Probleme
- Erhöhte Produktionskosten

Die Gefahr der **Überfütterung** ist in der Frühlaktation gering. Sie besteht vor allem im letzten Laktationsdrittel und in der Trockenstehperiode.

Sehr wenig Landwirte wiegen täglich das verabreichte Futter. Man sollte jedoch darauf achten, dass die Getreidekonzentratgabe mit einer Genauigkeit von 0,5 kg pro Fütterung und Kuh verabfolgt wird. Mit Computerfütterung und exakt arbeitenden TMR-Mixern ist eine ziemlich genaue Dosierung möglich. Mindestens wöchentlich ist die Trockensubstanz des Grundfutters zu bestimmen und die Zusammensetzung der TMR zu modifizieren. Die Getreidekonzentratgaben an Kühe in der Frühlaktation sollten täglich überprüft werden. Kühe füllen ihre Körperenergieserven mühelos wieder auf, wenn ihr Energiebedarf in den ersten 10 bis 12 Laktationswochen weitestgehend gedeckt wird. Nur dann bleiben größere Fertilitätsprobleme aus. Eine Hochleistungskuh soll ihren Laktationsgipfel nach 8 - 10 Wochen erreicht haben und ihn 3 - 4 Wochen lang halten. Jedes kg Milch während des Laktationspeaks mehr oder weniger bedeutet 200 - 250 kg Milch mehr oder weniger in der Gesamtlaktation. Sie sollte ab 10. Laktationswoche ihre Konditionsabnahme gestoppt haben und sich langsam auf eine ausgeglichene Energiebilanz zubewegen. Jungkühe sollen nach dem Leistungspeak täglich höchstens 0,2 % ihrer Körpermasse abnehmen, ältere Kühe höchstens 0,3 %. Erreichen die Kühe nicht den erwarteten Leistungspeak, ist die Proteinversorgung zu überprüfen. Erreichen sie zwar den Peak, zeigen aber einen raschen Leistungsabfall, ist das Energieangebot zu überprüfen.

Sogar wenn die Kuh 14 - 16 kg Getreidekonzentrate pro Tag aufnimmt, reicht diese **Energie** nicht aus, ihre Energieausgabe über die Milch auszugleichen. Sie ist gezwungen, Körperenergieserven zu mobilisieren. 1 kg mobilisierter Körpermasse enthält etwa 0,64 kg Fett, 0,08 kg Protein und 0,28 kg Wasser (KOMARGIRI u. ERDMAN, 1995). Eine zu schnelle Lipolysereaktion und der bestehende Glucosemangel haben die Entstehung einer **Ketose** zur Folge. Die Kuh magert rasch ab, zeigt schwache Brunsterscheinungen und hat eine niedrigere Konzeptionsrate als Kühe, die sich in einer ausgeglichenen Energiebilanz befinden.

Mais hat die höchste Energiekonzentration, gefolgt von Gerste und Hafer. Die Pansenbakterien fermentieren die Stärke zu flüchtigen Fettsäuren. Ist der Rohfasergehalt der Ration zu gering, sinkt der pH-Wert in der Pansenflüssigkeit und erhöht sich der osmotische Druck. **Off-feed** ist die Folge sowie ein Abfall der Milchleistung und des Milchfettgehaltes. Bei Erhöhung der Energiekonzentration der Ration ist daher stets darauf zu achten, dass der strukturwirksame Gehalt an Rohfaser gewährleistet ist.

Leicht verdauliche Kohlenhydrate werden schnell abgebaut. Ihr Gehalt sollte nicht unter 20 - 25 % in der Ration sinken und nicht über 40 - 45 % liegen. Anzustreben sind Werte von 33 - 35 % in der TS. Von der Stärke sollten 75 - 80 % im Pansen, der Rest im Dünndarm abgebaut werden.

