

Leitfaden zur Proteinbewertung und -versorgung von Milchkühen

**nach den Empfehlungen zur Energie- und
Nährstoffversorgung von Milchkühen (GfE 2023)**



Leitfaden zur Proteinbewertung und -versorgung von Milchkühen

nach den Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen (GfE 2023)

Autoren

- Dr. Georg Terler, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, Österreich
- Dr. Christian Böttger, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Bad Sassendorf
- Dr. Detlef Kampf, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Frankfurt am Main

Co-Autoren

- Silke Ausmeier, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Frankfurt am Main
- Nina Hübner, For Farmers, Langförder
- Dr. Bernd Losand, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Sanitz
- Dr. Michael Lüke, Deutscher Verband Tiernahrung, Bonn
- Matthias Oskamp, Agravis Raiffeisen, Münster
- Dr. Katharina Pfeil, Kemin Deutschland, Heimbach
- Dr. Wolfram Richardt, Landwirtschaftliche Kommunikations- und Servicegesellschaft, Lichtenwalde
- Dr. Thomas Schmidt, Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie Deutschland, Berlin
- Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Köllitsch
- Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn
- Larissa Waltenberg, Deutsche Tiernahrung Cremer, Düsseldorf
- Dr. Hartwig Wellmann, LUFA Nord-West, Oldenburg

Erarbeitet von der Arbeitsgruppe „Sicherung der Proteinversorgung der Milchkuh zur Umsetzung von GfE (2023)“ des DLG-Arbeitskreises Futter & Fütterung

Zitiervorschlag:

DLG [Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft] 2025.
Leitfaden zur Proteinbewertung und -versorgung von Milchkühen
nach den Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung
(GfE 2023). DLG-Arbeitskreis Futter & Fütterung. DLG-Merkblatt 504,
DLG e.V., Frankfurt am Main.

Titelbild: © Adobe Stock (Littlewolf1989)

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung

Herausgeber:

DLG e.V.

Fachzentrum Landwirtschaft und Lebensmittel
Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

1. Auflage, Stand 10/2025

© 2025

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder (auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung) sowie Bereitstellung des Merkblattes im Ganzen oder in Teilen zur Ansicht oder zum Download durch Dritte nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Servicebereich Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main, Tel. +49 69 24788-209, m.biallowons@dlg.org



Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	4
1. Einleitung	6
2. Anwendung in der Futtermittelanalytik	6
2.1 Benötigte Analysen für die Proteinbewertung	6
2.2 Ermittlung des dünndarmverdaulichen, mikrobiellen Rohproteins	8
2.3 Ermittlung des dünndarmverdaulichen, im Pansen nicht abgebauten Rohproteins	9
2.4 Ermittlung des dünndarmverdaulichen Proteins	11
2.5 Aminosäurenbewertung	11
3. Anwendung in der Rationsberechnung und -kontrolle	12
3.1 Festlegung der Rationszusammensetzung und Schätzung der Futteraufnahme	12
3.2 Ermittlung des Futteraufnahmeniveaus	12
3.3 Anpassung der Konzentration an dünndarmverdaulichem, mikrobiellem Rohprotein an das Futteraufnahmeniveau	13
3.4 Anpassung der Konzentration an dünndarmverdaulichem, im Pansen nicht abgebautem Rohprotein an das Futteraufnahmeniveau	13
3.5 Ermittlung der Aufnahme an dünndarmverdaulichem Protein	14
3.6 Ermittlung von Rationskennzahlen	14
3.7 Ermittlung der ruminalen mikrobiellen Differenz	15
3.8 Ermittlung des Proteinbedarfs	15
3.9 Ermittlung des Aminosäurenbedarfs	17
3.10 Sicherstellung der N-Versorgung der Pansenmikroben durch Einstellung der RMD	18
4. Berechnungsbeispiel	18
5. Abschließende Bemerkungen	18
6. Quellenverzeichnis	19

Abkürzungsverzeichnis

a	rasch abbaubare (lösliche) Fraktion des Futter-Rohproteins [in % des CP]
AA	Aminosäure (amino acid)
ADFom	Säure-Detergenzien-Faser nach Veraschung (acid detergent fibre expressed exclusive residual ash)
AfBN	Ausschuss für Bedarfsnormen der GfE
aNDFom	Neutral-Detergenzien-Faser nach Amylasebehandlung und Veraschung (neutral detergent fibre assayed with a heat stable amylase and expressed exclusive residual ash)
b	potenziell abbaubare Fraktion des Futter-Rohproteins [in % des CP]
c	Abbaurrate (Abbaugeschwindigkeit) der Fraktion b [in %/h]
CA	Rohasche (crude ash)
CL	Rohfett (crude lipid)
CP	Rohprotein (crude protein) [N • 6,25]
DOM	verdauliche Organische Masse (digestible organic matter) [in g; g/kg]
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EDG	effektiver Abbau (effective degradation) des Futter-Rohproteins
eHFT	erweiterter Hohenheimer Futterwerttest
FAN	Futteraufnahmeniveau
FAN1	Futteraufnahmeniveau auf Erhaltungsniveau [50 g TM/kg ^{0,75} KM]
FANi	realisiertes Futteraufnahmeniveau [Vielfaches von 50 g TM/kg ^{0,75} KM]
GB	Gasbildung (24 h im Hohenheimer Futterwerttest)
GE	Bruttoenergie (gross energy)
GF	Grobfutter
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
k	ruminale Passagerate des Verdauungsbreis [in %/h]
KF	Konzentratfutter
kg ^{0,75}	metabolische Körpergröße [in kg ^{0,75} KM]
KM	Körpermasse [in kg]
lag	Verzögerungszeit des ruminalen CP-Abbaus [in h]
Lys	Lysin
MAA	mikrobielle Gesamt-Aminosäuren (microbial total AA)
MCP	mikrobielles Rohprotein (microbial crude protein)
Met	Methionin
MF	Mischfuttermittel
MJ	Megajoule
N	Stickstoff (nitrogen)
OFN	unvermeidlicher Kot-N-Verlust (obligatory faecal nitrogen loss)
OM	Organische Masse (organic matter)
OMD	Verdaulichkeit der Organischen Masse (organic matter digestibility) [in %]
OUN	unvermeidlicher Harn-N-Verlust (obligatory urinary nitrogen loss)
RDP	im Pansen abgebautes Futter-Rohprotein (ruminally degraded crude protein)
RK	Rationskomponente
RMD	ruminale mikrobielle Differenz (Differenz aus RDP und MCP) [in g N]
SF	Saffutter
sid	dünndarmverdaulich (small intestinal digestible)
siD	Dünndarmverdaulichkeit (small intestinal digestibility)
sidAA	dünndarmverdauliche Gesamt-Aminosäuren (small intestinal digestible total AA) [in g]
sidLys	dünndarmverdauliches Lysin (small intestinal digestible lysine) [in g]

