

Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung
2. Einflussgrößen auf die Futteraufnahme
3. Schätzung der Futteraufnahme
4. Anwendung in der Rationsplanung
5. Rationskontrolle
6. Empfehlungen
7. Zuteilungstabellen für Kraftfutter
8. Anhang/Literatur

Abkürzungen:

In den weiteren Ausführungen werden folgende Abkürzungen verwendet:

- A - Austria bzw. Österreich
- BCS - Body Condition Score
- BS - Brown-Swiss bzw. Braunvieh
- CH - Schweiz
- D - Deutschland
- ECM - energiekorrigierte Milch
- FV - Fleckvieh
- GF - Grobfutter
- HF - Holstein (Friesian)
- HF_m - Holstein, mittleres Managementniveau
- HF_h - Holstein, hohes Managementniveau
- IT - Trockenmasseaufnahme
- KF - Kraftfutter
- L - Laktationstag (Lakttag)
- LM - Lebendmasse
- MR - Mischration
- NEL - Nettoenergie-Laktation

- nXP - nutzbares Rohprotein
- RNB - Ruminale-N-Bilanz
- TM - Trockenmasse
- TMR - Totale-Misch-Ration
- XP - Rohprotein

1. Einführung

Eine fundierte Rationsplanung basiert auf den Kenntnissen zum Bedarf der Kuh auf der einen Seite und der sachgerechten Abschätzung der Versorgung auf der anderen Seite. Für die Versorgung ist neben der Futterqualität die Höhe der Futtermittelaufnahme die entscheidende Größe. Die vorliegende Schrift stellt das für die Rationsplanung relevante Wissen zu den Einflussgrößen auf die Futtermittelaufnahme und den Möglichkeiten zur Schätzung in der Praxis dar.

Basis der Ausführungen sind gezielt angestellte Auswertungen einer länderübergreifenden Arbeitsgruppe unter Federführung von Dr. Leonhard Gruber aus Gumpenstein (Gruber et al., 2004). Die auf Grundlage dieser Daten entwickelten Schätzgleichungen für die Futtermittelaufnahme wurden in der praktischen Rationsplanung geprüft und weitere Empfehlungen für die Anwendung abgeleitet. Als Ergebnis resultieren Empfehlungen für die Rationsplanung, die als Richtschnur für Praxis, Ausbildung und Beratung konzipiert sind.

Die Empfehlungen lösen die DLG-Information von 1986 ab und sind für die getrennte Futtervorlage und die verschiedenen Formen der Mischration konzipiert. Die Schrift ergänzt die DLG-Informationen **1/2001** und **2/2001** zur Mischration und zur Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh.

Die Schätzung der Futtermittelaufnahme ist ein wichtiges Planungsinstrument für die Rations- und Futtermengenplanung. Im Hinblick auf den gewünschten Fütterungserfolg sind Umsetzung und Controlling die weiteren Schritte. Der Erfolg ist daher im Rahmen des Fütterungsmanagements über geeignete Maßnahmen der Rationskontrolle zu sichern. Die vorliegende Schrift greift deshalb auch die entsprechenden Punkte des Controllings auf.

2. Einflussgrößen auf die Futtermittelaufnahme

Die Höhe der Futtermittelaufnahme wird über physikalische (Pansenfüllung, Passagegeschwindigkeit), chemische (Fettsäuren etc.) und bedarfsabhängige Größen über das Sättigungszentrum des Kleinhirns unwillkürlich gesteuert. Von entscheidendem Einfluss auf die Futtermittelaufnahme sind daher die Ausgestaltung von Futter und Fütterung sowie tierbedingte Faktoren. Eine Abschätzung der Bedeutung der einzelnen Faktoren erfolgte über die Auswertung von Daten aus Fütterungsversuchen von Lehr- und Versuchsanstalten sowie Bundes- und Universitätsinstituten mit tierindividueller Futtermittelaufnahme der Länder Deutschland, Österreich und Schweiz (Gruber et al., 2004). Hierbei ergab sich eine weitgehende Unabhängigkeit der einzelnen Faktoren, so dass diese im Weiteren getrennt betrachtet werden können.

Neben der Rasse, der Laktationsnummer und dem Laktationsstand erklären die in Abbildung 1 aufgeführten Faktoren die Unterschiede in der Höhe der Futtermittelaufnahme. Etwa je die Hälfte der Varianz in der Futtermittelaufnahme lässt sich auf tier- bzw. futterbedingte Faktoren zurückführen. Zu beachten ist der überragende Einfluss des Laktationsstadiums und der Laktationsnummer. Im Weiteren werden die einzelnen Bereiche näher erläutert. Zur Einordnung der gemachten Aussagen erfolgt zunächst eine Beschreibung des den Auswertungen zugrundeliegenden Datenmaterials.

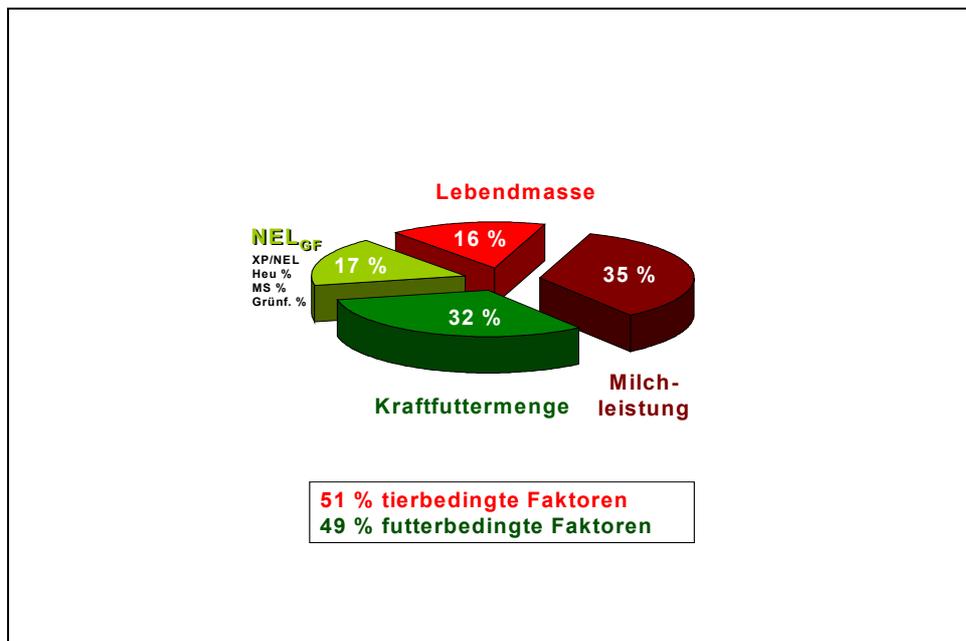


Abbildung 1: Geschätzter Einfluss der tier- und futterbedingten Faktoren auf die Futteraufnahme von Milchkühen ohne Berücksichtigung von Rasse, Region, Management, Laktationsstadium und Laktationsnummer (Gruber et al., 2004)

- Datenbasis

Zur Auswertung und weiteren Verrechnung gelangten Daten zur Milchleistung und Futteraufnahme von 2.264 Kühen mit im Mittel 28 Versuchswochen aus 10 Versuchseinrichtungen. Auf die Rassen verteilt sich die Daten wie folgt:

- **Fleckvieh** **20 %**
- **Braunvieh** **5 %**
- **Holstein** **75 %**

Von der 1. bis zur 12. waren alle Laktationen von der Kalbung bis zum Laktationsende vertreten. Der Anteil Daten zur 1. Laktation betrug **27,2 %**. Sowohl innerhalb der Versuche als auch zwischen den Versuchseinrichtungen bestand eine große Bandbreite in den tier- und futterbezogenen Daten. Das Datenmaterial beschreibt somit die Situation in der Fütterungspraxis der beteiligten Länder. Die Fütterung von Heu und Grünfutter ist z.B. in der Schweiz und Österreich stärker verbreitet als in Deutschland.

Eine grobe Kennzeichnung der Datenbasis ist aus der Tabelle 1 ersichtlich. Aufgeführt ist der Mittelwert der 10 Einrichtungen sowie der niedrigste und der höchste Mittelwert über alle Einrichtungen. Zu beachten ist dabei, dass die Streuung innerhalb der Versuchseinrichtungen größer ist als zwischen den Versuchsstationen. Auf Grund der Unterschiede in der Futterbasis, der Tiere und der Versuchsanstellung schwanken die im Mittel je Versuchseinrichtung realisierten Futteraufnahmen zwischen 15,9 und 20,8 kg Trockenmasse je Tier und Tag. Bei den Einzeldaten schwankten die Futteraufnahmen zwischen 5 und 32 kg TM je Tier und Tag. Ähnlich groß ist die Spanne in der täglichen Milchleistung mit 2 bis 61 kg.

Aus der Abbildung 2 ist die Häufigkeitsverteilung der ermittelten Futteraufnahmen beim Einzeltier über das gesamte Datenmaterial zu ersehen. Es besteht eine gleichmäßige Verteilung entsprechend der Normalverteilung. Die relevante Spanne geht von 11 bis 26 kg Trockenmasse je Kuh und Tag.

Insgesamt liefert die Datenbasis eine gute Möglichkeit zur Abschätzung der Einflussgrößen auf die Futteraufnahme. Näheres zur statistischen Aufbereitung und Auswertung ist der Originalliteratur (Gruber et al., 2004) zu entnehmen.

Tabelle 1: Kenngrößen der ausgewerteten Versuchseinrichtungen (Gruber et al., 2004); Mittelwert und Spanne der 10 Versuchsstationen

Kenngröße	Mittelwert	Minimum	Maximum
Milchmenge, kg/Tag	24,8	19,1	27,8
Milchfettgehalt, %	4,22	3,97	4,72
Milcheiweißgehalt, %	3,41	3,16	3,66
Lebendmasse, kg	648	614	715
Grobfutter, MJ NEL/kg TM	6,0	5,4	6,4
Grobfutterverzehr, kg TM/Tag	12,7	11,0	16,7
aus:			
- Grassilage, % der TM	36	8	65
- Maissilage, % der TM	36	12	56
- Heu, % der TM	21	0	55
- Grünfutter, % der TM	7	0	43
Kraftfutter, MJ NEL/kg TM	7,9	7,5	(8,9)*
Kraftfutterverzehr, kg TM/Tag	6,0	2,0	9,0
gesamt Futterverzehr, kg TM/Tag	18,7	15,9	20,8

* einschließlich Fettzusätze

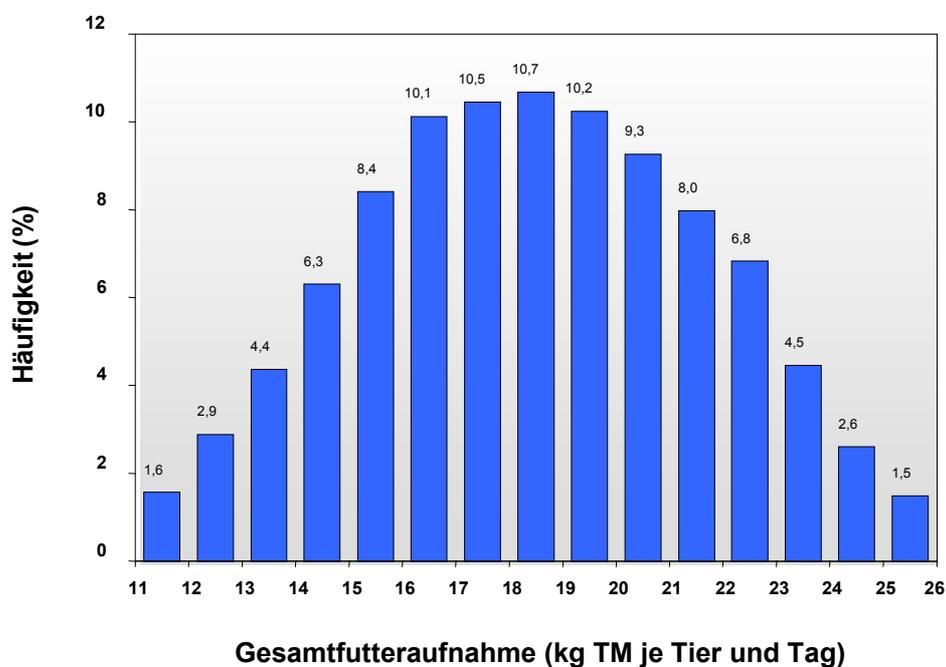


Abbildung 2: Verteilung der gemessenen täglichen Futtermengen (n = 31.865)

Tierbedingte Faktoren

Die wichtigsten tierbedingten Faktoren für die Höhe der Futteraufnahme sind der Laktationsstand, die Laktationsnummer, die Lebendmasse und die Milchleistung. Zwischen den Faktoren bestehen teils Wechselbeziehungen. So sind die meisten Effekte abhängig von den Laktationstagen.

- Laktationstage

Aus dem vorliegenden Datenmaterial ist ersichtlich, dass der Laktationsstand von überragender Bedeutung für die Futteraufnahme ist. Um diesen Einfluss zu fassen, wurden die fixen Effekte des Laktationsmonats geschätzt. Aus der Abbildung 3 sind die Zusammenhänge klar ersichtlich. Bei gleicher Rationsgestaltung und Leistung wäre zu Beginn der Laktation die Futteraufnahme erheblich niedriger als zum Ende. Der Effekt liegt im ersten Laktationsmonat bei **-3,5 kg** Trockenmasse je Kuh und Tag. Auf Grund des dominierenden Einflusses des Laktationsstandes sind alle weiteren Einflussgrößen in Abhängigkeit vom Laktationsstand zu sehen.

