

# Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen

Ausschuss für Bedarfsnormen



**Futter- und Wasseraufnahme sowie  
Aspekte der Fütterungshygiene**

Federführend: J. Kamphues

GfE **2001**: „Erforderliche“ TM-Aufnahme

Ableitung aus:

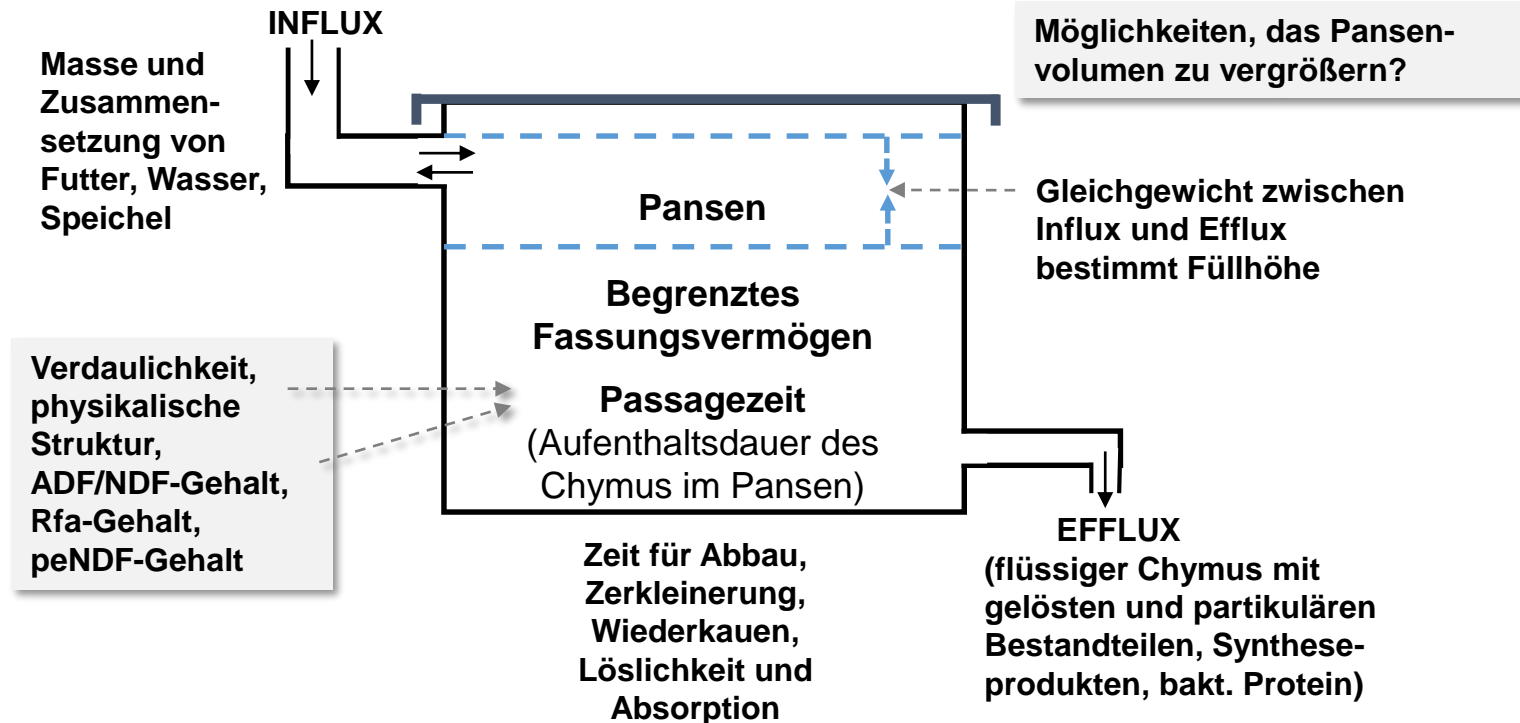
Energiebedarf

-----

Energiedichte/kg TM

d. h.  
ohne Berücksichtigung entscheidender  
Einflussfaktoren (Tier, Laktationsstadium  
sowie Futter- und Rationszusammensetzung)