Leitfaden zur Proteinbewertung und -versorgung von Milchkühen

sidLys aus UDP	dünndarmverdauliches, im UDP enthaltenes Lysin [in g]
siDMAA	Dünndarmverdaulichkeit der mikrobiellen Gesamt-Aminosäuren (MAA) [in %]
siDMLys	Dünndarmverdaulichkeit des in den MAA enthaltenen Lysins [in %]
sidP	dünndarmverdauliches Protein (small intestinal digestible protein) [in g]
sidP aus MCP	dünndarmverdauliches mikrobielles Protein (= dünndarmverdauliche mikrobielle Gesamt-Aminosäuren, MAA) [in g]
sidP aus UDP	dünndarmverdauliches UDP des Futter-Rohproteins [in g]
siDUDAA	Dünndarmverdaulichkeit der im UDP enthaltenen Aminosäuren
siDUDLys	Dünndarmverdaulichkeit des im UDP enthaltenen Lysins [in %]
siDUDP	Dünndarmverdaulichkeit des UDP des Futter-Rohproteins [in %]
SN	N-Verlust über die Körperoberfläche (surface nitrogen loss)
ST	Stärke
TM	Trockenmasse
UDAA	im Pansen nicht abgebaute Aminosäuren aus dem Futter (ruminally undegraded amino acids)
UDP	im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein (ruminally undegraded crude protein)
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
ZU	Zucker

1. Einleitung

Im Jahr 2023 wurden vom Ausschuss für Bedarfsnormen (**AfBN**) der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (**GfE**) neue Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen veröffentlicht (GfE 2023). Diese ersetzen die bisherigen Empfehlungen (GfE 2001). In die neuen Empfehlungen gehen wichtige, neue wissenschaftliche Erkenntnisse ein, welche in den Empfehlungen aus dem Jahr 2001 noch nicht berücksichtigt werden konnten. Insbesondere die Prozesse der N-Umsetzungen im Verdauungstrakt beim Wiederkäuer werden durch die neue Methodik deutlich besser abgebildet. Diese detailliertere Berücksichtigung der Verdauungsvorgänge im Tier erfordert jedoch eine grundlegende Änderung der Proteinbewertung sowie der Rationsberechnung und -kontrolle. Die bislang verwendete Kennzahl „nutzbares Rohprotein am Duodenum“ (nXP) hat ausgedient und wird durch das „dünndarmverdauliche Protein“ (**sidP**) ersetzt. Zudem enthalten die neuen Empfehlungen auch Anleitungen zur Ermittlung der „dünndarmverdaulichen Aminosäuren“ (**sidAA**), womit zukünftig Proteinbewertung und Rationsberechnung auch auf der Ebene der Aminosäuren möglich sind. All diese Neuerungen gestatten eine exaktere Beschreibung des Proteinwerts von Futtermitteln. Dieser Leitfaden dient als Ergänzung zu den neuen GfE-Empfehlungen und soll eine klare und eindeutige Richtlinie darstellen, wie Futtermittelanalysen sowie Rationsberechnungen und -kontrollen in Zukunft durchzuführen sind.

2. Anwendung in der Futtermittelanalytik

Die in GfE (2023) beschriebenen Neuerungen haben wesentliche Auswirkungen auf die Bestimmung und Angabe des Proteinwerts von Einzel- und Mischfuttermitteln. Die Unterschiede zur bisherigen Methodik der Proteinbewertung liegen vor allem in der neuen maßgeblichen Kennzahl des Proteinwerts (sidP) und in der Herangehensweise zur Ermittlung der sidP-Konzentration in Futtermitteln. Zur Sicherstellung der N-Versorgung der Mikroben in den Vormägen wird die ruminale mikrobielle Differenz (**RMD**) herangezogen. Mit der Anwendung der neuen Empfehlungen wird zur Beschreibung der Menge eines Nährstoffs in einem kg Trockenmasse (g/kg **TM**) der Begriff „Konzentration“, anstatt wie bisher „Gehalt“, verwendet. In der Folge wird im Detail beschrieben, welche Analysen erforderlich sind und wie sidP und sidAA für Einzel- und Mischfuttermittel berechnet werden können.

2.1 Benötigte Analysen für die Proteinbewertung

Die exakte Ermittlung des sidP setzt die Kenntnis einer Reihe von chemischen Analysenwerten voraus, welche in Tabelle 1 zusammengefasst dargestellt werden. Zudem sind in dieser Tabelle auch geeignete Labormethoden zur Ermittlung der Analysenwerte sowie dazugehörige Methodenvorschriften angeführt.

In GfE (2023) sind auch der erweiterte Hohenheimer Futterwerttest (**eHFT**), die chemische Rohproteinfraktionierung und der enzymatische Abbau des Rohproteins (**CP**) als Verfahren zur Schätzung des im Pansen nicht abgebauten Futter-Rohproteins (**UDP**) angegeben. Im Gegensatz zur *in-situ*-Methode (GfE 2023) können diese Verfahren nach derzeitigem Stand nicht zur Schätzung der Parameter des CP-Abbaus (**a**, **b**, **c** und **lag**) verwendet werden, die für die Anwendung der in diesem Leitfaden beschriebenen Methode benötigt werden. Deshalb sind diese Verfahren in Tabelle 1 nicht angeführt. Grundsätzlich wäre es jedoch möglich, wünschenswert und notwendig, die Verfahren weiterzuentwickeln, sodass sie in Zukunft auch zur Schätzung der Parameter des CP-Abbaus anwendbar sind.