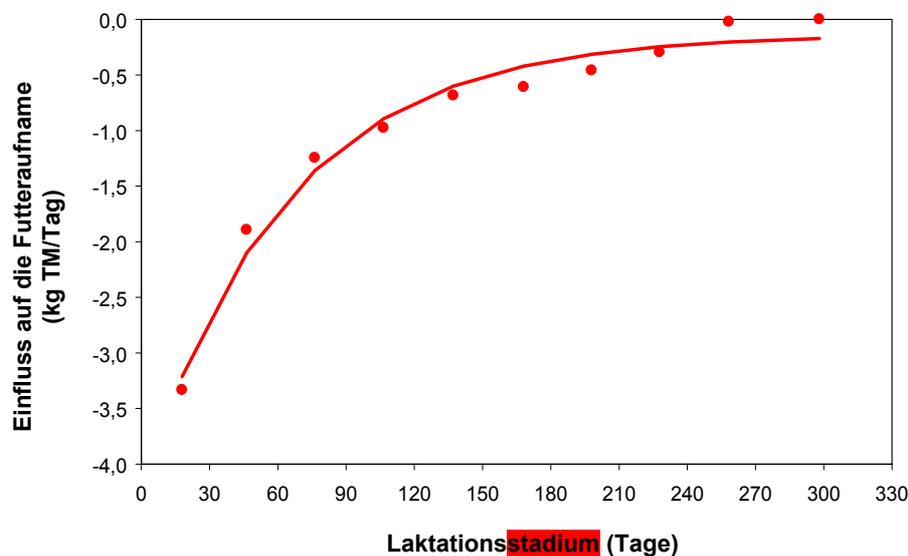


Abbildung 3: Fixe Effekte des Laktationsmonats auf die Höhe der Futteraufnahme (kg TM je Tier und Tag)

- Lebendmasse

Mit der Lebendmasse steigt die Futteraufnahme. Erklärungsgrößen sind ein größeres Pansenvolumen und ein Anstieg des Erhaltungsbedarfs. Im Mittel erhöht sich die Futteraufnahme um 1 kg Trockenmasse je Tag bei Anstieg der Lebendmasse um 100 kg. Allerdings ist der Effekt zu Beginn der Laktation größer als zum Ende der Laktation, wie aus Abbildung 4 ersichtlich ist. Hier ist zu beachten, dass mehr Körpermasse z.B. durch verstärkten Fettsatz zu Ende der Laktation nicht die Futteraufnahme erhöht. Entscheidend ist offensichtlich das Pansenvolumen.

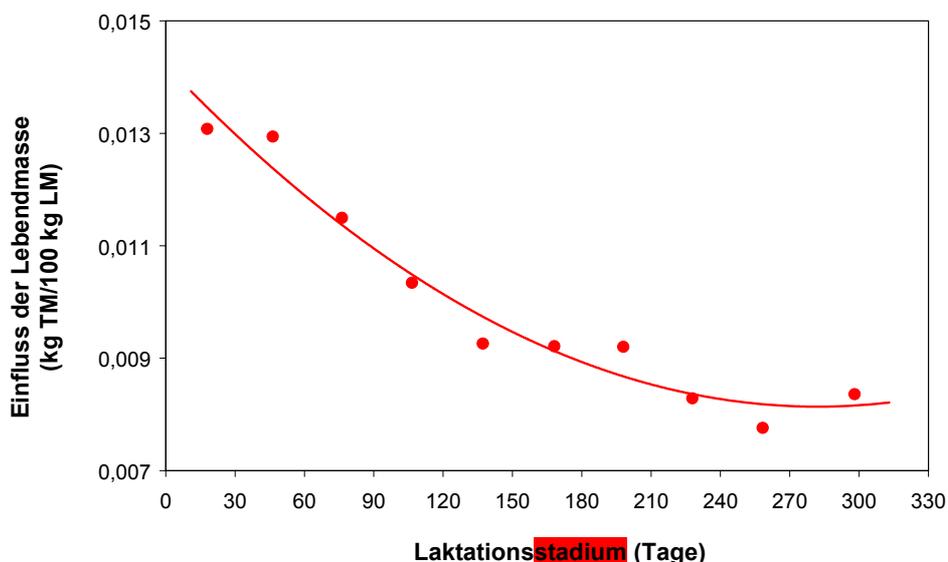


Abbildung 4: Einfluss der Lebendmasse auf die Futteraufnahme im Verlauf der Laktation (kg TM je 100 kg LM)

Zahlen y-Achse: 0,7 0,9 1,1 1,3 1,5 !!!

- Lebendmasseveränderung

Auch der Abbau und der Ansatz von Körpermasse wirken sich auf die Futteraufnahme aus. Über die Lebendmasse werden die Änderungen in den Fettreserven jedoch nur ungenau erfasst. Aus den vorliegenden Auswertungen ergibt sich je kg täglicher Körpermassezunahme ein Anstieg der Futteraufnahme um etwa 0,35 kg Trockenmasse je Tier und Tag. Eine Berücksichtigung der Lebendmasseveränderung zur Abschätzung der Futteraufnahme ist derzeit nicht genügend gesichert.

- Milchleistung

Mit der Milchleistung steigt die Futteraufnahme. Ferner ist eine ausreichende Futteraufnahme Voraussetzung für eine entsprechende Milchleistung. Im Mittel ergibt sich ein Anstieg in der Futteraufnahme um **0,16** kg Trockenmasse je kg Milch. Aber auch dieser Effekt ist stark abhängig vom Laktationsstadium. Zu Beginn der Laktation ist der Effekt erheblich geringer als zum Ende der Laktation. Dies bedeutet, dass gerade zu Beginn der Laktation bei hoher Milchleistung die Gestaltung der weiteren Faktoren wichtig ist, um eine ausreichende Futteraufnahme zu realisieren. Ein Bezug auf ECM statt Milchmenge erbringt keine Verbesserung in der Schätzung der Futteraufnahme. Erklären lässt sich dies damit, dass die zu Laktationsbeginn bei Energiemangel erhöhten Gehalte an Milchfett (und folglich höheren ECM-Werte) aus der Mobilisation stammen und die statistische Beziehung zwischen Futteraufnahme und Milchleistung eher abschwächen.

Näheres zum Verlauf des Regressionskoeffizienten in der Laktation ist aus der Abbildung 5 ersichtlich. Ob das Fütterungssystem hier noch größere Bedeutung hat, ist ebenfalls offen. Hinweise bestehen, dass bei TMR der Einfluss der Milchleistung auf die Futteraufnahme höher liegt.

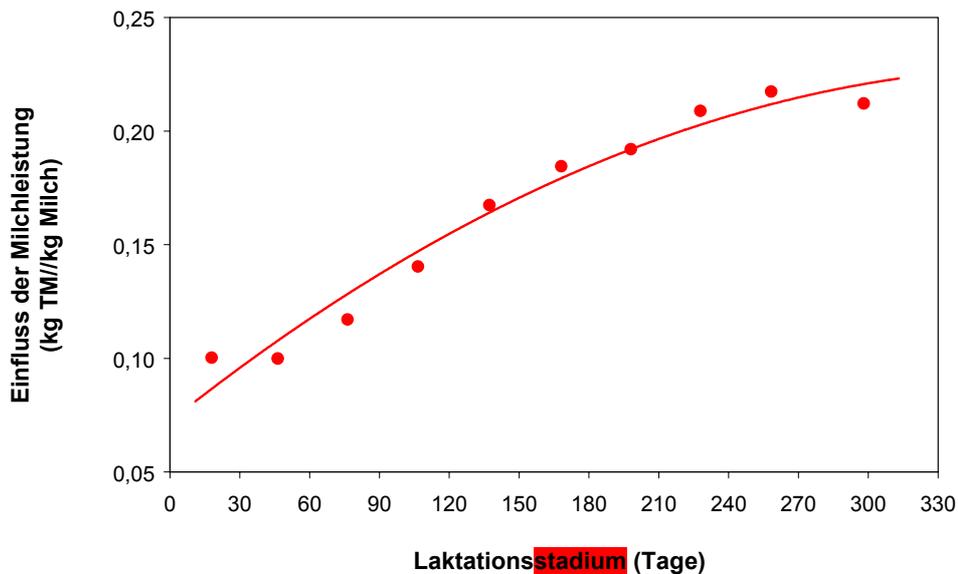


Abbildung 5: Einfluss der Milchleistung auf die Futtermittelaufnahme im Verlauf der Laktation (kg TM/kg Milch)

- **Rasse**

Die Auswertungen zum Einfluss der Rassen sind aus dem vorliegenden Datenmaterial nur bedingt möglich, da hier eine stark unterschiedliche Verteilung zwischen den Forschungseinrichtungen gegeben ist. Ferner scheint die Ausrichtung innerhalb der Rasse z.B. Fleckvieh in der Schweiz im Vergleich zu Österreich und Deutschland von größerer Bedeutung. Für Fleckvieh ergibt sich insgesamt im Vergleich zu Holstein bei gleicher Lebendmasse eine um etwa 0,4 kg TM geringere Aufnahme je Tag. Beim Braunvieh zeigen sich sehr unterschiedliche Ergebnisse. In den Schweizer Daten liegt das Braunvieh niedriger als das Fleckvieh. Bei den Daten aus Deutschland und Österreich ist die Situation umgekehrt. Die unterschiedliche genetische Veranlagung bezüglich des Rahmens, des Pansenvolumens und der Milchleistung kann hier die Ursache sein.

- **Laktationszahl**

In der 2. und 3. Laktation ist die Futtermittelaufnahme am höchsten. Für die 1. Laktation ergibt sich im Mittel eine um etwa 1 kg Trockenmasse je Kuh und Tag niedrigere Aufnahme. Wird ergänzend die niedrigere Lebendmasse und Milchleistung berücksichtigt, so zeigen sich für die Kühe in der ersten Laktation merklich niedrigere Futtermittelaufnahmen.

- **Streuung zwischen den Tieren**

Neben den aufgeführten Punkten ist die Futtermittelaufnahme stark durch das Einzeltier beeinflusst. Bei gleicher Leistung, Lebendmasse und Laktationsstand sowie Fütterung schwanken die Futtermittelaufnahmen beim Grobfutter innerhalb der Herde um $\pm 18\%$ und beim Kraffutter zwischen $\pm 10\%$ und $\pm 20\%$ je nach Laktationsstand. Gerade in den ersten Wochen der Laktation ist eine hohe Futtermittelaufnahme beim Einzeltier anzustreben, damit diese Tiere auch im weiteren Verlauf der Laktation hohe Futtermittelaufnahmen erzielen. Inwieweit diese Eigenschaften genetisch bedingt sind, ist Gegenstand weiterer Forschung. Weiterhin zeigt sich, dass höhere Futtermittelaufnahmen mit einer schnellen Futtermittelaufnahme einhergehen.

Futterbedingte Faktoren:

Beim Futter sind alle Eigenschaften der Futterqualität, die Anteile von Grob- und Kraffutter und das Fütterungssystem von Einfluss. Am schwierigsten zu fassen sind die Effekte, die sich aus dem Fütterungsmanagement ergeben. Die Vorlage des Futters hinsichtlich Zeit,

Häufigkeit und Form (Einzelkomponenten, Mischration etc.) ist von Einfluss. Für eine hohe Futteraufnahme ist der ständige Zugang zu einwandfreiem Futter zwingende Voraussetzung. Hohe Futteraufnahmen lassen sich mit der Vorlage sowohl von Einzelkomponenten als auch gemischten Rationen realisieren. Bei den gemischten Rationen ergibt sich als Vorteil eine Reduktion der Futterselektion und damit die Gewähr der gleichzeitigen Aufnahme von Grob- und Krafftutter, was sich positiv auf die Vormagenfunktion auswirken kann. Aus dem vorliegenden Datenmaterial können die Effekte nicht getrennt nach Fütterungsverfahren abgeschätzt werden. Da bei Mischrationen der Krafftutteranteil in der Ration fest ist, steigt der Einfluss der tierbedingten Faktoren wie Milchleistung, Lebendmasse etc. auf die Höhe der Futteraufnahme.

- Futterqualität

Wird hygienisch einwandfreies Futter vorausgesetzt, so hat für die Futteraufnahme der Umfang des Abbaus, die Geschwindigkeit des Abbaus und die Passage im Vormagen den größten Einfluss. Für die Praxis bieten sich als Maßstab die Verdaulichkeit oder der NEL-Gehalt an. Beim Grobfutter hat daher die Verdaulichkeit oder der Gehalt an NEL den entscheidenden Einfluss auf die Höhe der Futteraufnahme. Steigt der Gehalt an NEL um 1 MJ je kg TM, so erhöht sich die Gesamtfutteraufnahme um ca. 1 kg Trockenmasse je Tag. Der Effekt ist umso größer je weniger Krafftutter eingesetzt wird. Der Einfluss der Energiedichte ist in der Früh-laktation größer als zum Ende der Laktation. Abhängig ist jedoch auch dies vom Krafftutterniveau. Je niedriger das Krafftutterniveau der Herde in Relation zur Milchleistung, um so größer ist der Einfluss der Energiedichte im Grobfutter gerade zu Beginn der Laktation.