## „Der Topf hat einen Deckel“



## GfE **2023**: ORIENTIERUNGSWERTE-Tabelle

Differenzierung nach

- Gravidität
- Laktation
  - **Herdenjahresleistung (ECM)**  
(5.000 – 9.000 für **Erstlaktierende** / 6.000 – 12.000 für **Kühe  $\geq$  2. Laktation**)
    - Ansprüche an Energiedichte im Grobfutter
  - **Laktationsstadium**  
( $< 120$  /  $120 - 240$  /  $> 240$ . Laktationstag), und zwar für **1. und  $\geq$  2. Laktation**  
mit Berücksichtigung von **KM / Größe / Rahmen**
    - ohne Vorgaben von Konzentratfuttermengen/-anteile
- Futter/Fütterung

## GfE 2023: Schätzung/Vorhersage der TM-Aufnahme, und zwar für:

- letzte 6 Wochen vor der Kalbung  
(Erstkalbinnen/ältere Kühe)<sup>1)</sup>

$$\begin{aligned}\text{TM-Aufnahme} &= 1,713 - 0,688e^{-0,344-t} \text{ (Erstkalbinnen)} \\ (\% \text{ der KM}) & \\ &= 1,979 - 0,756e^{-0,154-t} \text{ (ältere Kühe)}\end{aligned}$$

} KM (kg) = am 21. Tag a. p.  
t = Tag vor der Kalbung

$$\approx \begin{matrix} 1,6 \\ 1,8 \end{matrix} \% \text{ KM}$$

<sup>1)</sup> Nach Hayirli et al. 2003

## **GfE 2023: Schätzung/Vorhersage der TM-Aufnahme, und zwar für**

➤ **laktierende Kühe** unter Berücksichtigung der Haupteinflussfaktoren<sup>1)</sup>

- Rasse (hier Holstein)
- Körpermasse
- Laktationsnummer
- Tag der Laktation
- Milchleistung

- Energiedichte im Grobfutter
- Konzentratfuttermenge/-anteil in der Ration

- Managementniveau (Betriebseinfluss)

<sup>1)</sup>Gruber et al. 2004

## GfE 2023: Schätzung/Vorhersage der TM-Aufnahme für laktierende Kühe<sup>1)</sup>

ECM-Herden- jahresleistung, kg	Laktations- tag	ECM- Leistung kg/Tag	TM-Aufnahme, kg/Tag			
			1. Laktation		≥ 2. Laktation	
			< 600	~ 650	650 – 700	700 – 750
KM <sup>1</sup> , kg						
5.000 (1. Lak.) bzw. 6.000 (≥ 2. Lak.)	< 120 120 – 240 > 240	≥ 25 20 – 25 < 20	14 – 15 14 – 15 13 – 14	15 – 17 16 – 17 15 – 16	17 – 18 17 – 18 16 – 17	18 – 19 18 – 19 17 – 18
7.000 (1. Lak.) bzw. 8.000 (≥ 2. Lak.)	< 120 120 – 240 > 240	≥ 30 25 – 30 < 25	16 – 18 17 – 18 16 – 17	18 – 19 18 – 19 17 – 18	19 – 20 19 – 20 17 – 19	20 – 21 20 – 21 18 – 20
9.000 (1. Lak.) bzw. 10.000 (≥ 2. Lak.)	< 120 120 – 240 > 240	≥ 35 25 – 35 < 25	18 – 20 18 – 20 17 – 18	20 – 21 19 – 21 18 – 19	23 – 24 22 – 24 19 – 22	24 – 25 23 – 25 20 – 23
12.000 (≥ 2. Lak.) <sup>1)</sup>	< 120 120 – 240 > 240	≥ 45 30 – 45 < 30	für 1. Lak. nicht abgeleitet, da eher selten		24 – 26 23 – 26 20 – 23	25 – 27 24 – 27 21 – 24