Sollte die chemische Analyse bestimmter Kennzahlen nicht möglich sein, kann auf Futterwerttabellen zurückgegriffen werden. Folgende Tabellenwerke werden empfohlen (Stand: 07/2025):

- DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (DLG 2025a, www.dlg.org/landwirtschaft/tierhaltung/futtermittelnet)
- Rohproteinabbaubarkeit von Futtermitteln (Titze et al. 2024, Online-Tabelle, <https://zenodo.org/records/8245758>)
- UDP-Verdaulichkeit von Futtermitteln im Dünndarm (**sidUDP** = Dünndarmverdaulichkeit des UDP des Futter-Rohproteins, **sidUDAA** = Dünndarmverdaulichkeit der im UDP enthaltenen Aminosäuren): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen (GfE 2023, S. 274-280)

Für Mischfuttermittel wird empfohlen, möglichst alle in Tabelle 1 genannten Futterwertkennzahlen analytisch zu ermitteln. Wenn das für eine oder mehrere Kennzahlen nicht möglich ist, so sind diese rechnerisch unter Anwendung der Analysen der Einzelfuttermittel oder von Tabellenwerten zu ermitteln. Die Angabe der in Tabelle 1

Leitfaden zur Proteinbewertung und -versorgung von Milchkühen

Tabelle 1: Für die Proteinbewertung notwendige Analysen und empfohlene Analysemethoden inkl. Methodenvorschriften

Analyse/Kennzahl	Benötigt zur Berechnung von	Methodenvorschrift
Rohprotein (CP)	GE, UDP	VO (EG) 152/2009, Anhang III, C; Durchführungsverordnung 2024/771
Rohfett (CL)	GE	VO (EG) 152/2009, Anhang III, H; 2024
Stärke (ST)	GE	VO (EG) 152/2009, Anhang III, L; 2024
Zucker (ZU)	GE	VO (EG) 152/2009, Anhang III, J; 2024
Rohasche (CA)	GE, MCP	VO (EG) 152/2009, Anhang III, M; 2024
Brennwert (GE) – Kalorimetrie	GE	DIN EN ISO 9831: 2004-02
Neutral-Detergenzien-Faser nach Amylase-behandlung und Veraschung (aNDFom)	MCP	VDLUFA MB Bd. III, 6.5.1, 8. Ergänzung, 2012
Säure-Detergenzien-Faser nach Veraschung (ADFom)	MCP	VDLUFA MB Bd. III, 6.5.2, 8. Ergänzung, 2012
Enzymlösliche organische Substanz (ELOS)	MCP	VDLUFA MB Bd. III, 6.6.1, 2018
Gasbildung (24 h im Hohenheimer Futterwert-test; GB)	MCP	VDLUFA MB Bd. III, 25.1, 8. Ergänzung, 2012
Verdaulichkeit der Organischen Masse (OMD) – <i>in-vivo</i>	MCP	GfE (1991)
<i>in-situ</i> -Methode	a, b, c, lag, UDP	GfE (2022)
Mobile-bag-Technik – <i>in-sacco</i>	sidP, sidAA	Hvelplund et al. (1992)
Dreistufiges Verfahren – <i>in-situ/in-vitro</i>	sidP, sidAA	Calsamiglia und Stern (1995)
Aminosäuren-Konzentrationen	sidAA	VO (EG) 152/2009, Anhang III, F; 2024

GE = Bruttoenergie; UDP = im Pansen nicht abgebautes Rohprotein; MCP = mikrobielles Rohprotein; Kenngrößen zum Protein:
a = rasch abbaubare Fraktion, b = potenziell abbaubare Fraktion, c = Abbaurate der Fraktion b, lag = Verzögerungszeit des Abbaus im Pansen;
sidP = dünn darmverdauliches Protein; sidAA = dünn darmverdauliche Aminosäuren

genannten Futterwertkennzahlen ist in jedem Fall erforderlich, da all diese Kennzahlen für eine vollständige Rationsberechnung notwendig sind. Die rechnerische Ermittlung erfolgt durch Multiplikation der jeweiligen Futterwertkennzahl eines Futtermittels mit dessen Anteil im Mischfuttermittel und anschließender Aufsummierung aller Mischfuttermittelkomponenten, wie in folgendem Beispiel für CP dargestellt:

Gleichung 1:

$$\begin{aligned}
 CP_{MF} &= CP_{F1} \\
 &\quad \cdot \% \text{ der } TM_{F1} \div 100 \\
 &+ CP_{F2} \\
 &\quad \cdot \% \text{ der } TM_{F2} \div 100 \\
 &+ \dots + CP_{Fn} \\
 &\quad \cdot \% \text{ der } TM_{Fn} \div 100
 \end{aligned}$$

CP = Rohproteinkonzentration in g/kg Trockenmasse (TM); MF = Mischfuttermittel;
F1, F2 und Fn = Komponenten des Mischfuttermittels; % der TMFn = Anteil der Komponenten Fn im Mischfuttermittel in % der TM

Das Ergebnis dieser Berechnung ist der gewichtete Mittelwert einer Futterwertkennzahl in einem Mischfuttermittel. In diesem Beispiel erfolgte die Gewichtung (%-Wert) der einzelnen Mischungskomponenten nach deren TM-Anteil

an der Gesamt-TM der Mischung. Jedoch darf eine Gewichtung nach dem Anteil an der Gesamt-TM nur dann erfolgen, wenn sich die Futterwertkennzahl auf die TM bezieht, das heißt wenn die Einheit z. B. g/kg TM ist. Wird eine Futterwertkennzahl in g/kg Organische Masse (**OM**) angegeben, so sind die einzelnen Komponenten der Futtermischungen nach dem Anteil der OM der jeweiligen Komponente an der gesamten OM der Mischung zu gewichten. Obwohl bei einzelnen Berechnungen Konzentrationen in g/kg OM benötigt werden, wird empfohlen, bei Futtermitteln (wie gewohnt) ausschließlich die Konzentration in g/kg TM anzugeben. Damit soll vermieden werden, dass bei der Berechnung der Nährstoffkonzentration von Mischfuttermitteln falsche Gewichtungsmethoden angewandt werden. Sollte für eine Berechnung die Konzentration eines Nährstoffs in g/kg OM benötigt werden, so lässt sich diese auf einfache Weise ermitteln (Bsp. Rohprotein: $CP [g/kg OM] = CP [g/kg TM] \div (OM [g/kg TM] \div 1.000)$, wobei $OM = 1.000 - CA$; $CA = \text{Rohasche}$).