Häufigster **Fütterungsfehler** bei krautfutterreichen Rationen sind die subakute Pansenacidose und die **latente acidotische Belastung**. Letztere ist das Ergebnis einer erhöhten Bildung und Resorption von flüchtigen Fettsäuren im Pansen bei gleichzeitig verminderter Speichelsekretion und wird gesehen bei Verfütterung von Rationen mit hohem Anteil an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten und Mangel an strukturwirksamer Rohfaser, der durch Mahlen und Pelletieren der Futterstoffe noch verstärkt wird. Derartige Rationen sind typisch für die Frühlaktation, in der versucht wird, den Energiebedarf durch hohe Kraftfuttergaben abzusichern. Die kontinuierlich hohe Bildung von flüchtigen Fettsäuren bei engem Acetat-Propionat-Verhältnis sowie der Mangel an pansenmotorisch wirksamer Rohfaser vermindern durch die zu geringe Kauzeit die Speichelsekretion und damit die Pufferkapazität im Pansen. Wegen der zügigen Verwertung der anfallenden Milchsäure durch spezialisierte Bakterien bleibt eine Anhäufung von Milchsäure mit starker Absenkung des pH-Wertes in der Pansenflüssigkeit aus. Dafür wird verstärkt Propionsäure gebildet. Der pH-Wert im Pansen liegt mit Werten zwischen 6,0 - 6,5 an der unteren Grenze des Normalbereiches. Wegen des höheren Dissoziationsgrades der flüchtigen Fettsäuren kommt es zu einer erhöhten Resorption durch die Pansenschleimhaut. Ins Blut gelangt, unterliegen sie einer Abpufferung durch Puffersysteme in Lunge und Niere, da der Organismus bestrebt ist, den pH-Wert des Blutes konstant zu halten. Der erhöhte Regelaufwand über die Niere kann durch Bestimmung des pH-Wertes im Harn oder die Messung der Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung im Harn (NSBA) diagnostiziert werden.

**Die latente acidotische Belastung ist ein Risikofaktor für Leistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit und mitverantwortlich für das Auftreten zahlreicher Störungen:**

- Labmagenverlagerung
- Grobfutterverdrängung
- Verzehrdepression (Off-feed)
- Ca-Ausscheidung über die Niere und Skelettstoffwechselstörungen
- erhöhte Mastitisanfälligkeit
- Lahmheiten (Sohlengeschwüre)
- Fruchtbarkeitsstörungen durch vermehrtes Auftreten von Endometritis
- Absenkung des Milchfettgehaltes infolge Mangels an Essig- und Buttersäure im Pansen
- Störungen der Vitamin-B-12-Synthese

**Der Verdacht auf Mangel an strukturierter Rohfaser und latenter acidotischer Belastung ist gerechtfertigt, wenn mehr als 45 % der Kühe in der Früh-laktation gegenüber dem Vormonat einen Abfall des Milchfettgehaltes um 0,4 % aufweisen. Ein Achtungshinweis sind Häufigkeiten zwischen 18 und 45 %. Der Fett-Eiweiß-Quotient nähert sich 1,0.**

## Managementcheckliste zur Einschätzung der Fütterung

Zusammen mit dem Landwirt sollte nach dem Stalldurchgang folgende Checkliste abgearbeitet werden:

Frage	Empfehlung
1. Wie oft am Tag wird bei Komponentenfütterung Kraftfutter verabreicht?	4 mal oder öfter
2. Wie viel kg Getreide pro Mahlzeit	2,3 bis maximal 3,2 kg
3. Wie oft wird TMR verabreicht?	mindestens 2 mal
4. Wie hoch ist die T-Aufnahme pro Kuh?	2,5 - 3,0 % der KM (geringe Milchleistung) 3,5 – 4,0 % (mittelmäßige Leistung) > 4 % (hohe Leistung)
5. Wie hoch ist der Feuchtigkeitsgehalt der Ration?	15 - 50 %
6. Wie breit ist der Fressplatz pro Kuh?	61 - 76 cm
7. Für wie viel Kühe eine Selbsttränke?	20 oder weniger
8. Ist das Futter 18 - 24 Stunden verfügbar?	ja
9. Wird das Futter zwischengelagert?	nein
10. Werden Mineralstoffe zugefüttert?	56 - 113 g/Kuh und Tag
11. Wie fein ist die Silage gehäckselt?	15 % der Partikel sind > 5 cm lang
12. Wie grob ist die Getreidemischung?	Vermeide zu fein gemahlene
13. Wie viel kg Milch werden pro kg Getreidekonzentrat (T-Basis) produziert?	2,5 - 3,5
14. Wie viel Grundfutter wird pro Tag verabreicht?	1,8 - 2,5 % der KM
15. Wie oft wird die Ration berechnet?	Mindestens 4 mal jährlich
16. Wie oft wird Grundfutter untersucht?	Jede größere Menge
17. Wie häufig sind metabolische Störungen im Bestand?	Gebärparese (<6 %), Ketose (<2 %), Laqbmagenverlagerung (<5 %), Euterödem (<5 bis 10 %), off-feed (0 %), Milchfettmangel-Syndrom (<5 %), Nachgeburtsverhaltung (<8 %)
18. Wie ist die BCS-Note beim Trockenstellen?	3,5 bis 3,7
19. Befinden sich die laktierenden Kühe in optimaler Kondition?	<5 % bei 1,5 - 2,0 <5 % bei 5,0
20. Werden die Kühe gewogen oder mit Messband gemessen?	Ja
21. Werden die Trockensteher von den laktierenden Kühen getrennt gefüttert?	ja
22. Werden die Kühe optimal gehalten?	ja

Übernommen von R. L. Orth ( 1987): Iowa State University. Cooperative Extension Service, Ames, Iowa.