2,5-3,0  
% d. KM

3,5-3,9 (4)  
% d. KM

## GfE 2023: Schätzung/Vorhersage der TM-Aufnahme für laktierende Kühe<sup>1)</sup>

ECM-Herden- jahresleistung, kg	Laktations- tag	ECM- Leistung kg/Tag	TM-Aufnahme, kg/Tag			
			1. Laktation		≥ 2. Laktation	
			< 600	~ 650	650 – 700	700 – 750
KM <sup>1</sup> , kg						
5.000 (1. Lak.) bzw. 6.000 (≥ 2. Lak.)	< 120 120 – 240 > 240	≥ 25 20 – 25 < 20	14 – 15 14 – 15 13 – 14	15 – 17 16 – 17 15 – 16	17 – 18 17 – 18 16 – 17	18 – 19 18 – 19 17 – 18
7.000 (1. Lak.) bzw. 8.000 (≥ 2. Lak.)	< 120 120 – 240 > 240	≥ 30 25 – 30 < 25	16 – 18 17 – 18 16 – 17	18 – 19 18 – 19 17 – 18	19 – 20 19 – 20 17 – 19	20 – 21 20 – 21 18 – 20
9.000 (1. Lak.) bzw. 10.000 (≥ 2. Lak.)	< 120 120 – 240 > 240	≥ 35 25 – 35 < 25	18 – 20 18 – 20 17 – 18	20 – 21 19 – 21 18 – 19	23 – 24 22 – 24 19 – 22	24 – 25 23 – 25 20 – 23
12.000 (≥ 2. Lak.) <sup>1)</sup>	< 120 120 – 240 > 240	≥ 45 30 – 45 < 30	für 1. Lak. nicht abgeleitet, da eher selten		24 – 26 23 – 26 20 – 23	25 – 27 24 – 27 21 – 24

Grobfutter  
ME, MJ/kg TS  
Anteil Konz. %

10-10,5  
30-20

10,5-11  
40-25

11-11,5  
50-35

11,5  
55-40  
Gruber et al. 2004



TM-Aufnahme unter dem Einfluss **weiterer** vorteilhaft oder auch nachteilig wirkender Faktoren, die in der Schätzung unberücksichtigt blieben

Fördernde Einflüsse	Hemmende Einflüsse
<ul style="list-style-type: none"><li>• Großzügiges Angebot des Futters, d. h. Inkaufnahme von Futterresten</li><li>• Sicherung einer kontinuierlichen Verfügbarkeit des GF/der Ration</li><li>• Intensives Häckseln → (in-)direkte Effekte: + ca. 0,8–1,0 kg TM/Tag</li><li>• TM-Konzentration von Silagen: angestrebt sind ca. 35 %</li><li>• TM-Konzentration der Ration: angestrebt sind ca. 50–60 %</li><li>• GF-Kombinationen (z. B. Grassilage mit Maissilage)</li><li>• Ergänzung mit sehr schmackhaften Komponenten / FM wie z. B. Melasse oder Salz</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erkrankungen/Schmerzen</li><li>• Stalltemperaturen von deutlich &gt; 20 °C, insbesondere bei hoher Luftfeuchte</li><li>• Anstieg der Körpertemperatur (z. B. im Hitzestress oder bei Infektionen)</li><li>• Stoffwechselstörungen (typisch für Ketosen)</li><li>• Hohe Gesamtsäure- bzw. Essigsäurekonzentration in Silagen</li><li>• Mangel an Tränkwasser (s. Kapitel 4.2)</li><li>• Mängel in der Futtermittel- und Fütterungshygiene (s. Kapitel 4.3)</li><li>• „Nacherwärmung“ von Silagen (Hefenbedingte aerobe Umsetzungen → Einbußen von 1–5 kg TM/ Tag)</li><li>• Tier/Fressplatz-Relation &gt; 1,2:1 → Risiken für rangniedere Tiere</li></ul>