Bei den folgenden Futterwertkennzahlen ist eine Gewichtung nach dem TM-Anteil nicht möglich, weshalb hier eine andere Gewichtung anzuwenden ist:

- **Verdaulichkeit der Organischen Masse (OMD):** Gewichtung der Einzelkomponenten nach Anteil in der OM ($OMD_{MF} = OMD_{F1} \cdot \% \text{ der } OM_{F1} \div 100 + \dots + OMD_{Fn} \cdot \% \text{ der } OM_{Fn} \div 100$)
- **Parameter des Rohproteinabbaus (a, b, c, lag):** Gewichtung der Einzelkomponenten nach Anteil im CP ($a_{F1} \cdot \% \text{ des } CP_{F1} \div 100 + \dots + a_{Fn} \cdot \% \text{ des } CP_{Fn} \div 100$)
- **UDP-Verdaulichkeit im Dünndarm (siDUDP):** Gewichtung der Einzelkomponenten nach Anteil im UDP ($siDUDP_{F1} \cdot \% \text{ des } UDP_{F1} \div 100 + \dots + siDUDP_{Fn} \cdot \% \text{ des } UDP_{Fn} \div 100$)
- **UDAA-Verdaulichkeit im Dünndarm (siDUDAA):** Gewichtung der Einzelkomponenten nach Anteil in UDAA ($siDUDAA_{F1} \cdot \% \text{ der } UDAA_{F1} \div 100 + \dots + siDUDAA_{Fn} \cdot \% \text{ der } UDAA_{Fn} \div 100$; UDAA = im Pansen nicht abgebaute Aminosäuren aus dem Futter)

2.2 Ermittlung des dünndarmverdaulichen, mikrobiellen Rohproteins

Nach den Empfehlungen der GfE (2023) hängt der Fluss des mikrobiellen Rohproteins (**MCP**) in den Dünndarm von der Konzentration an verdaulicher organischer Masse (**DOM**) im Futtermittel ab. Bei Futteraufnahme-niveau 1 (FAN1, für Futtermittelanalytik ausschlaggebend) werden pro kg DOM 150 g MCP gebildet. Der **MCP-Fluss in den Dünndarm** kann daher mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 2:} \quad MCP [g/kg TM] &= 150 \\ &\cdot DOM [g/kg TM] \\ &\div 1.000 \end{aligned}$$

MCP = mikrobielles Rohprotein; DOM = verdauliche Organische Masse; TM = Trockenmasse

Die **Berechnung der DOM** eines Futtermittels erfolgt, indem die Konzentration an OM (berechnet als $1.000 - \text{Konzentration an CA}$: $OM = 1.000 - CA [g/kg TM]$) mit der OMD multipliziert wird:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 3:} \quad DOM [g/kg TM] &= OM [g/kg TM] \\ &\cdot OMD [\%] \\ &\div 100 \end{aligned}$$

DOM = verdauliche Organische Masse; OM = Organische Masse; OMD = Verdaulichkeit der Organischen Masse; TM = Trockenmasse

Die **Bestimmung der OMD** kann im Zuge von *in-vivo*-Versuchen direkt am Tier (Rind oder Hammel) erfolgen. Da diese Methode jedoch sehr aufwändig ist und einen Tierversuch darstellt, wird die OMD im Regelfall mit Schätzgleichungen ermittelt, die an *in-vivo* bestimmten Verdaulichkeiten kalibriert wurden. Zur Berechnung der OMD wurden in GfE (2023) verschiedene Gleichungen für verschiedene Futtermittel empfohlen (siehe S. 30 und 31 in GfE 2023 sowie DLG 2025b). In Tabelle 2 ist angeführt, welche Gleichungen für welche Futtermittel empfohlen werden, eine detailliertere Beschreibung zur Ermittlung der OMD enthält der „Leitfaden zur Berechnung der Energiekonzentration von Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Wiederkäuerfütterung“ (DLG 2025b).

Tabelle 2: Gleichungen zur Ermittlung der Verdaulichkeit der organischen Masse (OMD) und deren Anwendung bei verschiedenen Futtermitteltypen

Gleichung – Quelle	OMD-Berechnung [%]	Verwendung – Futtermittel
Menke und Steingäß (1987 und 1988)	$28,49 + 0,7967 \cdot \mathbf{GB} \text{ [ml/200 mg TM]} + 0,0325 \cdot \mathbf{CP} \text{ [g/kg TM]}$	Konzentrat-Mischfuttermittel
Menke und Steingäß (1987 und 1988)	$14,88 + 0,8893 \cdot \mathbf{GB} \text{ [ml/200 mg TM]} + 0,0448 \cdot \mathbf{CP} \text{ [g/kg TM]} + 0,0651 \cdot \mathbf{CA} \text{ [g/kg TM]}$	Grobfutter- und Konzentratfuttermittel
GfE (2017)	$81,71 - 0,0711 \cdot \mathbf{ADFom} \text{ [g/kg OM]} + 0,0195 \cdot \mathbf{ELOS} \text{ [g/kg OM]}$	Grobfutterleguminosen, 1. Aufwuchs
GfE (2017)	$95,72 - 0,0859 \cdot \mathbf{ADFom} \text{ [g/kg OM]} + 0,0964 \cdot \mathbf{GB} \text{ [ml/200 mg OM]}$	Grobfutterleguminosen, 1. Aufwuchs
GfE (2017)	$70,77 - 0,0683 \cdot \mathbf{ADFom} \text{ [g/kg OM]} + 0,0302 \cdot \mathbf{ELOS} \text{ [g/kg OM]}$	Grobfutterleguminosen, Folgeaufwüchse
GfE (2017)	$77,90 - 0,0711 \cdot \mathbf{ADFom} \text{ [g/kg OM]} + 0,2997 \cdot \mathbf{GB} \text{ [ml/200 mg OM]}$	Grobfutterleguminosen, Folgeaufwüchse
GfE (2020)	$64,45 - 0,03814 \cdot \mathbf{ADFom} \text{ [g/kg OM]} + 0,02677 \cdot \mathbf{ELOS} \text{ [g/kg OM]}$	Maisprodukte
GfE (2024)	$12,3 + 0,245 \cdot \mathbf{CL} \text{ [g/kg OM]} + 0,0733 \cdot \mathbf{ELOS} \text{ [g/kg OM]}$	Grasbetonte Grünlandaufwüchse
GfE (2024)	$58,3 + 0,0926 \cdot \mathbf{CP} \text{ [g/kg OM]} - 0,0487 \cdot \mathbf{aNDFom} \text{ [g/kg OM]} + 0,502 \cdot \mathbf{GB} \text{ [ml/200 mg OM]}$	Grasbetonte Grünlandaufwüchse
GfE (2025)	$26,9 + 0,0342 \cdot \mathbf{CP} \text{ [g/kg OM]} + 0,0706 \cdot \mathbf{CL} \text{ [g/kg OM]} - 0,0254 \cdot \mathbf{aNDFom} \text{ [g/kg OM]} + 0,842 \cdot \mathbf{GB} \text{ [ml/200 mg OM]}$	Mischfuttermittel