## Literatur

AMARAL, D. M.; HEMKEN, R. W.; CRIST, W. L. (1989)  
More feed-more milk  
Univ.of Kentucky, Coll.of Agriculture, Coop.Extension Service  
ASC-135

Anonym  
Lactating dairy cow care  
[http://www.vetnet.ucdavis.edu/vetext/INF-DA\\_CarePrax4.html](http://www.vetnet.ucdavis.edu/vetext/INF-DA_CarePrax4.html)

Anonym  
Fütterung von Hochleistungskühen 2. Laktationshälfte  
Institut für Tierzucht der LFA Mecklenburg-Vorpommern  
<http://www.landwirtschaft-mv.de/mifulak2.mv>

Autorenkollektiv der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) 2001  
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder 2001  
DLG-Verlag

CHALUPA, W. und HARRISON, J. H. (1996)  
Feeding strategies for the fresh cow.  
<http://cahpwww.nbc.upenn.edu/pc96/feedfreshcow.html>

CHASE, L. E.; OVERTON, T. R. (1999)  
Feeding strategies to optimize milk protein  
<http://ansci1.abc.cornell.edu/tmplobs/baaJrsKMb.pdf>

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Herausgeber)  
Arbeiten der DLG/Band 196  
„Fütterung der 10.000-Liter-Kuh“  
DLG-Verlag, 1999

ELY, L. O.; GUTHRIE, L. D.  
Managing the high producing dairy cow  
Univ.of Georgia, Coll.of Agricultural and Environmental Sciences, Coop.Extension Service  
Circular 788 (April 1986)

FLACHOWSKY, G.; BERK, A. (2001)  
Konsequenzen des Fütterungsverbot von tierischen Proteinträgern und tierischen Fetten aus der Sicht  
der Tierernährung  
Rekasan- Journal, 8., Heft 15/16, S. 94

French, P.; JAMES, R.  
Nutrition guide -Dry matter intake  
<http://www.dasc.vt.edu/dasc3274/Readings/DMI.pdf>

GIESECKE, D. (1990)  
Metabolische Leistungsgrenzen bei Milchkühen  
Tagungsbericht Symposium Energie- und Fettstoffwechsel der Milchkuh  
Humboldt-Universität Berlin 24.10.1990

GRANT, R. (1996)  
Evaluating the feeding value of fibrous feeds for dairy cattle

<http://ianrwww.unl.edu/pubs/Dairy/g1034.htm>

GRANT, R.  
Protein and carbohydrate nutrition of high producing dairy cows  
<http://ianrwww.unl.edu/pubs/Dairy/g1027.htm>

GRANT, R.  
Maximizing feed intake for maximum milk production.  
<http://www.ianr.unl.edu/pubs/dairy/g1003.htm>

GRANT, R.; KUBIK, D. (1996)  
Supplemental fat for high producing dairy cows  
<http://www.ianr.unl.edu/pubs/dairy/g961.htm>

GROPPEL, B. (2001)  
Grundfutterqualität - Konsequenzen für die Fütterung der 40 I-Kuh  
Rekasan- Journal 8, Heft 15/16 S. 4

HAENLEIN, G .F. W. (1996)  
How can we make our cows eat more?  
<http://bluehen.ags.udel.edu/decas/dairycol/dc6-96.htm>

HAENLEIN, G. F. W. (1996)  
The right conditions can maximize feed intake  
<http://bluehen.ags.udel.edu/decas/dairycol/dc7-96.htm>

HOARDS Dairyman  
Fresh cow Problems- how to control them  
<http://www.prolivestock.com/DairyWeb/content/freshcow.pdf>

HOGENKAMP, D.; EITING, L. (2001)  
Das Sano-Fütterungskonzept - TMR für Milchkühe  
Handbuch der tierischen Veredlung 2001  
Kamlage Verlag Osnabrück, S. 251

ISHLER, Virginia; VARGA, Gabriella  
Carbohydrate nutrition for lactating dairy cattle  
<http://www.3das.psu.edu/dcu/catnut/DAS/pdf/chonutrition.pdf>

JONES, G.; STEWART, S.  
Dry matter intake and milk production  
<http://www.afns.ualberta.ca/wcds/wcd95299.htm>