Neben der Energiedichte gibt es auch Unterschiede zwischen den Grobfuttern, wie aus der Abbildung 6 ersichtlich ist. Im Vergleich zu Grassilage ist bei gleichem Energiegehalt die Futteraufnahme bei Heu, Maissilage und Grünfutter höher. Höhere Futteraufnahmen zeigen sich auch bei Luzernesilage. Bei den Silagen sind die Gärqualität und ein eventueller Abbau von Protein im Hinblick auf die Futteraufnahme zu beachten. Hier gilt es, durch eine möglichst gute Konservierung den unerwünschten Stoffab- und -umbau möglichst gering zu halten.

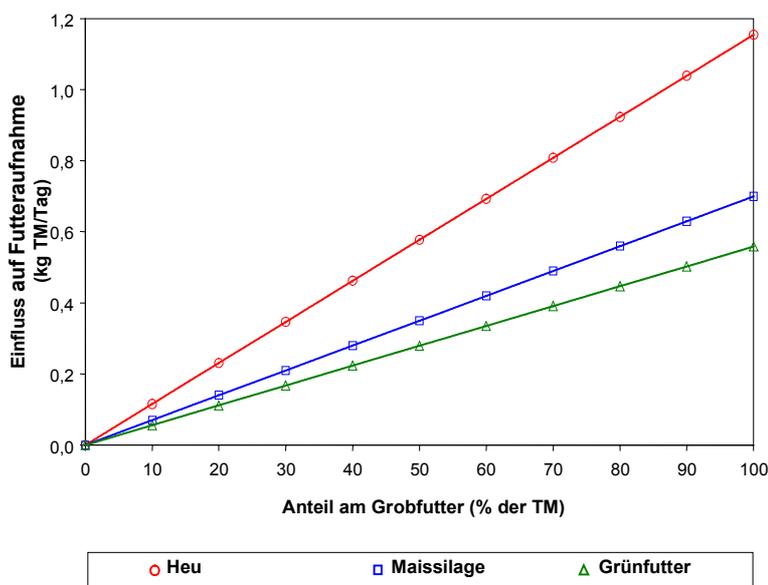


Abbildung 6: Einfluss des Anteils an Heu, Maissilage oder Grünfutter am Grobfutter auf die Futteraufnahme von Milchkühen (kg TM je Tier und Tag) im Vergleich zu Grassilage mit gleichem Energiegehalt

Der Einfluss einzelner Kenngrößen der Gärqualität auf die Futteraufnahme ist aus dem vorliegenden Datenmaterial nicht abzuleiten. Auswertungen anderer Arbeitsgruppen zeigen, dass mit der Menge an Gärsäuren und verstärktem Eiweißabbau ($\text{NH}_3\text{-N}$) die Futteraufnahme zurückgeht.

Beim Kraftfutter liegen aus dem beschriebenen Datenmaterial keine Auswertungen zum Einfluss der Verdaulichkeit und des Energiegehaltes auf die Futteraufnahme vor, da sehr kleine Unterschiede in den Energiegehalten bestanden. Aus weiteren Versuchen ist bekannt, dass der Einfluss eher gering ist, da bei höheren Kraftfutteranteilen die Effekte der chemischen Sättigung überwiegen. Teils steigt die Grobfutterverdrängung mit dem Energiegehalt des Kraftfutters. Neben der Verdaulichkeit ist daher auch die Zusammensetzung der Nichtfaser-Kohlenhydrate (Stärke, Zucker etc.) von Einfluss. Unbedingt zu vermeiden sind Probleme in Richtung Pansenübersäuerung, da diese die Futteraufnahme stark beeinträchtigen können.

Neben der Energiedichte hat die Rohproteinversorgung Einfluss auf die Höhe der Futteraufnahme. Rationen mit geringen Rohproteingehalten und damit entsprechend negativer RNB können die Futteraufnahme merklich senken. Die Einstellung einer ausreichenden nXP-Versorgung bei ausgeglichener RNB ist daher auch im Hinblick auf die Futteraufnahme von Vorteil.

- Kraftfuttermenge

Die gefütterte Menge an Kraftfutter hat erheblichen Einfluss auf die zu realisierende Futteraufnahme. Allerdings hängt der Effekt stark vom Stadium der Laktation ab (s. Abbildung 7). Im Mittel ergibt sich ein Anstieg der Futteraufnahme um 0,48 kg TM je Kuh und Tag bei Erhöhung der Kraftfuttermenge um 1 kg TM. Zu Beginn der Laktation liegt der Effekt jedoch mit etwa 0,65 kg erheblich höher als zum Ende mit 0,4 kg TM Mehraufnahme je kg Kraftfutter-TM. Erklärt werden kann dies mit der Stoffwechsellage und Energiebilanz der Kuh, die zu Beginn der Laktation meist negativ ist.

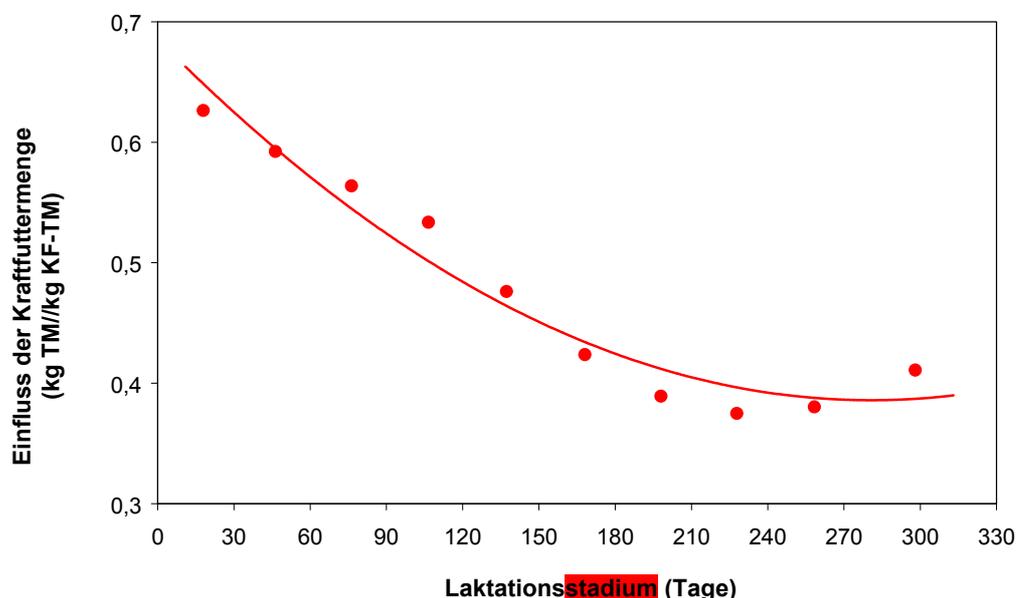


Abbildung 7: Einfluss der Kraftfuttermenge auf die Futteraufnahme (kg TM je kg Kraftfutter-TM) im Verlauf der Laktation

Einen erheblichen Einfluss auf die Grobfutterverdrängung hat die Zusammensetzung der Ration und die Fütterungstechnik. Bei Grasfütterung und Kraftfuttermenge zu den Melkzeiten ist die Verdrängung relativ hoch. Beträgt die Kraftfuttermenge unter diesen Bedingungen mehr als 6 kg je Kuh und Tag, so kann die Grobfutterverdrängung auf bis zu 1 kg Grobfutter-TM je kg Kraftfutter-TM ansteigen. Höhere Gaben an Kraftfutter sind daher insbesondere bei

Weidegang ineffizient. Auf Grund möglicher acidotischer Effekte ist mit einem Anstieg der Verdrängung bei zunehmender Kraffuttergabe zu rechnen.

Weiterhin ist in Diskussion, ob die Höhe der Kraffuttergabe in der Aufzucht und der späteren Laktation von Einfluss ist. Insbesondere überhöhte Gaben an Kraffutter in der Aufzucht sollen sich negativ auswirken. Nachgewiesen sind derartige Adaptationen jedoch bisher nicht.

- **physikalische Futterstruktur, Wassergehalt etc.**

Neben der chemischen Zusammensetzung und dem Abbauverhalten des Futters im Vormagen haben auch die Teilchenlänge und weitere physikalische Aspekte bis zur Verschmutzung Einfluss auf die Höhe der Futteraufnahme. Von kurz gehäckseltem Futter (Grassilage < 4 cm) wird in der Regel mehr aufgenommen. Aus Sicht der Futteraufnahme sind daher kurze Teilchenlängen auf Grund der schnelleren Passage von Vorteil. Hohe Wasser- und Schmutzgehalte können die Futteraufnahme z.B. bei Weidegras stark beeinträchtigen.

Management:

Wie bereits angesprochen hat das einzelbetriebliche Futter- und Tiermanagement erheblichen Einfluss auf die realisierte Futteraufnahme. Wichtige Einzelfaktoren sind aus Sicht des Futters und der Fütterung die Futtervorlage und das gesamte Silo- und Futtertischmanagement. Aus Sicht des Tieres sind die gezielte Vorbereitung auf die Laktation und der Gesundheitsstatus (Klauen, Stoffwechsel etc.) die entscheidenden Ansatzpunkte zur Ausschöpfung des Futteraufnahmevermögens. Die zuvor dargestellten Einflussgrößen beim Tier und beim Futter in Abhängigkeit vom Stand der Laktation wirken bei unterschiedlichem Betriebsmanagement in gleicher Weise, so dass sich in der praktischen Rationsplanung in Abhängigkeit vom Managementniveau Zu- und Abschläge empfehlen. Dies können je nach Gegebenheiten im Betrieb **0,5 bis 1,5 kg TM** je Kuh und Tag mehr oder weniger sein.

3. Schätzung der Futteraufnahme

Auf Basis der bereits angesprochenen Daten wurden Schätzgleichungen zur Vorhersage der Futteraufnahme abgeleitet. Bei den Gleichungen wurde zwischen tierindividueller Gabe des Kraffutters und Mischration unterschieden. Abgeleitet wurden die Gleichungen an 80 % der Daten. Die restlichen 20 % der Daten dienten zur Validierung. Bei der Auswertung ergab sich ein separater Effekt der Region. Es wird daher zwischen den Bedingungen in Deutschland/Österreich und in der Schweiz unterschieden. Erklärungen für die Unterschiede können im Klima, den Fütterungsbedingungen und Einflüssen der Zuchtrichtung gesehen werden. Weitere Einflussgrößen sind die Rasse und das Management.

Die abgeleiteten Schätzgleichungen berücksichtigen die in den Versuchen und in der Fütterungspraxis verfügbaren und für die Futteraufnahme relevanten Einflussgrößen. Für die Mehrzahl der Faktoren erfolgt die Abschätzung des Effekts in Abhängigkeit vom Laktationstag. Für die Anwendung der Schätzgleichungen sind folgende Daten erforderlich:

1. vom Tier:

- Rasse (Fleckvieh, Braunvieh, Holstein)
- Lebendmasse (kg)
- Laktationsnummer (1; 2 und 3; ≥ 4)
- Laktationstag
- Milchleistung (kg Milch je Tag)

2. vom Futter:

- Energiegehalt im Grobfutter (MJ NEL je kg TM)
- Kraffutter: - Verzehr (kg TM je Tag)
oder - Anteil in der Ration (% der TM)
- Anteile an Heu, Maissilage und Grünfutter (% der Grobfuttervorlage in der TM)
- Rohproteingehalt je MJ NEL in der Gesamtration (g XP/MJ NEL)

3. vom Betrieb:

- Region (Deutschland/Österreich, Schweiz)
- Managementniveau (mittel, hoch)
- Fütterungssystem (getrennte Vorlage, Mischration)

Tabelle 2: Futteraufnahme-Schätzgleichungen (Gesamtfutteraufnahme [IT], kg TM je Tag); fixe Faktoren und Koeffizienten in Abhängigkeit vom Laktationstag