ADFom = Säure-Detergenzien-Faser, aschefrei; OM = Organische Masse; ELOS = Enzymlösliche Organische Substanz; GB = 24 h Gasbildung im Hohenheimer Futterwerttest; CL = Rohfett; CP = Rohprotein; aNDFom = Neutral-Detergenzien-Faser nach Amylase-Behandlung, aschefrei

Unter **dünndarmverdaulichem mikrobiellem Protein** (sidP aus MCP) versteht man jenen Teil des MCP, der aus Aminosäuren besteht und der tatsächlich dünndarmverdaulich ist (= dünndarmverdauliche mikrobielle Gesamt-Aminosäuren). Der Anteil des Aminosäuren-Stickstoffs im MCP beträgt 78 %, die Dünndarmverdaulichkeit der mikrobiellen Gesamt-Aminosäuren (siDMAA) 85 %. Die Konzentration an sidP aus MCP in einem Futtermittel kann wie folgt berechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 4:} \quad \text{sidP aus MCP [g/kg TM]} &= \text{MCP [g/kg TM]} \\ &\quad \cdot 78 [\%] \div 100 \\ &\quad \cdot 85 [\%] \div 100 \end{aligned}$$

sidP aus MCP = dünndarmverdauliches mikrobielles Protein; MCP = mikrobielles Rohprotein; TM = Trockenmasse

2.3 Ermittlung des dünndarmverdaulichen, im Pansen nicht abgebauten Rohproteins

Für die Ermittlung des UDP benötigt es die Kenntnis der Parameter des Rohproteinabbaus im Pansen:

- a = rasch abbaubare (lösliche) Fraktion des Futter-Rohproteins [in % des CP]
- b = potenziell abbaubare Fraktion des Futter-Rohproteins [in % des CP]
- c = Abbaurate (Abbaugeschwindigkeit) der Fraktion b [in %/h]
- lag = Verzögerungszeit des ruminalen CP-Abbaus [in h]

Die Analyse dieser Abbauparameter ist nur mit zeit- und kostenaufwändigen Methoden möglich. Daher werden in den meisten Fällen Tabellenwerte aus den in Abschnitt 2.1 genannten Futterwerttabellen heranzuziehen

sein.

Des Weiteren wird für die Berechnung des UDP die Passagerate (k, in %/h) des Futtermittels durch den Pansen benötigt. Für die Darstellung von UDP auf Basis FAN1 wird empfohlen, folgende Passageraten für die jeweiligen Futtermittelgruppen (DLG 2025c) zu verwenden:

- Grobfuttermittel: 2,6%/h bzw. 0,026 h⁻¹
- Konzentratfuttermittel: 3,5%/h bzw. 0,035 h⁻¹
- Saftfuttermittel: 2,9%/h bzw. 0,029 h⁻¹

Wichtig zu beachten ist, dass bei der Berechnung des **effektiven Abbaus des Futter-Rohproteins (EDG)** die Abbaurrate c und Passagerate k in h⁻¹ (z. B. 0,026) eingesetzt werden müssen. Die Verwendung von Abbaurrate oder Passagerate in %/h (z. B. 2,6%/h) führt zu falschen Ergebnissen. Liegt die Abbaurrate oder Passagerate in %/h vor, so kann sie durch Division durch 100 in h⁻¹ umgerechnet werden (z. B. c [h⁻¹] = c [%/h] ÷ 100).

Nachdem die Parameter des Rohproteinabbaus (a, b, c, lag) und die Passagerate (k) bekannt sind, ist zunächst der EDG des CP im Pansen zu berechnen:

Gleichung 5:
$$\text{EDG [\%]} = a + ((b \cdot c) \div (c + k)) \cdot (e^{-(k \cdot \text{lag})})$$

EDG = Effektiver Abbau; a = rasch abbaubare CP-Fraktion [in % des CP]; b = potenziell abbaubare CP-Fraktion [in % des CP]; c = Abbaurrate der CP-Fraktion b [in h⁻¹]; lag = Verzögerungszeit des ruminalen CP-Abbaus der unlöslichen Fraktion [in h]; k = ruminale Passagerate des Verdauungsbreis [in h⁻¹]

Mithilfe des EDG kann anschließend die Konzentration an **im Pansen abgebautem Rohprotein (RDP)** eines Futtermittels mit folgender Gleichung berechnet werden:

Gleichung 6:
$$\begin{aligned} \text{RDP [g/kg TM]} &= \text{CP [g/kg TM]} \\ &\quad \cdot \text{EDG [\%]} \\ &\quad \div 100 \end{aligned}$$

RDP = im Pansen abgebautes Rohprotein; CP = Rohprotein; EDG = Effektiver Abbau; TM = Trockenmasse

Aus dieser Gleichung geht auch hervor, dass der EDG gleichzusetzen ist mit dem Anteil des RDP am gesamten Rohprotein (EDG [%] = RDP [%]). Die Menge an CP, die im Pansen nicht abgebaut wird, ist das UDP. Die UDP-Konzentration in einem Futtermittel sowie der Anteil des UDP am gesamten Rohprotein, kann mit folgenden Gleichungen ermittelt werden:

Gleichung 7:
$$\begin{aligned} \text{UDP [g/kg TM]} &= \text{CP [g/kg TM]} \\ &\quad - \text{RDP [g/kg TM]} \end{aligned}$$

UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein; CP = Rohprotein; RDP = im Pansen abgebautes Futter-Rohprotein; TM = Trockenmasse

Gleichung 8:
$$\begin{aligned} \text{UDP [\%]} &= \text{UDP [g/kg TM]} \\ &\quad \div \text{CP [g/kg TM]} \\ &\quad \cdot 100 \end{aligned}$$

UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein; CP = Rohprotein; TM = Trockenmasse

Wie beim sidP aus MCP ist auch bei der Berechnung des **dünndarmverdaulichen, im Pansen nicht abgebauten Proteins** (sidP aus UDP) der unverdauliche Teil abzuziehen. Die Verdaulichkeit des UDP (siDUDP) ist variabel, weshalb diese analysiert oder aus Futterwerttabellen (siehe Abschnitt 2.1) entnommen werden muss. Die Konzentration an sidP aus UDP kann wie folgt berechnet werden:

Gleichung 9: $\text{sidP aus UDP [g/kg TM]} = \frac{\text{UDP [g/kg TM]} \cdot \text{siDUDP [\%]}}{\div 100}$

sidP aus UDP = dünn darmverdauliches UDP des Futter-Rohproteins; UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein;
siDUDP = Dünndarmverdaulichkeit des UDP des Futter-Rohproteins; TM = Trockenmasse

Für das UDP wird angenommen, dass es zu 100% aus Aminosäuren besteht, weshalb eine gesonderte Berücksichtigung des Anteils an Aminosäuren-Stickstoff (wie bei sidP aus MCP) nicht notwendig ist.