KENNELLY, J.  
The effect of feeding high concentrate rations  
<http://www.prolivestock.com/DairyWeb/content/milkcmp1.pdf>

KEOWN, J. F. (1997)  
What management practices are high producing dairy herds using?  
<http://ianrwww.unl.edu/pubs/Dairy/g819.htm>

LAMMERS, B. P.; HEINRICHS, A. J.; ISHLER, Virginia A. (1999)  
Use of total mixed rations (TMR) for dairy cows  
<http://www.das.psu.edu/catnut/DAS/pdf/tmr.pdf>

MAHANA, B.  
Faustregeln der Milchkuhfütterung  
Aus Herd health and production management in dairy practice, Wageningen 1997  
[http://www.lkv-mv.de/Web\\_DB/html/faustreg.htm](http://www.lkv-mv.de/Web_DB/html/faustreg.htm)

MAHANNA, B.  
Dairy cow nutritional guidelines . Part 1  
<http://www.pioneer.com/usa/nutrition/vettext1.htm>

MAHANNA, B.  
Dairy cow nutritional guidelines. Part 2  
<http://www.pioneer.com/usa/nutrition/vettext2.htm>

MASON, S.  
Lactation curves  
<http://www.afns.ualberta.ca/deag/deag611.htm>

MASON, S.; KENNELLY, J.  
How much do cows eat?  
<http://www.prolivestock.com/DairyWeb/content/ua%20intake.pdf>

- MEE, J. F.; FAHEY, J.; CRILLY, J. (1999)  
Breeding the dairy cow of the future- today challenges  
<http://www.teagasc.ie/publications/ndc1999/paper2.htm>
- MÜLLER, M. (2001)  
Auswirkungen der veränderten futtermittelrechtlichen Lage auf die Proteinversorgung der Hochleistungs-  
kuh  
Rekasan-Journal, 8., Heft 15/16; S. 36
- MOORE, S.  
Feeding highly digestible diets to lactating cows  
<http://www.msue.msu.edu/vanburen/feeding.htm>
- PERKINS, B. L. (1998)  
Feeding and managing the high producing cow  
<http://www.dairybiz.com/archive/prod-22.htm>
- PHATAK, A. (1999)  
Nutritional influences on reproductive function  
[http://www.dairybiz.com/archive/repro\\_37.htm](http://www.dairybiz.com/archive/repro_37.htm)
- POTTHAST, V.; SPIEKERS, H.  
Fütterungsstrategien für Milchvieh-Hochleistungsherden (Teil 2)  
Grosstierpraxis 3 (2000), S. 24
- ROY, E.  
Feeding fat  
<http://www.canr.msu.edu/dept/ans/Home/Dairy/Extension/13vol1no3/13mdr3113/13mdr3114.htm>
- SANFTLEBEN, P. (1999)  
So füttern Praktiker in den ersten 100 Tagen  
In: Fütterung der 10.000-Liter-Kuh  
Verlag: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
- SCHRÖDER, A.; PIEPER, B.; LICKFETT, J. (2000)  
Einsatz von pansengeschütztem Fett bei Hochleistungskühen aus der Sicht der Beratung  
Handbuch der tierischen Veredlung 2000  
Kluge Verlag Osnabrück, S. 407
- SCHULTZ, L. H.; ALLENSTEIN, L.; OETZEL, G. (1993)  
In Hoards Dairyman „Fresh cow problems. How to control them”  
<http://www.prolivestock.com/DairyWeb/content/freshcow.pdf>
- SPIEKERS, H. (2000)  
Den Start in die Laktation optimieren  
milchpraxis **38**, (4), 186
- SPIEKERS, H. (2000)  
Aktuelles zur Futterbewertung bei Milchkühen  
milchpraxis **38**, (3), 2000
- SPIEKERS, H.; ENGELHARD, T.; RODEHUTSCORD, M.  
Strukturbewertung bei der Milchkuh  
<http://www.landw.uni-halle.de/lfak/inst/iew/Struktur.pdf>
- STONE, W. C.  
The effect of subclinical rumen acidosis on milk components  
<http://ansci1.abc.cornell.edu/tmplobs/baa5Tunqb.pdf>  
(Balance-Akt der Milchkuh)
- WHEELER, B. (1996)  
Guidelines for feeding dairy cows  
<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/pubs/pub101.htm>
- WILKS, D. L. (1998)  
Peak milk and its effect on profitability  
<http://www.moormans.com/feedfacts/dairy/dairydec98/peakmilk.htm>
- WILKS, D. L.  
Feed rumen microbes first  
<http://www.moormans.com/feedfacts/dairy/dairysept97/rumen.htm>



