

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:

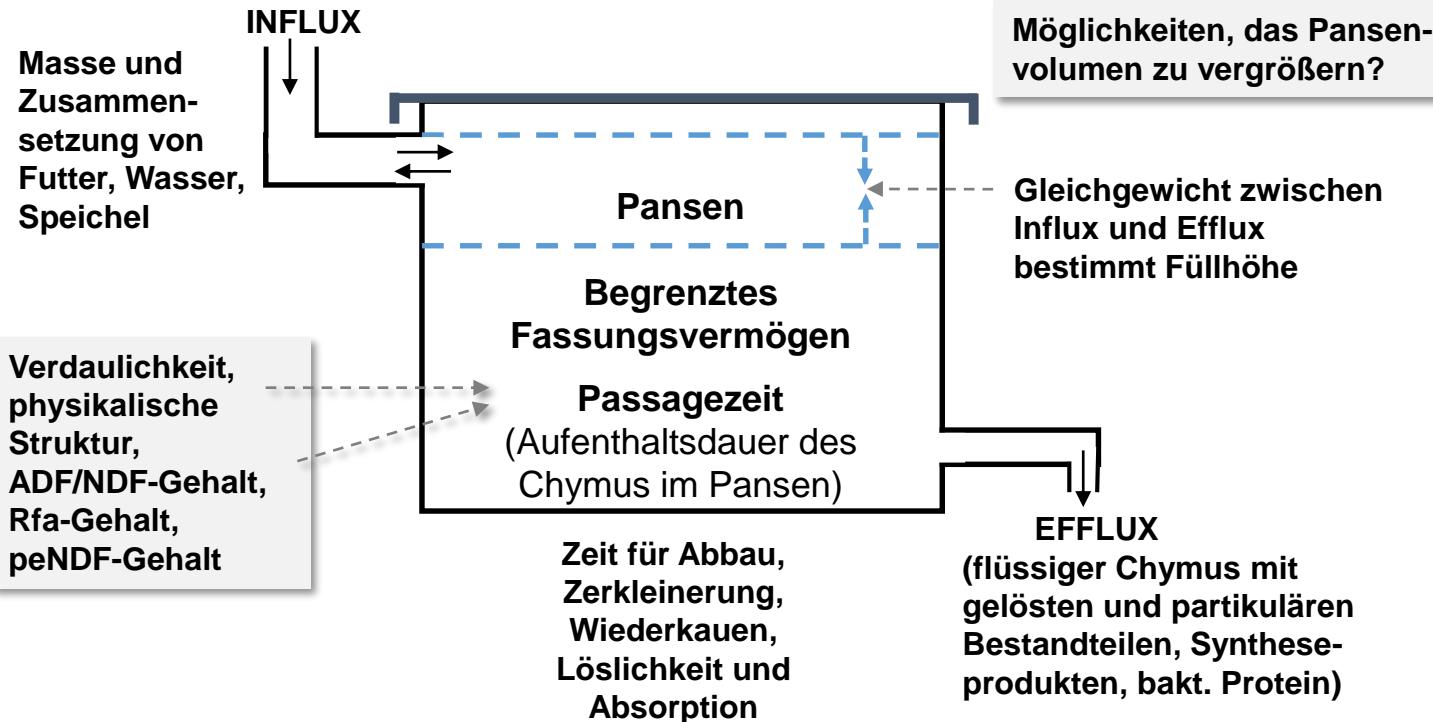
Energiebedarf

Energiedichte/kg TM

d. h.

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

„Der Topf hat einen Deckel“



GfE 2023: ORIENTIERUNGSWERTE-Tabelle

Faktoren
Tier, Leistungen
Umwelt

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)¹⁾

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

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

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

¹⁾ Nach Hayirli et al. 2003

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

➤ laktierende Kühe unter Berücksichtigung der Haupteinflussfaktoren¹⁾

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

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

- Managementniveau (Betriebseinfluss)