2.4 Ermittlung des dünn darmverdaulichen Proteins

Die Konzentration an **dünndarmverdaulichem Protein** wird schließlich ermittelt, indem die Konzentrationen an sidP aus MCP und sidP aus UDP aufsummiert werden:

Gleichung 10: $\text{sidP [g/kg TM]} = \text{sidP aus MCP [g/kg TM]} + \text{sidP aus UDP [g/kg TM]}$

sidP = dünn darmverdauliches Protein; sidP aus MCP = dünn darmverdauliches mikrobielles Protein;
sidP aus UDP = dünn darmverdauliches UDP des Futter-Rohproteins; TM = Trockenmasse

2.5 Aminosäurenbewertung

Die neuen Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen (GfE 2023) enthalten auch Empfehlungen zur Versorgung mit Aminosäuren. Um die Konzentration an dünn darmverdaulichen Aminosäuren (sidAA) berechnen zu können, braucht es Informationen über das Aminosäurenmuster des jeweiligen Futtermittels. Wie bei sidP muss auch bei den sidAA zunächst die Konzentration an MCP und UDP für das jeweilige Futtermittel ermittelt werden (siehe Abschnitt 2.2 und 2.3). Die Zusammensetzung des MCP kann als nahezu konstant betrachtet werden. Aus dem MCP ergibt sich über Multiplikation mit 0,78 die Summe der MAA im mikrobiellen Rohprotein (78% MAA im MCP). Der Anteil der einzelnen Aminosäuren an den Gesamt-MAA kann Tabelle 3.1 (GfE 2023, S. 71) entnommen werden. Die Konzentration der jeweiligen Aminosäure im MCP und UDP wird wie folgt berechnet (Beispiel für Lysin-Berechnung, gilt analog für alle anderen Aminosäuren):

Gleichung 11: $\text{Lys aus MCP [g/kg TM]} = \frac{\text{MCP [g/kg TM]} \cdot 78 [\%] \cdot \text{Lys in MAA [g/100 g]}}{\div 100}$

Lys = Lysin; MCP = mikrobielles Rohprotein; MAA = mikrobielle Gesamt-Aminosäuren; TM = Trockenmasse

Gleichung 12: $\text{Lys aus UDP [g/kg TM]} = \frac{\text{UDP [g/kg TM]} \cdot \text{Lys in CP [g/100 g]}}{\div 100}$

Lys = Lysin; UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein; CP = Rohprotein; TM = Trockenmasse

Der Anteil der einzelnen Aminosäuren im Futter-CP muss analysiert oder aus Futterwerttabellen (siehe Abschnitt 2.1) entnommen werden. Bei der Berechnung der Konzentration einzelner Aminosäuren im UDP wird angenommen, dass das Aminosäurenmuster des CP und des UDP identisch ist.

Die Ermittlung der Konzentration an sidAA erfolgt mit denselben Gleichungen wie für sidP. Die Verdaulichkeit der einzelnen Aminosäuren im MCP und UDP kann jedoch variieren, weshalb die Verdaulichkeit der jeweiligen Aminosäure einzusetzen ist (siehe Tabelle A3.2; GfE 2023, S. 274-280):

Gleichung 13: $\text{sidLys aus MCP [g/kg TM]} = \frac{\text{Lys aus MCP [g/kg TM]} \cdot \text{siDMLys [\%]}}{\div 100}$

Lys = Lysin; sidLys = dünn darmverdauliches Lysin; MCP = mikrobielles Rohprotein; siDMLys = Dünndarmverdaulichkeit des in den MAA enthaltenen Lysins; TM = Trockenmasse

$$\text{Gleichung 14:} \quad \text{sidLys aus UDP [g/kg TM]} = \frac{\text{Lys aus UDP [g/kg TM]} \cdot \text{siDUDLys [\%]}}{\div 100}$$

Lys = Lysin; sidLys = dünn darmverdauliches Lysin; UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein; siDUDLys = Dünndarmverdaulichkeit des im UDP enthaltenen Lysins; TM = Trockenmasse

$$\text{Gleichung 15:} \quad \text{sidLys} = \text{sidLys aus MCP [g/kg TM]} + \text{sidLys aus UDP [g/kg TM]}$$

Lys = Lysin; sidLys = dünn darmverdauliches Lysin; MCP = mikrobielles Rohprotein; UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein; TM = Trockenmasse

3. Anwendung in der Rationsberechnung und -kontrolle

Die grundlegenden Berechnungsschritte sind für die Futtermittelbewertung und die Rationsberechnung identisch. Die wesentlichen Erweiterungen im Vergleich zur Futtermittelbewertung bilden die Berücksichtigung des Futteraufnahme-niveaus (**FAN**) sowie die Berechnung der Futteraufnahme und der Futterwertkennzahlen in der Gesamtration. Daher wird in diesem Abschnitt nur noch auf diese Bereiche detailliert eingegangen und ansonsten auf die vorangegangenen Abschnitte verwiesen.

In der Folge wird die Methodik der Rationsberechnung beschrieben. Zunächst wird die sidP-Aufnahme für alle Rationskomponenten getrennt voneinander berechnet. Zum Schluss werden die einzelnen sidP-Aufnahmen der Rationskomponenten zur sidP-Aufnahme der Gesamtration aufsummiert. Es wird darauf hingewiesen, dass abweichende Methoden zu abweichenden Ergebnissen führen können. Um die Vergleichbarkeit von Rationsberechnungen zu gewährleisten, wird daher davon abgeraten, andere als die hier beschriebene Methodik für Rationsberechnungen anzuwenden.