TM-Aufnahme unter dem Einfluss **weiterer** vorteilhaft oder auch nachteilig wirkender Faktoren, die in der Schätzung unberücksichtigt blieben

Fördernde Einflüsse	Hemmende Einflüsse
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großzügiges Angebot des Futters, d. h. Inkaufnahme von Futterresten</li> <li>• Sicherung einer kontinuierlichen Verfügbarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkrankungen/Schmerzen</li> <li>• Stalltemperaturen von deutlich <math>&gt; 20^{\circ}\text{C}</math>, insbesondere bei hoher Luftfeuchte</li> </ul>
<p>➤ Klima / Stallklima / THI-Auswirkungen</p> <p>➤ Silage-Aufnahme bei unterschiedlichem Siliererfolg</p> <p>➤ Bedeutung der Grundfutterbearbeitung / Häcksellänge etc.</p>	
<p>sind ca. 50–60 %</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GF-Kombinationen (z. B. Grassilage mit Maissilage)</li> <li>• Ergänzung mit sehr schmackhaften Komponenten / FM wie z. B. Melasse oder Salz</li> </ul>	<p>hygiene (s. Kapitel 4.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Nacherwärmung“ von Silagen (Hefenbedingte aerobe Umsetzungen → Einbußen von 1–5 kg TM/ Tag)</li> <li>• Tier/Fressplatz-Relation <math>&gt; 1,2:1</math> → Risiken für rangniedere Tiere</li> </ul>

## Diskussions-/kritikwürdig:

- Maximale TM-Aufnahme nur unter 2 Prämissen:
  - höchste Verdaulichkeit des Grobfutters  
**und / oder** (?)
  - erhebliche Konzentratfuttermengen/-anteile
- Grenzen der TM-Aufnahme (individuell variabel)
  - Umfang der Grobfutterverdrängung (?)
  - Mechanismen bei echter TMR (?)
  - letztlich NDF-bedingt (?)
- Primat für die Milchkuhfütterung (?)
  - Grobfutter von obligatem Grünland und
  - Konzentratfutter nur aus „non human edible sources“

## TM-Aufnahme von Milchkühen – **Anregungen/Perspektiven**

- folgt eben nicht einfach dem Energiebedarf (negative Energiebilanz)
- ein höchst komplexer Vorgang, mit vielen Einflussfaktoren und Abhängigkeiten
- ist selbst eine Leistung, die zur Belastung werden kann  
(s. Reaktion bei hohen THI-Werten)
- ist an sich ein bedarfsmodulierender Faktor  
(s. endogene Verluste für Protein und andere Nährstoffe)
- ist Voraussetzung für **und** Ausdruck von Gesundheit bzw. Tierwohl
- **ist leider nicht in gleichem Maße gestiegen wie die Milchleistung**

*Bezug der Leistung und TM-Aufnahme auf Kuh und Tag/Jahr, auf die Körpermasse oder auf die Art des Futters (Grob-/Konzentratfutter)/Ressourcen-Nutzung (Jersey / Holstein amerikanischer bzw. neuseeländischer Genetik)*

- GfE **2001**: unerwähnt (nicht Energie / kein Nährstoff)
  
- GfE **2023**: von Einzelfällen (z. B. technische Pannen u. ä.) abgesehen, hier kaum/kein leistungslimitierender Faktor, aber
  - Voraussetzung für hohe TM-Aufnahme,
  - Rolle/Bedeutung für Thermoregulation, d. h. die Sicherung einer „normalen“/ physiologischen Körpertemperatur,
  - Variation der Wasseraufnahme durch klimatische Gegebenheiten **und** TM-Aufnahme sowie die Milchleistung,
  - jegliche Limitierung ist schon aus Tierschutzgründen abzulehnen.