Anwendungsbereich			getrennte Vorlage	getrennte Vorlage	TMR	TMR
Futtersituation			Standard	Heu etc.	Standard	Heu etc.
Parameter	Einheit	Gleichung	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 5	Nr. 6
Intercept			3,878	-0,557	2,274	-1,669
Effekt Land x Rasse		FV [D+A]	-2,631	-2,570	-2,169	-2,195
		BS [D+A]	-1,826	-2,006	-1,391	-1,562
		HFm [D+A]	-2,720	-2,604	-1,999	-2,052
		HFh [D+A]	-1,667	-1,573	-0,898	-0,911
		FV [CH]	-0,275	-0,371	-0,315	-0,338
		BS [CH]	-0,882	-0,959	-0,593	-0,692
		HF [CH]	0,000	0,000	0,000	0,000
Effekt der Laktationszahl	n	1	-0,728	-0,767	-0,658	-0,701
		2 - 3	0,218	0,261	0,236	0,270
		≥ 4	0,000	0,000	0,000	0,000
Effekt des Laktationstages	Tag	a	-4,287	-4,224	-5,445	-5,408
		b	4,153	4,088	5,298	5,274
		c	0,01486	0,01583	0,01838	0,01928
Modell: $a + b * (1 - \exp(-c * \text{Lakttag}))$						
Regressionskoeffizient für Lebendmasse	kg	a	0,0148	0,0142	0,0173	0,0166
		b ₁	-0,0000474	-0,0000431	-0,0000514	-0,0000460
		b ₂	0,0000000904	0,000000763	0,000000999	0,000000826
Modell: $a + b_1 * (\text{Lakttag}) + b_2 * (\text{Lakttag})^2$						
Regressionskoeffizient für Milchleistung	kg	a	0,0825	0,0723	0,2010	0,1895
		b ₁	0,0008098	0,0008151	0,0008080	0,0008201
		b ₂	-0,000000966	-0,000001065	-0,000001299	-0,000001385
Modell: $a + b_1 * (\text{Lakttag}) + b_2 * (\text{Lakttag})^2$						
Regressionskoeffizient für Kraffutter-Menge	kg TM	a	0,6962	0,6856	-	-
		b ₁	-0,0023289	-0,0021353	-	-
		b ₂	0,0000040634	0,0000038023	-	-
Modell: $a + b_1 * (\text{Lakttag}) + b_2 * (\text{Lakttag})^2$						
Regressionskoeffizient für Kraffutter-Anteil	% IT	a	-	-	0,0631	0,0613
		b ₁	-	-	-0,0002096	-0,0001743
		b ₂	-	-	0,0000001213	0,0000000748
Modell: $a + b_1 * (\text{Lakttag}) + b_2 * (\text{Lakttag})^2$						
Reg.koeffizient NEL _{GF}	MJ/kg TM	-	0,8580	0,9830	0,6090	0,6606
Reg.koeffizient Heu	% GF	-	-	0,01154	-	0,00848
Reg.koeffizient Maissilage	% GF	-	-	0,00699	-	0,00961
Reg.koeffizient Grünfutter	% GF	-	-	0,00558	-	0,00324
Regressionskoeffizient XP/NEL-Verhältnis	g/MJ	XP/NEL	-	0,2053	-	0,2126
		(XP/NEL) ²	-	-0,002266	-	-0,002404
R ²	%	-	86,7	87,0	83,5	83,8
RSD	kg TM	-	1,32	1,30	1,46	1,45
CV	%	-	7,1	7,0	7,9	7,8
Korrekturfaktor	$IT_{\text{korr}} = a + b * IT_{\text{predicted}}$		$0,47 + 0,930 * IT_p$	$0,38 + 0,932 * IT_p$	$0,71 + 0,920 * IT_p$	$0,67 + 0,918 * IT_p$

Da die Informationen insbesondere zum Futter in unterschiedlichem Maß verfügbar sind, wurden verschiedene Gleichungen abgeleitet. Empfohlen wird die Anwendung der vier in

Tabelle 2 aufgeführten Gleichungen. Die Gleichungen 1 oder 2 sind bei einzustellender Kraftfuttermenge und die Gleichungen 5 oder 6 für Mischrationen bei vorgegebenem Kraftfutteranteil anzuwenden. Bei den Gleichungen 1 und 5 wird auf eine weitere Differenzierung des Grobfutters und die Berücksichtigung der Rohprotein/Energie-Relation verzichtet. Auf die Genauigkeit der Schätzgleichung hat dies wenig Einfluss. Das Bestimmtheitsmaß (R^2) und die Streuungsmaße (RSD und CV) sind für die Gleichungen 1 und 2 sowie 5 und 6 jeweils etwa gleich. Für die übliche Rationsberechnung wird die Anwendung der Gleichung 1 (Standard) empfohlen. Nur bei hohen Anteilen an Heu etc. bringt die Verwendung der Gleichung 2 Vorteile. Bei Anwendung der Gleichungen 5 oder 6 für TMR ergibt sich insgesamt eine etwas geringere Schätzgenauigkeit. Soweit die Daten verfügbar sind, sollten daher vorrangig die Gleichungen 1 oder 2 Verwendung finden.

In allen Gleichungen wird zwischen Grob- und Kraftfutter unterschieden. Die Definition der Grobfutter sollte sich an den Empfehlungen orientieren (Weiß, 2001). Energiereiche Safffutter sind unter die Kraftfutter einzuordnen.

Für die Rasse werden in Abhängigkeit von der Region fixe Effekte angesetzt. Unterschieden wird wie bereits angeführt zwischen der Region Deutschland/Österreich und der Schweiz. Offensichtlich werden in der Schweiz bei sonst gleichen Bedingungen höhere Futteraufnahmen realisiert. Mögliche Ursachen sind die genetische Veranlagung (Selektion auf hohe Grobfutteraufnahme) und Besonderheiten beim Futter (Kräuteranteil etc.). Eine Differenzierung beim Management in **hoch** und **mittel** wurde nur bei Holstein vorgenommen, da hier die zugrunde liegenden Daten auf Grund der Menge und Bandbreite der einbezogenen Versuchsbetriebe eine Unterscheidung erlauben.

Tabelle 3: Beispiel zur Berechnung der Futteraufnahme (kg TM je Tag)

Beispiel: Rasse Holstein, Land Deutschland, hohes Managementniveau
 3. Laktation, 140. Laktationstag
 635 kg Lebendmasse, 30 kg Milch/Tag
 7 kg TM Kraftfutter je Tag mit 7,6 MJ NEL/kg TM
 Grobfutter: 6,2 MJ NEL/kg TM;
 Zusammensetzung: 10 % Heu, 35 % Maissilage, 55 % Grassilage (TM)
 XP/NEL-Verhältnis der Gesamtration: 24 g XP/MJ NEL

→ **Anwendung der Gleichung 2**

Parameter	Regressionskoeffizient	Berechnung	Wert
Intercept	-	-	-0,557
[Land x Rasse]	-	-	-1,573
Laktationszahl	-	-	+0,261
Laktationstag (L)	-	$-4,224 + 4,088 \cdot (1 - \exp(-0,01583 \cdot 140)) = -0,582$	-0,582
Lebendmasse, kg	$0,0142 - 0,0000431 \cdot L + 0,0000000763 \cdot L^2 = 0,0097$	$0,0097 \cdot 635 = 6,160$	+6,160
Milchleistung, kg	$0,0723 + 0,0008151 \cdot L - 0,000001065 \cdot L^2 = 0,1655$	$0,1655 \cdot 30 = 4,966$	+4,966
Kraftfutter, kg TM	$0,6856 - 0,0021353 \cdot L + 0,0000038023 \cdot L^2 = 0,4616$	$0,4616 \cdot 7 = 3,231$	+3,231
NEL Grobfutter, MJ NEL/kg TM	0,9830	$0,9830 \cdot 6,2 = 6,095$	+6,095
Anteil Heu, %	0,01154	$0,01154 \cdot 10 = 0,115$	+0,115
Anteil Maissilage, %	0,00699	$0,00699 \cdot 35 = 0,245$	+0,245
Anteil Grünfutter, %	0,00558	$0,00558 \cdot 0 = 0,000$	+0,000
XP/NEL-Verhältnis	$0,2053 (XP/MJ NEL) - 0,002266 (XP/MJ NEL)^2$	$0,2053 \cdot 24 - 0,002266 \cdot 24^2 = 3,622$	+3,622
$IT_{\text{predicted}}$		Summe:	21,99
Futteraufnahme	Korrektur: $0,38 + 0,932 \cdot IT_{\text{predicted}}$	$0,38 + 0,932 \cdot 21,99 = 20,87$	20,9 kg/TM
Grobfutteraufnahme	Gesamtfutteraufnahme – Kraftfutter	$20,9 - 7,0 = 13,9$	13,9

Die praktische Anwendung der Gleichungen ist für ein Beispiel aus der Tabelle 3 ersichtlich. Für die Beispielskuh ergibt sich bei einer Milchleistung von 30 kg je Tag am 140. Laktationstag eine geschätzte Futterraufnahme von 20,9 kg Trockenmasse. Auf das Grobfutter entfallen 13,9 kg Trockenmasse. In der Energiebilanz ergibt sich ein Plus von 5 MJ NEL je Tag, das in den Körperansatz geht.

In der letzten Zeile der Tabellen 2 und 3 ist ein Korrekturfaktor angeführt, der sich aus der statistischen Herleitung der Gleichungen ergibt. Diese Korrektur ist unbedingt erforderlich, um zutreffende Schätzwerte zu erhalten. Zur Nutzung der Gleichungen empfiehlt sich der Einbau in ein Tabellenkalkulationsprogramm bzw. in geeignete Rationsplanungsprogramme.

Zur konkreten Anwendung der Formeln ergeben sich je nach Fütterungssystem folgende Hinweise:

- unter Berücksichtigung der Krafftuttermenge

Wird das Krafftutter für das Einzeltier ganz oder bei Mischrationen teilweise nach Menge zugeteilt, so empfiehlt sich die Anwendung der Gleichung 1 (Standard). In der Anwendung ist unbedingt zwischen den Tieren der 1. und weiteren Laktationen zu unterscheiden. Dies ist erforderlich auf Grund der Unterschiede in der Lebendmasse und der Leistung sowie der Differenzierung in der Gleichung. Deutlich wird dies an dem Beispiel der Tabelle 4. Folgende Vorgaben wurden hierbei unterstellt:

- Rasse: Fleckvieh
- Region: Deutschland/Österreich
- Grobfutter: 6,4 MJ NEL je kg TM
- Krafftutter: 7,6 MJ NEL je kg TM (Energienstufe 3)
- Anwendung von Gleichung 1 (getrennte Vorlage, Standard)

Bei den unterstellten Leistungen und Krafftuttergaben zeigen sich die typischen Verläufe in der geschätzten Futterraufnahme, wobei in der 1. Laktation ein deutlich niedrigeres Niveau vorliegt. Zu Beginn der Laktation ergibt sich für beide Tiergruppen eine negative NEL-Bilanz, die durch Abbau von Körpersubstanz zu decken ist. Ein Ausgleich erfolgt zum Ende der Laktation. Die Krafftuttergabe ist das entscheidende Steuerungsinstrument. Weitere Empfehlungen zur Anwendung sind aus Kapitel 4 zu ersehen.

Tabelle 4: Beispiel zur Schätzung der Futterraufnahme (IT) und Kalkulation der NEL-Bilanz; Gleichung 1, Fleckvieh, Deutschland/Österreich

Laktations-tage	1. Laktation					3. Laktation				
	LM kg	Milch kg/Tag	KF kg TM/Tag	IT kg TM/Tag	NEL*- Bilanz MJ/Tag	LM kg	Milch kg/Tag	KF kg TM/Tag	IT kg TM/Tag	NEL*- Bilanz MJ/Tag
20	620	24	4,5	15,9	-8	680	30	6	19,1	-8
70	610	29	7	18,5	-4	675	36	10	22,6	-1
120	615	29	7	18,8	-2	685	36	9	22,3	+2
170	625	25	6	17,8	+3	695	31	7	20,8	+2
220	635	21	4	16,5	+5	705	27	5	19,5	+3
270	645	18	2	15,5	+6	715	23	3	18,4	+5
320	655	14	-	14,1	+6	725	16	-	16,4	+6

* ohne Ab- und Aufbau von Körpersubstanz

- unter Berücksichtigung des Krafftutteranteils bei TMR

Bei Einsatz des Mischwagens ergibt sich als Steuerungsgröße der Krafftutteranteil in der Ration. Die Leistung und der Laktationsstand finden über die Einteilung der Gruppen Berücksichtigung. Den Verzehr an Grobfutter kann die Kuh nur durch eine unterschiedliche Aufnahme der Gesamtration beeinflussen. Um dies zu fassen, können die Gleichungen 5 oder 6 Anwendung finden. Unter diesen Bedingungen ist die Bedeutung des Grobfutters für

die Futteraufnahme reduziert. Dies zeigt sich an den Koeffizienten der Gleichungen für die Grobfutterqualität.

Zur Verdeutlichung der Effekte ist in Tabelle 5 eine Beispielsrechnung unter gleichen Vorgaben wie in Tabelle 4 aufgeführt. Unterstellt ist eine Aufteilung in 2 Gruppen. Bis zum 190. Laktationstag erhalten die Tiere die TMR mit 40 % Krafffutter und danach mit 20 % Krafffutter auf Basis der Trockenmasse. Im Vergleich zu Tabelle 4 ergibt sich jeweils zum Ende des Einsatzzeitraumes eine höhere Futter- und Energieaufnahme, da eine größere Menge an Krafffutter gegeben wird. Außerdem zeigt sich, dass es sinnvoll wäre, die Erstlaktierenden erst später auf die 2. Ration umzustellen.

Tabelle 5: Beispiel zur Schätzung der Futteraufnahme (IT) und Kalkulation der NEL-Bilanz bei zweiphasiger TMR Fütterung; Gleichung 5, Fleckvieh, Deutschland/Österreich

Laktations-tage	1. Laktation					3. Laktation				
	LM kg	Milch kg/Tag	KF %	IT kg	NEL*- Bilanz MJ/Tag	LM kg	Milch kg/Tag	KF %	IT kg	NEL*- Bilanz MJ/Tag
			TM	TM/Tag				TM	TM/Tag	
20	620	24	40	16,7	-1	680	30	40	19,5	-3
70	610	29	40	18,8	-2	675	36	40	22,1	-6
120	615	29	40	19,1	0	685	36	40	22,6	0
170	625	25	40	18,1	0	695	31	40	21,3	+6
220	635	21	20	16,4	+4	705	27	20	19,7	+1
270	645	18	20	15,6	+7	715	23	20	18,6	+7
320	655	14	20	14,7	+13	725	16	20	16,8	+12

* ohne Ab- und Aufbau von Körpersubstanz

4. Anwendung in der Rationsplanung

Die in Kapitel 3 dargestellten Formeln sollten zur Abschätzung der Futteraufnahme in der Rationsplanung Verwendung finden. In der Regel erfolgt dies über Berechnungsprogramme, die zur Kalkulation bzw. zur Optimierung der Ration Verwendung finden. Da nicht für jede Kuh eine separate Rationsplanung üblich ist, erfolgt in der Regel eine Abschätzung der Ration für die Herde oder Leistungsgruppe mit einer Zuteilungsliste des Krafffutters nach Milchleistung. Da für die Anwendung der vorgestellten Formeln Milchleistung und Laktationsstand erforderlich sind, werden zur Abschätzung Laktationskurven zugrunde gelegt. Im Weiteren erfolgt nach Vorstellung der Laktationskurven an Beispielen die Erläuterung des Vorgehens bei den verschiedenen Fütterungssystemen.