3.1 Festlegung der Rationszusammensetzung und Schätzung der Futteraufnahme

Als erste Schritte sind die verfügbaren Grobfutteranteile und -qualitäten sowie die Art und Menge der Konzentratfüttergabe abzuklären. Des Weiteren braucht es auch eine Schätzung der Futteraufnahme (TM-Aufnahme) der Milchkühe. Für laktierende Kühe werden die Futteraufnahme-Schätzgleichungen von Gruber et al. (2004) empfohlen, welche in GfE (2023) auf Seite 281 angeführt sind. Für die Schätzung der Futteraufnahme nach Gruber et al. (2004) wird die Menge in kg TM bzw. der Anteil der Konzentratfüttermittel in der Ration (in % der TM) benötigt. Saffuttermittel sind den Konzentratfüttermitteln zuzurechnen (siehe auch DLG 2006). Für die Ermittlung der Futteraufnahme von Trockenstehern finden sich in GfE (2023) auf Seite 94 die entsprechenden Schätzgleichungen. Bei Fleckvieh sollte die Gleichung für Holstein Verwendung finden (Spiekers 2025). Durch Multiplikation des prozentualen Anteils der Rationskomponenten in der Gesamtration mit der gesamten TM-Aufnahme kann die TM-Aufnahme jeder einzelnen Rationskomponente (RK) ermittelt werden (z. B. $\text{TM-Aufnahme}_{\text{RK1}} = \text{TM-Anteil}_{\text{RK1}} \cdot \text{TM-Aufnahme}_{\text{gesamt}}$). Diese TM-Aufnahmen der einzelnen Rationskomponenten werden bei der Berechnung der Proteinaufnahme benötigt.

3.2 Ermittlung des Futteraufnahme-niveaus

Mithilfe der zuvor ermittelten Futteraufnahme kann das FAN abgeleitet werden. Nach GfE (2023) wurde das **FAN1** mit einer (täglichen) TM-Aufnahme von 50 g pro Einheit metabolischer Körpergröße [in $\text{kg}^{0,75}$ KM] definiert, dies entspricht bei einer Körpermasse von 650 kg einer (täglichen) TM-Aufnahme von 6,5 kg. Das FAN bei einer beliebigen TM-Aufnahme lässt sich somit wie folgt berechnen:

$$\text{Gleichung 16:} \quad \text{FAN} = \frac{\text{TM-Aufnahme [kg/Tag]}}{\div (\text{kg}^{0,75} \text{ KM} \cdot 50 [\text{g}] \div 1.000)}$$

FAN = Futteraufnahme-niveau; TM = Trockenmasse; KM = Körpermasse; $\text{kg}^{0,75}$ = metabolische Körpergröße

Sollte die Körpermasse der Milchkühe nicht bekannt sein, wird empfohlen, 700 kg als Standardwert anzunehmen.

In der Proteinbewertung (siehe Abschnitt 2) hat das FAN keine Bedeutung, da die Proteinbewertung ausschließlich auf FAN1 erfolgt. Eine Anpassung diverser Futterwertkennzahlen (z. B. MCP, UDP) in der Futtermittelanalytik wäre

theoretisch möglich. Um umfangreiche Informationen zu liefern, wäre es notwendig, die Futterwertkennzahlen für verschiedene FAN anzugeben. Das würde zu einer „Überfüllung“ von Analyseergebnissen, Futtermitteldeklarationen und Futterwerttabellen führen. Deshalb und aus Gründen der Einheitlichkeit und Transparenz wird empfohlen, die Futterwertkennzahlen nur für das FAN1 anzugeben. Die Anpassung des FAN erfolgt ausschließlich im Zuge der Rationsberechnung, da es nur hier möglich ist, die Futterwertkennzahlen stufenlos an das FAN anzupassen.

3.3 Anpassung der Konzentration an dünn darmverdaulichem, mikrobiellem Rohprotein an das Futteraufnahme niveau

Zur Berechnung des MCP-Flusses in den Dünndarm braucht es die Kenntnis der OMD der einzelnen Rationskomponenten. Da die OMD bei Wiederkäuern stark von der Futteraufnahme abhängig ist, bedarf es einer Anpassung der OMD auf das jeweilige FAN (**FAN_i**), für das die Rationsberechnung erfolgen soll. Diese Anpassung kann mit folgender Gleichung durchgeführt werden:

$$\text{Gleichung 17: } \text{OMD}_{\text{FANi}} = \text{OMD}_{\text{FAN1}} - (1,5 + 0,05 \cdot (\text{OMD}_{\text{FAN1}} - 65)) \cdot (\text{FANi} - 1)$$

OMD_{FANi} = Verdaulichkeit der Organischen Masse bei realisiertem Futteraufnahme niveau i;

OMD_{FAN1} = Verdaulichkeit der Organischen Masse bei Futteraufnahme niveau 1; FANi = realisiertes Futteraufnahme niveau

Die OMD_{FAN1} entspricht dabei der OMD bei FAN1 (auf Analyseergebnissen oder in Futterwerttabellen ersichtlich) und die OMD_{FANi} der OMD bei dem jeweils errechneten FAN. Anschließend kann die DOM_{FANi} -Konzentration mit Gleichung 3 (Abschnitt 2.2) berechnet werden.

Als nächster Schritt ist der MCP-Fluss in den Dünndarm zu berechnen. Der MCP-Fluss in den Dünndarm ist von der DOM-Konzentration im Futtermittel und von der TM-Aufnahme bzw. vom Futteraufnahme niveau (FAN) abhängig. Bis 22 kg TM-Aufnahme (bei einer Kuh mit 650 kg Körpermasse) bzw. FAN3,4 beträgt der MCP-Fluss konstant 150 g/kg DOM. Mit weiter steigendem FAN erhöht sich der MCP-Fluss pro kg DOM (MCP/DOM). Über FAN3,4 kann der MCP-Fluss pro kg DOM wie folgt berechnet werden:

$$\text{Gleichung 18: } \text{MCP/DOM [g/kg]} = -11 + 47,1 \cdot \text{FANi}$$

MCP = mikrobielles Rohprotein; DOM = verdauliche Organische Masse; FANi = realisiertes Futteraufnahme niveau

Zu beachten ist, dass 180 g MCP/kg DOM als Höchstwert für den MCP-Fluss in den Dünndarm festgelegt wurde. Sollte das Ergebnis aus Gleichung 18 über 180 ansteigen, so ist 180 als Wert für MCP/DOM einzusetzen. Anschließend kann der MCP-Fluss in den Dünndarm (in g/kg TM) wie folgt berechnet werden:

$$\text{Gleichung 19: } \text{MCP [g/kg TM]} = \text{MCP/DOM [g/kg]} \cdot \text{DOM}_{\text{FANi}} \text{ [g/kg TM]} \div 1.000$$

MCP = mikrobielles Rohprotein; DOM = verdauliche Organische Masse; DOM_{FANi} = verdauliche Organische Masse bei realisiertem Futteraufnahme niveau i; TM = Trockenmasse

In weiterer Folge kann die Konzentration an sidP aus MCP in den einzelnen Rationskomponenten mit Gleichung 4 berechnet werden. Ebenso ist auch bei der Berechnung von sidAA aus MCP das an das FAN angepasste MCP einzusetzen (siehe Gleichungen 11 und 13).