## Quantitative Aussagen

### ■ Schätzgleichungen

- je nach verfügbaren Daten sind verschiedene Regressionsgleichungen zu nutzen

### ■ Orientierungswerte („Faustzahlen“)

- Einfluss der TM-Aufnahme
- und des Konzentratanteils

**oder**

**TM-Aufnahme (kg) x 4 = l Wasser**

Phase	Formel	Autoren
Rinder- aufzucht	$y = - 5,205 + 0,038 \cdot KM + 0,610 \cdot \text{mittlere Umgebungstemperatur } (^{\circ}\text{C}) + 0,098 \cdot \text{GF-Anteil in der Ration (\% der TM)} - 0,086 \cdot \text{rel. Luftfeuchtigkeit (\%)} + 0,530 \cdot \text{TM-Aufnahme in kg}$	Grabow et al. (2009)
Trocken- stehende Kühe	$y = - 10,34 + 0,2296 \cdot \text{TM-Konzentration der Ration (\%)} + 2,212 \cdot \text{TM-Aufnahme in kg} + 0,03944 \cdot \text{CP-Konzentration der Ration (\% der TM)}$	Holter und Urban (1992)
Laktierende Kühe	$y = - 26,12 + 1,516 \cdot \text{mittlere Umgebungstemperatur } (^{\circ}\text{C}) + 1,299 \cdot \text{Milchmenge (kg/Tag)} + 0,058 \cdot KM \text{ (kg)} + 0,406 \cdot Na\text{-Aufnahme (g/Tag)}$	Meyer et al. (2004)
Laktierende Kühe	$y = - 91,1 + 2,93 \cdot \text{TM-Aufnahme (kg)} + 0,61 \cdot \text{TM-Konzentration der Ration (\%)} + 2,70 \cdot Na \text{ (g/kg TM)} + 1,59 \cdot K \text{ (g/kg TM)} + 2,49 \cdot \text{CP-Konzentration der Ration (\%)} + 0,76 \cdot \text{mittlere tägliche Umgebungstemperatur } (^{\circ}\text{C})$	Appuhamy et al. (2016)

Milchleistung (kg/Tag)	15	25	35	45
TM-Aufnahme (kg/Tag)	16 – 18	19 – 21	22 – 24	25 – 27
Tränkwasseraufnahme in Relation (l/kg TM) <sup>1</sup> Tränkwasseraufnahme (l/Tag)	3,2	3,8	<b>4,0</b>	4,3
- Ø Tagestemperatur: ~ 19,1 °C <sup>2</sup>	51 – 58	72 – 80	88 – 96	108 – 116
- um 10 °C höhere Temperatur <sup>3</sup>	65 – 70	85 – 95	100 – 110	120 – 130

## Wasserqualität

- Richtwerte für die Tränkwasserqualität (nicht Trinkwasser!)
  - chemische, physikalische und mikrobiologische Parameter (Kamphues et al. 2007)
- Einzelbetrieblich mögliche Herausforderungen/Risiken
  - Nitrat, Nitrit, Sulfat, Eisen (teils sehr spezifische Effekte)
  - Kontaminationen je nach Herkunft des Wassers (z. B. Regenwasser von Dachflächen etc.)
  - Hauptproblem der Praxis: Verunreinigung mit Kot und Harn der Tiere (→ Tränketchnik)
  - Eintragspfad für bestimmte Umweltchemikalien (u. a. PCB... flussnahe Weideflächen)

## ■ **Futtermittel- bzw. Fütterungshygiene:**

Vermeidung/Minimierung von **Kontaminationen biologischer, chemischer und physikalischer Art**

→ rechtliche Basis: FM-Hygiene-VO 183/2005

## ■ **Futtermittel-Hygiene** (nur Epiphyten in bestimmter Zahl):

(Tränkwasser: s. vorher)