- **Berechnungsprogramme**

Die Berechnungsprogramme sollten die Rationen bei separater Krafffuttergabe und bei Mischration berechnen können. Mindestmaß ist daher die Nutzung der Gleichungen 1 und 5. Folgende Daten müssen über Eingabe oder Standards vorhanden sein:

- **Rasse**
- **betriebliches Management**
- **Laktationsnummer (1. und 2.-3.)**
- **Laktationstage**
- **Differenzierung in Grob- und Krafffutter**

Ein Managementfaktor zur Berücksichtigung der einzelbetrieblichen Effekte ist generell zu empfehlen, da so die Unterschiede zwischen den Betrieben besser gefasst werden können. Eine Differenz von ± 1 kg TM je Tag wie bei der Rasse Holstein erscheint sinnvoll. Bei der Laktationsnummer reicht eine Differenzierung zwischen 1. Laktation und älteren Tieren (Gruppe 2. und 3. Laktation). Die Laktationstage sind zwingend erforderlich, da diese einen Haupteinfluss ausüben. Das Gleiche gilt für die Differenzierung in Grob- und Krafffutter.

Für die Funktion der Programme empfiehlt es sich, den Bereich der Anwendbarkeit für die einzelnen Parameter festzulegen. Die in der Auswertung von Gruber et al. (2004) als Basis

dienenden Daten und die Maßgaben in der Praxis sind dabei zu berücksichtigen. Aus der Tabelle 6 ist der Rahmen zu ersehen.

Die Verwendung der angeführten Anwendungsbereiche ersetzt nicht die Prüfung der Plausibilität. Es ist generell zu prüfen, ob die ermittelten Rechenergebnisse für die einzelbetrieblichen Bedingungen zutreffen können.

Tabelle 6: Anwendungsbereiche der einbezogenen Parameter

	Minimum	Maximum
Laktationstage	1	350
Lebendmasse, kg	450	900
Milchmenge, kg/Tag	5	55
NEL-Grobfutter, MJ/kg TM	4,5	7,0
NEL-Krafffutter, MJ/kg TM	7,0	8,5
Krafffuttermenge, kg TM/Tag	0	15
Krafffutteranteil, % der TM	0	65

- Laktationskurven

Um in der Rationsplanung die verschiedenen Leistungen und Laktationsstadien zu berücksichtigen, kann auf Laktationskurven zurückgegriffen werden. Zur Beschreibung der Kurvenverläufe wurden die Daten verschiedener Kontrollverbände ausgewertet. Ein durchschlagender Einfluss der Region oder Rasse war nicht ersichtlich. Im Weiteren erfolgt daher keine Differenzierung.

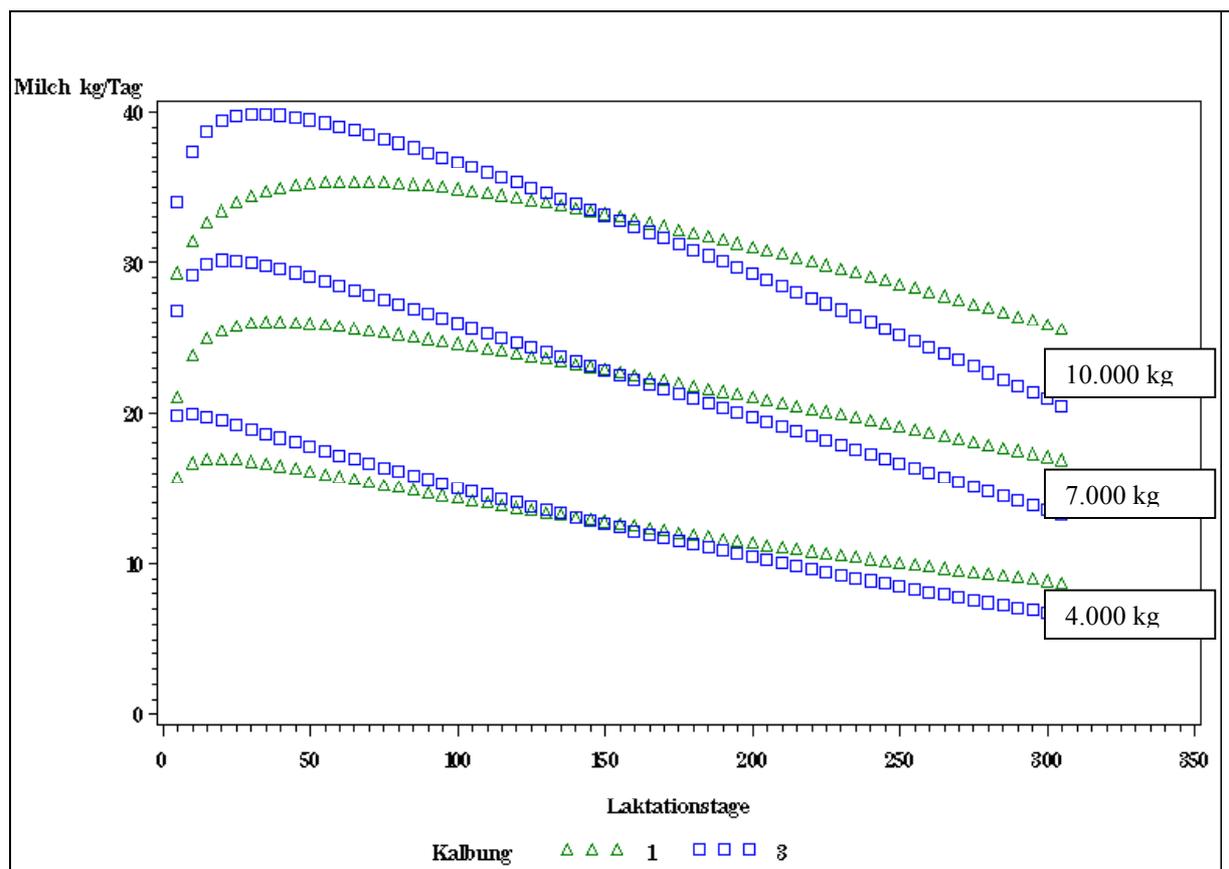


Abbildung 8: Verlauf der Milchleistung in der 1. und 3. Laktation bei 4.000, 7.000, und 10.000 kg Jahresleistung

Allerdings besteht ein erheblicher Unterschied im Verlauf der Laktationskurven in Abhängigkeit von der Leistungshöhe und der Laktationsnummer. Deutlich wird dies in der Abbildung 8. Aufgeführt sind die Laktationskurven bei 4.000, 7.000 und 10.000 kg Jahresleistung für die 1.

und 3. Laktation. Über alle Leistungen zeigt sich eine erheblich flachere Laktationskurve bei den Färsen. Zum Ende der Laktation liegen die Leistungen der Färsen höher als die der Kühe. Die Kurvenverläufe zeigen, dass für die Betriebe unterschiedliche Vorgaben je nach Leistungsniveau in Ansatz zu bringen sind.

Aus der Tabelle 7 sind konkrete Leistungsangaben je Tag in Abhängigkeit von der Leistungshöhe und der Laktationsnummer ersichtlich. Es werden 9 Laktationsabschnitte unterschieden. Die Daten zeigen noch einmal die große Differenz zwischen der 1. Laktation und den späteren. Für die Rationsplanung können die Daten als Anhaltswerte dienen, um bei bekanntem Leistungsniveau der Herde die mittleren Laktationstage in Abhängigkeit von der Leistung abzuleiten. Zu beachten ist hierbei, dass die Leistung in der ersten Laktation um etwa 10 bis 15 % niedriger liegt als in den weiteren Laktationen. Für eine Herde mit 8.000 kg Jahresleistung wird daher empfohlen, für Färsen die Kurve mit 7.500 kg Jahresleistung und für Kühe mit 8.500 kg heranzuziehen. Bei anderen Leistungen ist entsprechend zu verfahren.

Tabelle 7: Verlauf der Milchleistung in der Laktation nach Leistungsniveau und Laktationsnummer (kg/Tag)

Laktations- tage	Leistungsniveau (kg/Kuh und Jahr)					
	6.500	7.500	8.500	9.500	10.500	11.500
	<u>1. Laktation</u>					
20	25	27	30	32	35	-
40	26	29	32	35	38	-
60	25	28	32	35	38	-
100	23	27	30	33	37	-
150	22	25	29	32	35	-
200	20	23	27	30	33	-
250	19	22	25	28	31	-
300	17	19	22	24	28	-
350	15	17	19	22	24	-
	<u>zwei und mehr Laktationen</u>					
20	29	32	36	39	42	45
40	30	33	37	40	44	48
60	28	32	36	39	43	47
100	25	29	32	36	39	43
150	22	26	28	32	35	38
200	19	22	25	28	31	35
250	15	18	21	24	27	30
300	13	15	17	19	21	24
350	12	13	15	16	18	21

- **Rationsplanung**

Bei der Rationsplanung ist nach dem Fütterungssystem zwischen der Vorlage von Einzelkomponenten, der Mischration plus tierindividueller Kraffuttergabe und der TMR zu unterscheiden. Für alle Systeme ist nach Festlegung der Grundration und der Konzentrate die Frage der Höhe der Kraffuttergabe von der kalkulierten Futteraufnahme abhängig. Im Weiteren soll das Vorgehen für die angesprochenen Fütterungssysteme erläutert werden.

- **getrennte Vorlage von Einzelkomponenten**

Bei der Vorlage von Einzelkomponenten kann die Ration individuell für das Einzeltier kalkuliert werden. Das Ziel der Rationsplanung ist die Abdeckung des Energie- und Nährstoffbedarfs. Zu Beginn der Laktation ist dabei ein gewisser Abbau von Körpersubstanz zu berücksichtigen. In der zweiten Hälfte der Laktation sind diese Reserven wieder aufzufüllen und der Bedarf für Trächtigkeit sowie Wachstum bei Färsen abzudecken. Es ist somit auch hier zwischen der ersten und den folgenden Laktationen zu unterscheiden. Aus der Tabelle 8 sind beispielhaft die Ansätze zu entnehmen.

Zur Optimierung der Ration ist die Futtermittelaufnahme abzuschätzen. Dies kann auf Basis der Einzeltierdaten mit den Gleichungen 1 oder 2 erfolgen. Im Ergebnis resultiert die Ration mit der entsprechenden Kraftfuttergabe. Auf Basis der Milchkontrollergebnisse kann so für jede Kuh die erforderliche Gabe an Kraftfutter abgeschätzt werden. Zur Vereinfachung der Rechenarbeit wäre eine direkte Übergabe der erforderlichen Milchkontrolldaten in das Rationsberechnungsprogramm wünschenswert. Sofern vorhanden, könnten auch die Lebendmassen eingespielt werden.

Tabelle 8: Angestrebte Energieversorgung; NEL-Bilanz (Aufnahme minus Bedarf für Erhaltung und Milch) ohne Auf- und Abbau von Körpermasse (MJ NEL/Kuh und Tag)

Laktationsabschnitt	Färsen	Kühe
bis 70. Tag	negativ*	negativ*
70. – 150. Tag	± 0	± 0
150. – 250. Tag	+ 5**	± 0
> 250. Tage	+ 10**	+ 5**

* maximal – 10 MJ NEL/Kuh und Tag; ** Zuschlag an Energie für Wachstum und Kalb

In der Praxis liegen diese Daten jedoch vielfach nicht vor, so dass vereinfachte Annahmen erforderlich sind. Hierzu können wie bereits angeführt die Daten der Laktationskurven Verwendung finden. An einem Beispiel soll dies verdeutlicht werden.

Folgende Größen sind bekannt:

- Leistungsniveau des Betriebes: **8.000 kg** Milch je Kuh und Jahr
- Lebendmasse: Färsen **610 kg**; Kühe **650 kg**
- Grobfutterqualität: **6,2 MJ NEL/kg TM**
- Kraftfutter: **6,7 MJ NEL** je kg (Energienstufe 3)
- Rasse: **Holstein**
- Managementniveau: **mittel**

Aus der Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Rationsplanung im Laktationsverlauf für die Tiere in der ersten und den späteren Laktationen bei Verwendung der Gleichung 1 ersichtlich. Zu Beginn der Laktation ist die Bilanz negativ und zum Ende werden die Körperreserven wieder aufgefüllt. Bei den Tieren der 1. Laktation ist bis zum Ende der Laktation die Gabe von Kraftfutter erforderlich. Eine bessere Grobfutterqualität oder höhere Gaben an Kraftfutter wären erforderlich, um die Energiebilanz zu verbessern. Die aufgeführten Kraftfuttermengen in Abhängigkeit von der Milchleistung könnten Basis der Zuteilungsliste sein. Für die Zuteilung des Kraftfutters beim Einzeltier könnte darüber hinaus die Körperkondition in Form von Zu- und Abschlägen Berücksichtigung finden.