GfE 2023: Schätzung/Vorhersage der TM-Aufnahme für laktierende Kühe¹⁾

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

2,5-3,0
% d. KM

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

GfE 2023: Schätzung/Vorhersage der TM-Aufnahme für laktierende Kühe¹⁾

ECM-Herden- jahresleistung, kg	Laktations- tag	ECM- Leistung kg/Tag	TM-Aufnahme, kg/Tag				Grobfutter ME, MJ/kg TS Anteil Konz. %
			1. Laktation		≥ 2. Laktation		
KM ¹⁾ , kg			< 600	~ 650	650 – 700	700 – 750	
5.000 (1. Lak.) bzw. 6.000 (≥ 2. Lak.)	< 120	≥ 25	14 – 15	15 – 17	17 – 18	18 – 19	10-10,5 30-20
	120 – 240	20 – 25	14 – 15	16 – 17	17 – 18	18 – 19	
	> 240	< 20	13 – 14	15 – 16	16 – 17	17 – 18	
7.000 (1. Lak.) bzw. 8.000 (≥ 2. Lak.)	< 120	≥ 30	16 – 18	18 – 19	19 – 20	20 – 21	10,5-11 40-25
	120 – 240	25 – 30	17 – 18	18 – 19	19 – 20	20 – 21	
	> 240	< 25	16 – 17	17 – 18	17 – 19	18 – 20	
9.000 (1. Lak.) bzw. 10.000 (≥ 2. Lak.)	< 120	≥ 35	18 – 20	20 – 21	23 – 24	24 – 25	11-11,5 50-35
	120 – 240	25 – 35	18 – 20	19 – 21	22 – 24	23 – 25	
	> 240	< 25	17 – 18	18 – 19	19 – 22	20 – 23	
12.000 (≥ 2. Lak.) ¹⁾	< 120	≥ 45	für 1. Lak. nicht abgeleitet, da eher selten		24 – 26	25 – 27	11,5 55-40
	120 – 240	30 – 45			23 – 26	24 – 27	
	> 240	< 30			20 – 23	21 – 24	

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

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">• Großzügiges Angebot des Futters, d. h. Inkaufnahme von Futterresten• Sicherung einer kontinuierlichen Verfügbarkeit des Futterangebots	<ul style="list-style-type: none">• Erkrankungen/Schmerzen• Stalltemperaturen von deutlich $> 20^{\circ}\text{C}$, insbesondere bei hoher Luftfeuchte
<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">• GF-Kombinationen (z. B. Grassilage mit Maissilage)• Ergänzung mit sehr schmackhaften Komponenten / FM wie z. B. Melasse oder Salz	
<p>hygiene (s. Kapitel 4.3)</p>	
<ul style="list-style-type: none">• „Nacherwärmung“ von Silagen (Hefenbedingte aerobe Umsetzungen → Einbußen von 1–5 kg TM/Tag)• Tier/Fressplatz-Relation $> 1,2:1$ → Risiken für rangniedere Tiere	

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 = I Wasser

Phase	Formel	Autoren
Rinder- aufzucht	$y = -5,205 + 0,038 \cdot KM + 0,610 \cdot \text{mittlere Umgebungstemperatur } (^{\circ}\text{C}) + 0,098 \cdot \text{GF-Anteil in der Ration } (\%) \text{ der TM}$ $- 0,086 \cdot \text{rel. Luftfeuchtigkeit } (\%) + 0,530 \cdot \text{TM-Aufnahme in kg}$	Grabow et al. (2009)
Trocken- stehende Kühe	$y = -10,34 + 0,2296 \cdot \text{TM-Konzentration der Ration } (\%) + 2,212 \cdot \text{TM-Aufnahme in kg} + 0,03944 \cdot \text{CP-Konzentration der Ration } (\%) \text{ der TM}$	Holter und Urban (1992)
Laktierende Kühe	$y = -26,12 + 1,516 \cdot \text{mittlere Umgebungstemperatur } (^{\circ}\text{C}) + 1,299 \cdot \text{Milchmenge } (\text{kg/Tag}) + 0,058 \cdot KM \text{ (kg)} + 0,406 \cdot \text{Na-Aufnahme } (\text{g/Tag})$	Meyer et al. (2004)
Laktierende Kühe	$y = -91,1 + 2,93 \cdot \text{TM-Aufnahme } (\text{kg}) + 0,61 \cdot \text{TM-Konzentration der Ration } (\%)$ $+ 2,70 \cdot \text{Na } (\text{g/kg TM}) + 1,59 \cdot \text{K } (\text{g/kg TM}) + 2,49 \cdot \text{CP-Konzentration der Ration } (\%) + 0,76 \cdot \text{mittlere tägliche Umgebungstemperatur } (^{\circ}\text{C})$	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) ¹	3,2	3,8	4,0	4,3
Tränkwasseraufnahme (l/Tag)				
- Ø Tagestemperatur: ~ 19,1 °C ²	51 – 58	72 – 80	88 – 96	108 – 116
- um 10 °C höhere Temperatur ³	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 (→ Tränketechnik)
 - 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
Maissilage	0,4	0,2	0,03	5	5	5	10
Grassilage ²	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-bildende Keime	Nicht-MS-bildende Keime	Enterobacteriaceae	Schimmel-pilze	Hefen
Grassilagen \bar{x}	5,00	4,41	0,52	2,32	2,04
	2,15	2,66	1,44	3,48	2,51
Maissilagen \bar{x}	6,03	5,46	1,13	1,64	3,90
	2,01	1,85	2,09	2,98	2,54
TMR \bar{x}	6,70	6,67	3,19	3,50	4,27
	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**¹⁾
- und hat als Voraussetzung eine
 - adäquate **Tränkwasserversorgung** sowie
 - ein hohes Niveau in der **Fütterungshygiene** !

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

Futter- und Wasseraufnahme sowie Aspekte der Fütterungshygiene



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.