Differenzierung hilfreich/sinnvoll:

- Grobfuttermittel (insbesondere Silagen)
- Konzentratfuttermittel (Getreide, diverse Nebenprodukte)

## ■ **Fütterungshygiene** (im engeren Sinne):

Vorgänge/Technische Voraussetzungen (umfasst Lagerung, Verteilung, Angebot des Futters)

- Lagerung des Grob- und Konzentratfutters
- Mischen (TMR-Technik u. a.)
- Zuteilung/Art des Angebots (mit diversen Vor- und Nachteilen)



## Futtermittelhygiene

### ■ Mikroorganismen (Orientierungswerte)

#### – Grobfuttermittel nach VDLUFA (2017)

	Mesophile aerobe Bakterien $\times 10^6$ KbE/g			Schimmel- und Schwärzepilze $\times 10^3$ KbE/g			Hefen $\times 10^5$ KbE/g
Keimgruppe (KG)	1	2	3	4	5	6	7
Maissilage	0,4	0,2	0,03	5	5	5	10
Grassilage <sup>2</sup>	0,2	0,2	0,01	5	5	5	2
Heu	30	2	0,15	200	100	5	1,5
Stroh	100	2	0,15	200	100	5	4

## Futtermittelhygiene

- Neben den o.g. Einzel-FM auch **TMR-Ergebnisse** nach **Cogan et al. 2016** (KBE  $\log_{10}/g$ )

Probenmaterial	MS-bilden- de Keime	Nicht-MS- bildende Keime	Enterobac- teriaceae	Schimmel- pilze	Hefen
Grassilagen					
$\bar{x}$	5,00	4,41	0,52	2,32	2,04
s	2,15	2,66	1,44	3,48	2,51
Maissilagen					
$\bar{x}$	6,03	5,46	1,13	1,64	3,90
s	2,01	1,85	2,09	2,98	2,54
TMR					
x	6,70	6,67	3,19	3,50	4,27
s	1,85	2,04	2,40	2,89	2,21

## ■ Futtermittelhygiene:

Vermutlich häufigstes Problem der Praxis: die „**Nacherwärmung**“  
(oder „Nachgärung“)/die mangelnde **aerobe Stabilität von Silagen**



## ■ Sauerstoff-Verfügbarkeit für Hefen

- Milchsäure-Abbau und pH-Anstieg
  - fehlendes konservierendes Agens/Milieu

## ■ Einbußen bzgl. sensorischer Qualität der Silagen

- geringere Grobfutteraufnahme/peNDF-Aufnahme
  - forciertes Risiko für Pansenacidose, insbes. wenn zur Kompensation der geringeren GF-Aufnahme mehr Konzentratfutter angeboten wird/zum Einsatz kommt!



## Zusammenfassung:

- Eine sehr hohe TM-Aufnahme ist eine **LEISTUNG** der **Kuh** und der **Tierhaltung** bzw. -**zucht**<sup>1)</sup>
- und hat als Voraussetzung eine
  - adäquate **Tränkwasserversorgung** sowie
  - ein hohes Niveau in der **Fütterungshygiene** !

<sup>1)</sup> Langfristig: „... sind Höhe wie Verlauf der Milchleistung in der Laktation und das Futteraufnahmevermögen besser aufeinander abzustimmen.“



Ein herzlicher Dank gilt  
Herrn **PD Dr. Leonard Gruber**,  
Gumpenstein, Österreich, ohne dessen  
grundlegende Auswertungen, Gedanken,  
Anregungen, Kritik und Diskussion als  
Sachverständiger im Ausschuss der  
vorliegende Beitrag so gar nicht möglich  
gewesen wäre

sowie

Frau **Dr. Hanna Rieger**, die mich zum  
Beginn der Arbeiten an diesem Kapitel  
zwischen 2017 und 2019 maßgeblich  
unterstützte.