Die Abschätzung der Futtermittelaufnahme ist weiterhin für Planungsrechnungen erforderlich. Wird unter sonst gleichen Bedingungen wie in Tabelle 9 die Grobfutterqualität auf 5,9 MJ NEL je kg TM abgesenkt oder auf 6,5 MJ NEL je kg TM angehoben, so verändern sich die Aufwendungen an Kraftfutter wesentlich. Eine konkrete Abschätzung ist der Tabelle 10 zu entnehmen. Der Energieverbrauch in 350 Laktationstagen beträgt für die Tiere der 1. Laktation ca. 40.000 MJ NEL und für die mehrkalbigen Tiere 44.000 MJ NEL. Der Aufwand an Kraftfutter kann mit Steigerung der Energiegehalte im Grobfutter und der geringeren Verdrängung auf Grund der niedrigeren Mengen an Kraftfutter merklich gesenkt werden.

Bei 5,9 MJ NEL je kg Grobfutter-TM resultieren zu Beginn der Laktation stark negative Energiebilanzen. Dies kann zu Abfällen in der Milchleistung und Problemen im Bereich der Tiergesundheit und Fruchtbarkeit führen. Durch Optimierung der Ration und des Managements ist hier gegenzusteuern. Die aufgeführten Rechenmodelle empfehlen sich zur Futtermittelenplanung.

Tabelle 9: Rationsplan für eine Milchviehherde mit **8.000 kg** Jahresleistung und **6,2 MJ NEL** je kg Grobfutter–TM (Gleichung 1)

Laktations-tage	Milchmenge kg/Tag	Grobfutter kg TM/Tag	Kraftfutter kg/Tag	IT** kg TM/Tag	Bilanz* MJ NEL/Tag
<u>1. Laktation</u>					
20	27	10,5	7,5	17,2	-9
40	29	10,2	10,0	19,1	- 1
60	28	10,4	9,5	19,0	1
100	27	10,8	8,6	18,5	0
150	25	11,0	7,6	17,8	1
200	23	11,4	6,2	17,0	1
250	22	11,9	5,4	16,8	2
300	19	12,4	4,0	16,0	6
350	17	13,6	2,0	15,4	6
<u>zwei und mehr Laktationen</u>					
20	36	11,8	9,5	20,3	- 19
40	37	11,4	12,0	22,1	- 8
60	36	11,5	12,0	22,2	- 4
100	32	11,7	10,5	21,1	0
150	28	12,0	8,5	19,6	2
200	25	12,6	6,5	18,5	2
250	21	13,5	4,0	17,1	4
300	17	14,0	2,0	16,0	7
350	15	15,4	-	15,5	8

* ohne Auf- und Abbau von Körpersubstanz; ** einschließlich Mineralfutter

Tabelle 10: Futterverbrauch in der Laktation (350 Laktationstage) bei 8.000 kg Jahresleistung in Abhängigkeit von der Energiedichte im Grobfutter

Laktation	1.			2. und mehr		
Grobfutter, MJ NEL/ kg TM	5,9	6,2	6,5	5,9	6,2	6,5
Grobfutter, dt TM	37,1	39,9	44,5	42,6	44,4	49,2

Krafftutter, dt	27,4	23,1	16,2	27,5	24,1	18,6
Summe, dt TM	61,5	60,8	59,2	67,2	66,1	65,8

Von erheblichem Einfluss ist darüber hinaus das Milchleistungsniveau und das produktionstechnische Managementniveau des Betriebes. Aus der Abbildung 9 ist die geschätzte Futtermittelaufnahme für Holsteinkühe bei einem Herdenniveau von 8.000 und 10.000 kg Milch je Tier und Jahr ersichtlich. Für das Grobfutter ist ein Energiegehalt von 6,2 MJ NEL je kg Trockenmasse und für das Krafftutter die Energiestufe > 3 angesetzt. Das Managementniveau wurde jeweils mit hoch veranschlagt. Es zeigt sich eine entsprechend der Milchleistung höhere Futtermittelaufnahme im 10.000 kg Betrieb. Abgedeckt wird dies in erster Linie über ein Mehr an Krafftutter. Für den 10.000 kg Betrieb wäre eine höhere Energiedichte im Grobfutter von Vorteil. Die weitgehende energetische Ausfütterung im Beispiel der Abbildung 9 ist nur durch das angenommene hohe Managementniveau möglich. Eine ähnliche Situation ergibt sich für die hier nicht dargestellte Fütterung der Färsen.

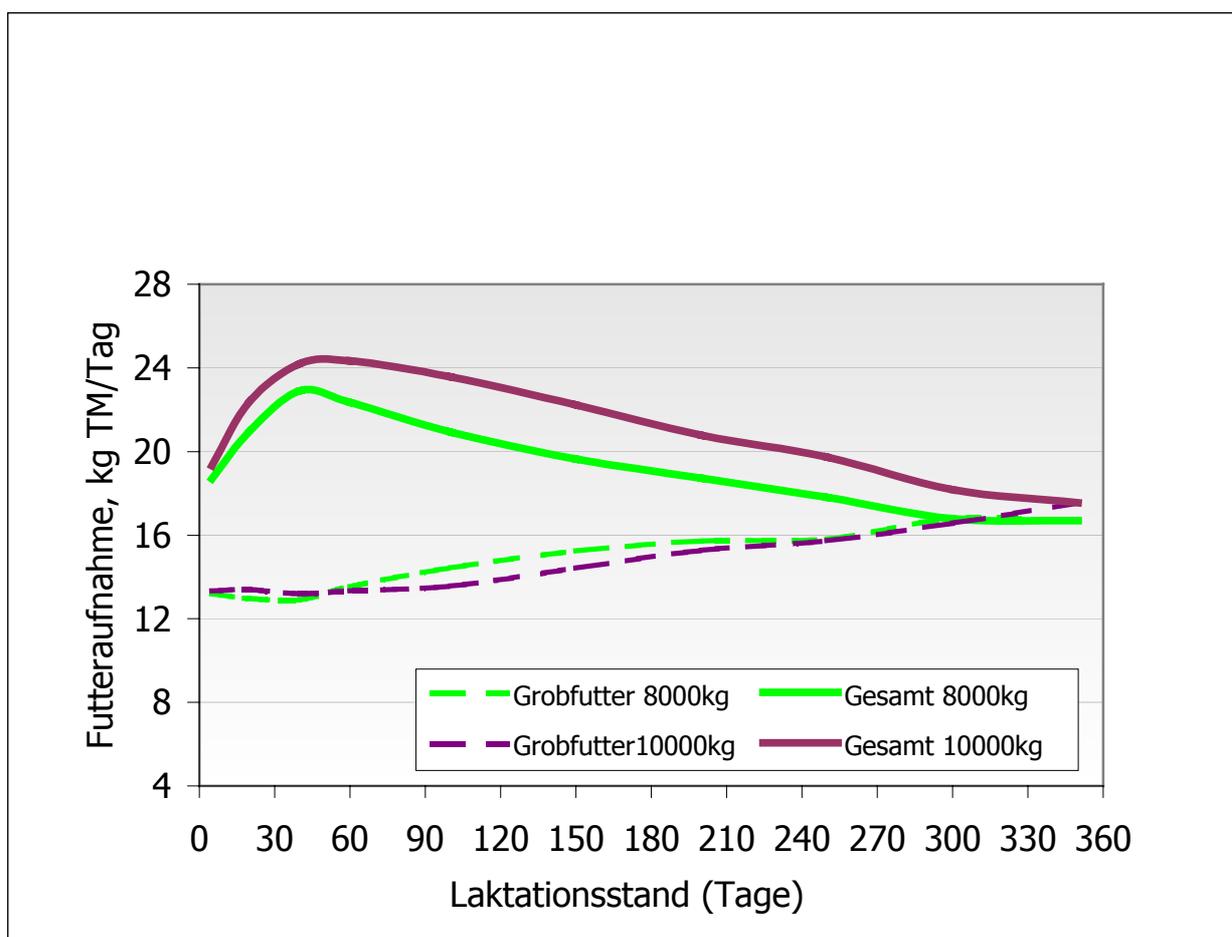


Abbildung 9: Geschätzte Futteraufnahme bei Holsteinkühen im Betrieb mit hohem Fütterungsmanagement bei 8.000 und 10.000 kg Herdenschnitt; Gleichung 1

Im Kapitel 7 finden sich ergänzend Tabellen, in denen die Futteraufnahme aus Grobfutter und die erforderliche Krafftuttermenge nach Milchleistung, Laktationsstand und Grobfutterqualität aufgeführt sind. Die Daten sollen zur vereinfachten Abschätzung dienen. Außerdem zeigen die Daten den Unterschied in der Krafftutterzuteilung bei Krafftutter der Energiestufen 3 und > 3.

- **Mischration (MR) plus leistungsbezogene Krafftuttergabe**

In der Fütterungspraxis ist die Kombination von Mischration plus einzeltierbezogener Kraftfuttergabe stark verbreitet. Für die Rationsplanung ist die Aufnahme an Mischration und die erforderliche Kraftfuttermenge abzuschätzen. Die Abschätzung der Futteraufnahme hat hierbei mit der Gleichung 1 oder 2 zu erfolgen. Für altemelkende Tiere, die kein zusätzliches Kraftfutter erhalten, können die Gleichungen 5 oder 6 für TMR Anwendung finden.

Das Vorgehen soll wiederum an einem Beispiel aufgezeigt werden. Folgende Situation liegt vor:

- Leistungsniveau des Betriebes: **8.000** kg Milch je Kuh und Jahr
- Lebendmasse: Färsen **610** kg, Kühe **650** kg
- Rasse: Holstein
- Management: mittel
- Mischration aus: (Anteil auf Basis TM)
- 40 % ⇒ Grassilage mit **6,2** MJ NEL/kg TM
- 38 % ⇒ Maissilage mit **6,6** MJ NEL/kg TM
- 22 % ⇒ Ausgleichsmischung mit **7,4** MJ NEL/kg TM
- am Abrufautomat MLF mit **7,2** MJ NEL/kg (Energienstufe >3)

Zur Kalkulation der Futteraufnahme ist Gleichung 1 vorgesehen. Im Grobfutter errechnet sich ein Energiegehalt von 6,39 MJ NEL je kg TM und in der Mischration von 6,62 MJ NEL je kg TM. Ausgleichsmischung und MLF sind als Kraftfutter anzusetzen. Bei Unterstellung der Laktationskurven ergeben sich die in Tabelle 11 angeführten Futteraufnahmen.

Tabelle 11: Rationsplan für eine Milchviehherde mit **8.000 kg** Jahresleistung und Mischration (**6,6** MJ NEL je kg TM) plus Kraftfutter (**7,2** MJ NEL/kg) am Abrufautomat (Gleichung 1)

Laktations-tage	Milchmenge kg/Tag	Mischration kg TM/Tag	Kraftfutter*** kg/Tag	IT kg TM/Tag	Bilanz* MJ NEL/Tag
<u>1. Laktation</u>					
20	27	13,7	4,0	17,3	- 5
40	29	13,6	6,0	18,9	- 2
60	28	13,9	5,5	18,7	4
100	27	14,4	4,5	18,4	3
150	25	14,9	3,0	17,6	2
200	23	15,5	1,5	16,8	2
250	22	16,1	0,5	16,5	2
300	19	16,2**	0	16,2	9
350	17	15,8**	0	15,8	13
<u>zwei und mehr Laktationen</u>					
20	36	15,9	5,0	19,6	- 15
40	37	15,7	7,0	21,9	- 5
60	36	15,8	7,0	22,0	- 1
100	32	16,4	5,0	20,8	2
150	28	17,1	2,5	19,3	2
200	25	17,5	1,0	18,4	3
250	21	17,2	0	17,1	7
300	17	16,4**	0	16,4	15
350	15	16,1**	0	16,1	19

* ohne Auf- und Abbau von Körpersubstanz; ** Gleichung 5; *** tierindividuelle MLF-Gabe

Wie in den früheren Beispielen zeigt sich eine merkliche Differenz in der Futteraufnahme zwischen Färsen und Kühen. Auf Grund der flacheren Laktationskurve ist in der 1. Laktation fast bis zum Laktationsende eine ergänzende Krafftuttergabe über den Automaten zu empfehlen. Durch die energiereiche Mischration ergeben sich am Ende der Laktation für Kühe und Färsen stark positive Energiebilanzen. Zu beachten ist, dass mit den Unterschieden in der Aufnahme an Mischration auch der Verzehr an Ausgleichsmischung variiert. Das heißt, dass mit zunehmender Krafftuttergabe am Abrufautomat auch Ausgleichskrafftutter verdrängt wird. Ferner ist die Differenzierung von Grob- und Krafftutter in der Mischration unbedingt zu berücksichtigen. Wird stattdessen in dem aufgeführten Beispiel die gesamte Mischration als Grobfutter eingerechnet, so ergibt sich eine erhebliche Unterschätzung der Futteraufnahme. Werden die gleichen Krafftuttermengen wie in Tabelle 11 am Automaten unterstellt, so liegt die geschätzte Aufnahme an Mischration um über 1 kg TM je Tier und Tag niedriger.

- Totale-Misch-Ration (TMR)

Bei der Konzeption der TMR ist die zu erwartende Futteraufnahme eine entscheidende Größe, da hierdurch die Abdeckung des Energie- und Nährstoffbedarfs mitgesteuert wird. Mit den Schätzgleichungen zur Futteraufnahme kann geprüft werden, ob das Ziel der Bedarfsdeckung realisiert wird. In der DLG-Information 1/2001 sind die weiteren Vorgaben zur Konzeption der TMR enthalten.

Tabelle 12: Erforderlicher Krafftutteranteil (8,0 MJ NEL/kg TM) in der TMR der frischmelkenden Gruppe in Abhängigkeit vom Energiegehalt des Grobfutters bei **8.000** und **10.000** kg Herdenleistung, 650 kg LM, Abschätzung mit Gleichung 5

Leistungsniveau abgedeckte Milchmenge, kg/Tag	8.000 kg			10.000 kg		
	37			42		
Energiegehalt Grobfutter	Krafftutter*	NEL	IT	Krafftutter*	NEL	IT
	% der TM	MJ/kg TM	kg TM/Tag	% der TM	MJ/kg TM	kg TM/Tag
6,0 MJ/kg TM	50	7,00	22,9	-	-	-
6,2 MJ/kg TM	45	7,01	22,8	55	7,19	24,4
6,4 MJ/kg TM	40	7,04	22,7	51	7,22	24,3
6,6 MJ/kg TM	35	7,09	22,6	46	7,24	24,2

* 8,0 MJ NEL/kg TM

Wichtigste Stellgröße ist der Krafftutteranteil. Auf Basis des verfügbaren Grobfutters lässt sich der erforderliche Anteil an Krafftutter kalkulieren. Beim Krafftutter ist der Energiegehalt als weitere Größe zu beachten. Aus der Tabelle 12 sind die erforderlichen Krafftutteranteile ersichtlich. Unterstellt ist eine Herde mit hohem Managementniveau der Rasse Holstein bei 8.000 bzw. 10.000 kg Jahresleistung und Grobfutterqualitäten zwischen 6,0 und 6,6 MJ NEL je kg TM für die frischmelkende Gruppe. Die Futteraufnahme wurde mit der Gleichung 5 kalkuliert. Ziel war die Abdeckung des NEL-Bedarfs am 50. Laktationstag bei 37 bzw. 42 kg Tagesleistung (s. DLG-Info 1/2001). Unterstellt wurden Kühe ab der 2. Laktation mit einer Lebendmasse von 650 kg und ein Krafftutter mit 8,0 MJ NEL/kg TM.

Mit steigender Grobfutterqualität kann die Menge an Krafffutter zurückgenommen werden. Bei einer Herdenleistung von 8.000 kg sind dies 50 % bei 6,0 MJ NEL je kg TM Grobfutter und 35 % bei 6,6 MJ NEL je kg TM. Für die Herde mit 10.000 kg Jahresleistung ist ein Energiegehalt von mindestens 6,2 MJ NEL je kg Grobfutter-TM erforderlich. Es ergeben sich dann Krafffutteranteile von 55 bis 46 % der Trockenmasse.

5. Rationskontrolle

Die Abschätzung der Futteraufnahme ist wie in Kapitel 4 dargestellt wesentlicher Bestandteil der Rationsplanung. An die Rationsplanung und die Krafffutterzuteilung bzw. Gruppeneinteilung bei TMR sollte sich die Rationskontrolle anschließen. Die Rationskontrolle umfasst die Abschätzung der tatsächlichen Futteraufnahme, die Überprüfung der Wasserversorgung, die Körperkonditionsbeurteilung, die Leistungskontrolle und die Überwachung des Allgemeinbefindens der Tiere einschließlich der Kotbeschaffenheit. Ziel der Rationskontrolle ist die Vermeidung von Fehlern und das frühzeitige Erkennen von Fehlentwicklungen. Die Rationskontrolle sollte nach einem festen Schema ablaufen, um Fehler mit großer Sicherheit zu erfassen. Die Empfehlungen zur Rationskontrolle sind den DLG-Informationen **1 und 2/2001** zu entnehmen.

- Kontrolle der Futteraufnahme

Beim Futter ist die mittlere Aufnahme an Grob- und Krafffutter bzw. Mischration je Herde bzw. Leistungsgruppe zu überprüfen. Da die Messung der Futteraufnahme vielfach zu aufwändig ist, gilt es, den Verzehr abzuschätzen. Beim Krafffutter können Zukaufmengen den Verzehrsmengen für einen bestimmten Zeitraum gegenübergestellt werden. Eventuelle Verbräuche bei den Kälbern oder den Färsen sind bei den Kühen in Abzug zu bringen. Bei der Zuteilung mit Hohlmaßen ist regelmäßig das Raumgewicht zu ermitteln. Krafffutterabrustationen sind bei jeder Lieferung neu einzurichten. Ob die vorgelegte Krafffuttermenge auch verzehrt wird, ist sowohl am Trog als auch in der Station zu kontrollieren.

Beim Grobfutter empfehlen sich Probewägungen. Bewährt hat sich beim Einsatz des Blockschneders die stichprobenweise Wägung der Blöcke. Aus dem Verbrauch an Blöcken kann auf den Verzehr geschlossen werden. Beim Einsatz von Mischwagen sollten die zugeteilten Futtermengen möglichst routinemäßig über die Waage des Mischwagens erfasst werden. Zu empfehlen ist die Überprüfung der Mischgenauigkeit und der TM-Gehalte. Die Futterreste sind abzuschätzen und in Abzug zu bringen. Weicht die Futteraufnahme von den kalkulierten Werten ab, so sind alle Punkte, die den Verzehr beeinflussen, erneut zu prüfen und eventuell erforderliche Änderungen vorzunehmen.

Einem Rückgang im Trockenmasseverzehr um mehr als **5 %** gegenüber dem längerfristigen Mittel der Gruppe mit nachfolgendem Leistungsabfall sollte nachgegangen werden. Eine der möglichen Ursachen kann in einer Verschiebung der Rationsverhältnisse in Richtung eines zu hohen Grobfutteranteiles oder geringere Energiegehalte im Grobfutter als unterstellt und einem relativen Mangel an leicht fermentierbaren Energiequellen liegen, wenn gleichzeitig auch der Milchfettgehalt ansteigt und der Milcheiweißgehalt deutlich abfällt.

Wird in der Hauptfresszeit nach dem Melken von den Kühen das Futter hin und her geschoben, ist dies meist mit einer Futterselektion, d. h. der Auswahl der schmackhafteren Rationskomponenten verbunden. Dies führt in der Regel zur Aufnahme strukturarmer Futter, manchmal jedoch auch zu einem Zurücklassen von Krafffutterkomponenten. In diesem Fall ist die Zusammensetzung des Restfutters visuell zu prüfen bzw. mit der Schüttelbox oder einem Schüttelsieb auf Übereinstimmung mit dem Ausgangsfutter zu prüfen.

Beim Einzeltier lässt sich die Futteraufnahme am Trog nur indirekt über die Leistung, die Körperkondition oder das Erscheinungsbild des Tieres abschätzen. Eine unzureichende Futteraufnahme führt zur energetischen Unterversorgung mit Leistungsabfall, Abfall des BCS sowie typischen Veränderungen in den Milchhaltsstoffen. Der Gehalt an Milcheiweiß ist vielfach erniedrigt und der Fettgehalt der Milch auf Grund des Abbaus von Körperfett erhöht. Eine höhere Futteraufnahme als unterstellt führt zu gegenteiligen Veränderungen. Näheres

zur Interpretation und Erfassung der Kenngrößen ist den bereits angesprochenen DLG-Informationen 1 und 2/2001 zu entnehmen.

6. Empfehlungen

Zur Abschätzung der Futtermittelaufnahme bei der Milchkuh ergeben sich folgende Empfehlungen:

- In der Rationsplanung für melkende Tiere wird für übliche Rationen mit Gras- und Maissilage die Anwendung der Gleichung 1 (Standard) bei separater Kraffuttermittelvorlage und die Gleichung 5 für TMR empfohlen. Bei hohen Anteilen an Heu etc. sind die Gleichungen 2 und 6 von Vorteil.
- Auf Grund der unterschiedlichen Futtermittelaufnahme und Laktationsverläufe ist eine getrennte Rationsplanung für Färsen und Kühe erforderlich.
- Nach den Empfehlungen zur Klassifizierung der Futtermittel ist zwischen Grob- und Kraffuttermittel zu unterscheiden; energiereiche Saffuttermittel sind als Kraffuttermittel einzuordnen.
- Soweit möglich ist das produktionstechnische Managementniveau des Betriebes zu berücksichtigen.
- Für die Abschätzung der Futtermittelaufnahme beim Einzeltier ist die Milchleistung und der Laktationsstand unverzichtbar. Soweit möglich ist eine Berücksichtigung der Milchkontrolldaten zu empfehlen. Alternativ sind standardisierte Laktationskurven anzuwenden.
- Bei Mischrationen ist der Rückgang der Kraffuttermittelmengen aus der Mischration bei zunehmender tierindividueller Kraffuttermittelgabe zu berücksichtigen.
- Die relativ große einzeltierbedingte Streuung der Futtermittelaufnahme ist zu beachten.
- Die Abschätzung der Futtermittelaufnahme ist durch eine systematische Rationskontrolle zu sichern.

7. Zuteilungstabellen für Kraffuttermittel

Zur pauschalen Abschätzung der in Abhängigkeit von Grobfuttermittelqualität, Laktationsnummer und Laktationsstand erforderlichen Kraffuttermittelmengen wurden nachstehende Tabellen konzipiert. Die Tabellen A 1 und A 3 sind für erstlaktierende Tiere und die Tabellen A 2 und A 4 für Kühe mit 2 und mehr Laktationen. Bei Kraffuttermittel der Energiestufe **3** mit 6,7 MJ NEL je kg sind die Tabellen A 1 und A 2 vorgesehen und für Kraffuttermittel der Energiestufe **>3** (7,2 MJ NEL/kg) die Tabellen A 3 und A 4.

Zur Berücksichtigung des Laktationsstands wurden die Vorgaben bei 60 und 160 und 260 Laktationstagen berechnet. Der erste Tabellenteil ist für die Phase nach der Anfütterung bis zum 110. Tag der Laktation. In der Anfütterung bis zum 40. Laktationstag sollte die Zuteilung des Kraffuttermittels nach einem speziellen Schema erfolgen, das auf die Leistung und Gegebenheiten des Betriebes abgehoben ist.

Für das 2. und 3. Laktationsdrittel sind die Tabellen für 160 und 260 Laktationstage zu empfehlen. Im 3. Laktationsdrittel sind eventuelle Zuschläge für das Wachstum von Kuh und Kalb nicht berücksichtigt. Generell sind die Werte so kalkuliert, dass der Bedarf für Erhaltung und Milch gedeckt ist. Die Daten beziehen sich auf die Rasse Holstein Region Deutschland/Österreich bei mittlerem Managementniveau. Für Fleckviehtiere sind die Daten in gleicher Weise anwendbar.

Die Werte für Kraffuttermittelanteile oberhalb von 50 % der Trockenmasse sind rot markiert. Derartig hohe Mengen an Kraffuttermittel empfehlen sich nur bei Sicherstellung der Grobfuttermittelaufnahme und der passenden Fütterungstechnik.

Tabelle A1: Grobfutteraufnahme (GF) und mögliche Milchleistung in Abhängigkeit von der Grobfutterqualität bei Einsatz von Krafftutter (KF) der Energiestufe 3 (6,7 MJ NEL/kg); **Holstein 1. Laktation** mittleres Management, Gleichung 1

ECM kg	NEL im Grobfutter, MJ/kg TM								
	5,9			6,2			6,5		
	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg
Färsen mit 60 Laktationstagen und 590 kg Lebendmasse									
15	11,3	9,6	2,7	12,0	12,0	1,5	12,8	14,7	0,2
17	11,0	9,1	3,9	11,7	11,5	2,7	12,5	14,1	1,5
19	10,8	8,6	5,1	11,5	11,0	4,0	12,2	13,5	2,7
21	10,5	8,1	6,4	11,2	10,5	5,2	11,9	13,0	4,0
23	10,2	7,7	7,5	10,9	10,0	6,4	11,7	12,4	5,2
25	10,0	7,2	8,8	10,7	9,4	7,7	11,4	11,9	6,5
27	9,7	6,7	10,0	10,4	8,9	8,9	11,1	11,3	7,7
29	9,4	6,2	11,3	10,1	8,4	10,1	10,8	10,7	9,0
31	9,2	5,8	12,4	9,8	7,9	11,4	10,6	10,2	10,2
33				9,6	7,4	12,6	10,3	9,7	11,5
35							10,0	9,1	12,7
Färsen mit 160 Laktationstagen und 600 kg Lebendmasse									
15	11,9	10,5	2,2	12,9	13,5	0,7	13,5	15,0	-
17	11,5	9,9	3,5	12,5	12,9	2,0	13,6	16,1	0,5
19	11,2	9,3	4,8	12,2	12,2	3,4	13,3	15,5	1,8
21	10,9	8,7	6,0	11,8	11,6	4,7	12,9	14,8	3,1
23	10,5	8,1	7,3	11,5	11,0	5,9	12,6	14,2	4,4
25	10,2	7,6	8,6	11,2	10,3	7,2	12,2	13,4	5,7
27	9,9	7,0	9,8	10,8	9,7	8,5	11,9	12,7	7,0
29	9,6	6,4	11,1	10,5	9,0	9,8	11,5	12,0	8,4
31	9,3	5,8	12,4	10,2	8,4	11,1	11,1	11,3	9,7
33				9,8	7,8	12,4	10,8	10,6	11,0
35							10,4	9,8	12,4
Färsen mit 260 Laktationstagen und 630 kg Lebendmasse*									
12	12,9	12,0							
14	12,6	11,5	1,3	13,6	14,0				
16	12,3	11,1	2,5	13,6	14,5	0,8	14,3	16,0	
18	12,1	10,6	3,7	13,3	13,9	2,0	14,6	17,7	0,2
20	11,7	10,0	5,0	12,9	13,3	3,4	14,3	17,1	1,5
22	11,5	9,5	6,2	12,6	12,7	4,6	13,9	16,4	2,8
24	11,2	8,9	7,4	12,3	12,1	5,9	13,6	15,8	4,1
26	10,9	8,4	8,7	12,0	11,5	7,2	13,3	15,1	5,4
28	10,6	7,9	9,9	11,7	10,9	8,5	12,9	14,5	6,7
30	10,3	7,3	11,2	11,4	10,3	9,7	12,6	13,8	8,0

* ohne Ansatz von Körpermasse

Tabelle A2: Grobfutteraufnahme (GF) und mögliche Milchleistung in Abhängigkeit von der Grobfutterqualität bei Einsatz von Kraftfutter (KF) der Energiestufe 3 (6,7 MJ NEL/kg); **Holsteinkühe ab 2. Laktation**, mittleres Management, Gleichung 1

ECM kg	NEL im Grobfutter, MJ/kg TM								
	5,9			6,2			6,5		
	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg
Kuh mit 60 Laktationstagen und 630 kg Lebendmasse									
20	12,6	11,4	4,3	13,3	14,0	3,0	14,1	16,9	1,6
22	12,3	11,0	5,5	13,1	13,5	4,2	13,9	16,3	2,8
24	12,0	10,5	6,7	12,8	13,2	5,5	13,6	15,8	4,1
26	11,8	10,0	7,9	12,5	12,5	6,7	13,3	15,2	5,3
28	11,5	9,5	9,1	12,3	12,0	7,9	13,0	14,7	6,6
30	11,2	9,1	10,3	12,0	11,5	9,1	12,8	14,1	7,8
32	11,0	8,6	11,5	11,7	11,0	10,4	12,5	13,5	9,1
34	10,7	8,1	12,8	11,4	10,4	11,6	12,2	12,9	10,4
36	10,5	7,6	14,0	11,2	9,9	12,8	11,9	12,4	11,6
38				10,9	9,4	14,1	11,6	11,8	12,9
40				10,6	8,8	15,3	11,3	11,3	14,1
42							11,1	10,7	15,4
Kuh mit 160 Laktationstagen und 640 kg Lebendmasse									
16	13,8	13,5	1,2	14,7	16,0				
18	13,5	12,9	2,5	14,5	16,1	0,9	15,3	18,0	
20	13,1	12,2	3,7	14,2	15,5	2,2	15,3	19,1	0,6
22	12,8	11,6	5,0	13,8	14,9	3,5	15,0	18,5	1,8
24	12,5	11,1	6,3	13,5	14,2	4,8	14,7	17,8	3,0
26	12,2	10,5	7,6	13,1	13,6	6,1	14,4	17,0	4,4
28	11,8	9,9	8,9	12,8	12,9	7,4	14,0	16,4	5,7
30	11,4	9,3	10,1	12,5	12,3	8,7	13,6	15,7	7,0
32	11,1	8,7	11,5	12,2	11,7	10,0	13,2	14,9	8,4
34	10,8	8,1	12,6	11,8	11,0	11,3	12,9	14,3	9,7
36	10,5	7,6	14,0	11,5	10,4	12,6	12,6	13,5	11,1
38				11,2	9,8	13,9	12,2	12,8	12,4
40							11,8	12,1	13,7
Kuh mit 260 Laktationstagen und 660 kg Lebendmasse*									
14	14,5	14,0							
16	14,4	14,3	0,8	15,1	16,0				
18	14,1	13,8	2,1	15,4	17,6	0,2			
20	13,8	13,2	3,4	15,1	16,9	1,5	16,2	20,0	
22	13,5	12,7	4,6	14,8	16,4	2,8	16,2	20,5	0,7
24	13,2	12,1	5,2	14,5	15,7	4,1	15,9	19,9	2,1
26	12,9	11,6	7,1	14,2	15,2	5,3	15,6	19,2	3,4
28	12,6	11,0	8,4	13,8	14,5	6,6	15,2	18,5	4,7
30	12,3	10,5	9,6	13,5	13,9	7,9	14,9	17,9	6,0

* ohne Ansatz von Körpermasse

Tabelle A3: Grobfutteraufnahme (GF) und mögliche Milchleistung in Abhängigkeit von der Grobfutterqualität bei Einsatz von Kraffutter (KF) der Energiestufe >3 (7,2 MJ NEL/kg); **Holstein 1. Laktation** mittleres Management, Gleichung 1

ECM kg	NEL im Grobfutter, MJ/kg TM								
	5,9			6,2			6,5		
	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg
Färsen mit 60 Laktationstagen und 590 kg Lebendmasse									
15	11,5	9,9	2,3	12,1	12,2	1,3	12,8	14,7	0,2
17	11,2	9,5	3,4	11,9	11,7	2,4	12,6	14,2	1,3
19	11,0	9,1	4,5	11,6	11,3	3,5	12,4	13,8	2,4
21	10,8	8,7	5,7	11,4	10,9	4,6	12,1	13,3	3,5
23	10,6	8,3	6,7	11,2	10,5	5,7	11,9	12,9	4,6
25	10,3	7,9	7,8	11,0	10,1	6,8	11,7	12,5	5,7
27	10,2	7,6	8,9	10,8	9,7	7,9	11,5	12,1	6,8
29	10,0	7,2	10,0	10,6	9,3	9,0	11,3	11,6	7,9
31	9,7	6,8	11,0	10,4	8,9	10,1	11,0	11,2	9,0
33	9,5	6,4	12,2	10,1	8,5	11,3	10,8	10,7	10,2
35				9,9	8,1	12,3	10,6	10,3	11,3
37							10,4	9,8	12,4
Färsen mit 160 Laktationstagen und 600 kg Lebendmasse									
15	12,0	10,8	1,9	12,9	13,6	0,7	13,5	15,9	-
17	11,8	10,3	3,1	12,7	13,1	1,8	13,7	16,3	0,3
19	11,5	9,9	4,1	12,4	12,7	2,9	13,4	15,8	1,5
21	11,3	9,4	5,3	12,2	12,2	4,0	13,2	15,2	2,6
23	11,0	9,0	6,4	12,0	11,8	5,1	12,9	14,7	3,8
25	10,8	8,6	7,5	11,7	11,3	6,3	12,6	14,2	4,9
27	10,6	8,2	8,6	11,4	10,8	7,4	12,4	13,7	6,1
29	10,4	7,8	9,7	11,2	10,3	8,5	12,1	13,2	7,2
31	10,1	7,3	10,8	11,0	9,9	9,6	11,9	12,7	8,4
33	9,9	6,9	11,9	10,7	9,4	10,7	11,6	12,2	9,5
35				10,5	8,9	11,9	11,4	11,7	10,6
Färsen mit 260 Laktationstagen und 630 kg Lebendmasse*									
12	12,9	12,0	-						
14	12,7	11,7	1,1	13,6	14,0	-			
16	12,6	11,4	2,1	13,6	14,5	0,7	14,3	16,0	-
18	12,4	11,0	3,2	13,4	14,2	1,8	14,6	17,8	0,1
20	12,2	10,6	4,3	13,2	13,8	2,8	14,4	17,3	1,2
22	12,0	10,2	5,3	13,0	13,4	3,9	14,2	16,9	2,3
24	11,8	9,9	6,4	12,9	12,9	5,1	14,0	16,4	3,4
26	11,6	9,5	7,5	12,7	12,5	6,1	13,8	16,0	4,5
28	11,4	9,2	8,6	12,4	12,2	7,2	13,5	15,5	5,7
30	11,2	8,8	9,7	12,2	11,8	8,3	13,3	15,1	6,8

* ohne Ansatz von Körpermasse

Tabelle A4: Grobfutteraufnahme (GF) und mögliche Milchleistung in Abhängigkeit von der Grobfutterqualität bei Einsatz von Kraffutter (KF) der Energiestufe >3 (7,2 MJ NEL/kg); **Holsteinkühe ab 2. Laktation**, mittleres Management, Gleichung 1

ECM kg	NEL im Grobfutter, MJ/kg TM								
	5,9			6,2			6,5		
	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg	GF- Aufn. kg TM	ECM aus GF, kg	KF- Bedarf kg

Kuh mit 60 Laktationstagen und 630 kg Lebendmasse

20	12,8	11,7	3,8	13,5	14,2	2,7	14,2	16,9	1,4
22	12,6	11,3	4,9	13,3	13,8	3,8	14,0	16,5	2,5
24	12,3	10,9	6,0	13,0	13,4	4,8	13,8	16,1	3,6
26	12,1	10,6	7,0	12,8	13,0	5,9	13,6	15,6	4,7
28	11,9	10,2	8,1	12,6	12,6	7,0	13,3	15,2	5,8
30	11,7	9,8	9,2	12,4	12,2	8,1	13,1	14,8	6,9
32	11,5	9,5	10,3	12,2	11,8	9,2	12,9	14,3	8,1
34	11,3	9,1	11,4	12,0	11,4	10,3	12,7	13,9	9,1
36	11,1	8,7	12,4	11,7	11,0	11,4	12,5	13,4	10,3
38	10,9	8,3	13,5	11,5	10,6	12,5	12,2	13,0	11,4
40				11,3	10,2	13,6	12,0	12,6	12,5
42							11,8	12,2	13,6

Kuh mit 160 Laktationstagen und 640 kg Lebendmasse

16	13,8	13,5	1,1	14,7	16,0	-	14,9	18,2	-
18	13,6	13,1	2,3	14,6	16,2	0,8	15,3	19,0	-
20	13,3	12,6	3,4	14,3	15,7	1,9	15,4	19,2	0,5
22	13,1	12,2	4,5	14,1	15,3	3,1	15,1	18,6	1,5
24	12,9	11,8	5,5	13,8	14,7	4,2	14,9	18,2	2,7
26	12,6	11,3	6,7	13,6	14,3	5,3	14,6	17,6	3,9
28	12,4	10,9	7,8	13,3	13,8	6,5	14,4	17,2	5,0
30	12,2	10,6	8,9	13,1	13,4	7,6	14,1	16,6	6,1
32	11,9	10,0	10,0	12,9	13,0	7,7	13,9	16,2	7,2
34	11,7	9,7	11,1	12,6	12,5	9,8	13,6	15,6	8,4
36	11,4	9,1	12,3	12,4	12,1	10,9	13,3	15,0	9,5
38	11,2	8,8	13,4	12,1	11,5	12,0	13,1	14,6	10,6
40				11,9	11,1	13,2	12,8	14,0	11,8

Kuh mit 260 Laktationstagen und 660 kg Lebendmasse*

14	14,5	14,0	-						
16	14,5	14,4	0,8	15,1	16,0	-			
18	14,3	14,1	1,8	15,5	17,6	0,2			
20	14,1	13,7	2,9	15,2	17,2	1,3	16,2	20,0	-
22	13,9	13,3	4,0	15,0	16,8	2,4	16,3	20,7	0,7
24	13,7	13,0	5,1	14,8	16,4	3,5	16,1	20,3	1,7
26	13,5	12,7	6,2	14,6	16,0	4,6	15,9	19,8	2,8
28	13,3	12,3	7,2	14,4	15,6	5,7	15,6	19,3	3,9
30	13,1	11,9	8,3	14,2	15,2	6,8	15,4	18,9	5,1

* ohne Ansatz von Körpermasse

8. Anhang/Literatur

Arbeiten der DLG:

- DLG-Information **2/1986**: Grundfutteraufnahme und Grundfuttermverdrängung bei Milchkühen
- DLG-Information **1/2001**: Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen
- DLG-Information **2/2001**: Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh

Gruber, L., F.J. Schwarz, D. Erdin, B. Fischer, H. Spiekers, H. Steingaß, U. Meyer, A. Chasot, T. Jilg, A. Obermaier, T. Guggenberger (2004): Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz
VDLUFA-Schriftenreihe, Band 60 – Kongressband 2004, S. 484 – 504

Huhtanen, P (2001): Factors Influencing Intake of Grass Silage
in: 10th International Symposium Forage Conservation, Brno 10.-12.9.2001; S. 55 - 66

Kaske, M., K. Horstmann, S. Seggewiß, G. Flachowsky, U. Meyer (2005): Inter- und intraindividuelle Varianz der Futteraufnahme, Energiebilanz sowie metabolisch-endokrinologische Leitparameter im Blut von hochleistenden Kühen in der Früh-laktation
in: Forum angewandte Forschung 2005; S. 82 – 84
==> weitere Information in den Dissertationen Horstmann und Seggewiß (Tierärztliche Hochschule Hannover, 2004)

Weiß, J. (2001): Grundfutterleistung einheitlich berechnen
Milchpraxis 39 (2), 114 - 115

Bearbeitet von:

Dr. Leonhard Gruber, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Dr. Martin Pries, LWK NRW, Münster
Prof. Dr. Frieder-Jörg Schwarz, TUM, Weihenstephan
Dr. Hubert Spiekers, LfL, Grub
Dr. Walter Staudacher, DLG, Frankfurt