3.4 Anpassung der Konzentration an dünn darmverdaulichem, im Pansen nicht abgebautem Rohprotein an das Futteraufnahme niveau

Die Anpassung der Konzentration an UDP und sidP aus UDP an das FAN erfolgt über die Anpassung der Passagerate. Für die Anpassung der Passagerate wurden Regressionsgleichungen aus den Werten in Tabelle 3.3 (Seite 77) in GfE (2023) abgeleitet, wobei zwischen Grob- (GF), Konzentrat- (KF) und Saffuttermitteln (SF) unterschieden wird:

Gleichung 20: $k_{\text{FANI}} (\text{GF}) [\text{h}^{-1}] = \frac{(1,7286 + 0,8857 \cdot \text{FANI})}{\div 100}$

Gleichung 21: $k_{\text{FANI}} (\text{KF}) [\text{h}^{-1}] = \frac{(2,2357 + 1,2429 \cdot \text{FANI})}{\div 100}$

Gleichung 22: $k_{\text{FANI}} (\text{SF}) [\text{h}^{-1}] = \frac{(1,9607 + 0,9643 \cdot \text{FANI})}{\div 100}$

k_{FANI} = ruminale Passagerate des Verdauungsbreis bei realisiertem Futteraufnahmeniveau i ; FANI = realisiertes Futteraufnahmeniveau i ;
GF = Grobfutter; KF = Konzentratfutter; SF = Saftfutter

Anschließend kann mit den Gleichungen 5, 6, 7, 8 und 9 die Konzentration an UDP und sidP aus UDP für jede Rationskomponente berechnet werden. Anstatt von k ist jedoch k_{FANI} (in h^{-1}) in die Gleichungen einzusetzen. Ebenso ist auch bei der Berechnung von sidAA aus UDP das an das FAN angepasste UDP einzusetzen (siehe Gleichungen 12 und 14).

3.5 Ermittlung der Aufnahme an dünn darmverdaulichem Protein

Die an das FAN angepassten Konzentrationen an sidP aus MCP und sidP aus UDP ergeben wiederum die sidP-Konzentration der einzelnen Rationskomponenten (siehe Gleichung 10). Daran anschließend kann die sidP-Aufnahme für jede einzelne Rationskomponente (RK) berechnet werden, indem man die sidP-Konzentration mit der jeweiligen TM-Aufnahme multipliziert:

Gleichung 23: $\text{sidP-Aufnahme}_{\text{RK1}} [\text{g/d}] = \text{sidP}_{\text{RK1}} [\text{g/kg TM}] \cdot \text{TM-Aufnahme}_{\text{RK1}} [\text{kg/d}]$

sidP = dünn darmverdauliches Protein; RK = Rationskomponente; TM = Trockenmasse

Abschließend kann durch Aufsummierung aller Rationskomponenten die sidP-Aufnahme aus der Gesamtration berechnet werden:

Gleichung 24: $\text{sidP-Aufnahme}_{\text{gesamt}} [\text{g/d}] = \sum \text{sidP-Aufnahme}_{\text{RKi}} [\text{g/d}]$

sidP = dünn darmverdauliches Protein; RK = Rationskomponente

Auf dieselbe Weise kann auch die Aufnahme einzelner dünn darmverdaulicher Aminosäuren (sidAA) sowie die CP-, DOM-, MCP-, RDP- und UDP-Aufnahme ermittelt werden.

3.6 Ermittlung von Rationskennzahlen

Die Konzentrationen an CP, DOM, MCP, RDP, UDP und sidP (sowie weiteren Nährstoffen) in der Gesamtration können durch Division der Aufnahme der jeweiligen Fraktion durch die TM-Aufnahme ermittelt werden (Beispiel CP):

Gleichung 25: $\text{CP} [\text{g/kg TM}] = \frac{\text{CP-Aufnahme} [\text{g/d}]}{\div \text{TM-Aufnahme} [\text{kg/d}]}$

CP = Rohprotein; TM = Trockenmasse

Bei jenen Kennzahlen, die in % angegeben sind (OMD, UDP-Anteil, UDPD) kann der Anteil in der Gesamtration folgendermaßen berechnet werden:

Gleichung 26: $\text{OMD} [\% \text{ der OM}] = \frac{\text{DOM} [\text{g/d}]}{\div \text{OM} [\text{g/d}]} \cdot 100$

OMD = Verdaulichkeit der Organischen Masse; OM = Organische Masse; DOM = verdauliche Organische Masse

Gleichung 27:
$$\text{UDP [\% des CP]} = \frac{\text{UDP [g/d]}}{\text{CP [g/d]}} \cdot 100$$

UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein; CP = Rohprotein

Gleichung 28:
$$\text{siDUDP [\% des UDP]} = \frac{\text{sidP aus UDP [g/d]}}{\text{UDP [g/d]}} \cdot 100$$

siDUDP = Dünndarmverdaulichkeit des UDP des Futter-Rohproteins; sidP aus UDP = dünndarmverdauliches UDP des Futter-Rohproteins; UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein

3.7 Ermittlung der ruminalen mikrobiellen Differenz

Zur Beurteilung der Versorgung der Pansenmikroben mit Rohprotein bzw. Stickstoff wird die ruminale mikrobielle Differenz (RMD = Differenz aus RDP und MCP) einer Ration als Differenz des im Pansen abgebauten Rohproteins (RDP) und des mikrobiellen Rohproteins (MCP) mit folgender Gleichung berechnet und i. d. R. als N (CP ÷ 6,25) angegeben:

Gleichung 29:
$$\text{RMD [g N/kg TM]} = \frac{(\text{RDP [g/kg TM]} - \text{MCP [g/kg TM]})}{6,25}$$

RMD = ruminale mikrobielle Differenz; RDP = im Pansen abgebautes Futter-Rohprotein; MCP = mikrobielles Rohprotein; TM = Trockenmasse

3.8 Ermittlung des Proteinbedarfs

Der „Netto“-Proteinbedarf einer Milchkuh setzt sich aus unvermeidlichen Stickstoffverlusten über Kot, Harn und Oberfläche (z. B. Haut, Klauen) sowie aus dem Körperproteinansatz im Zuwachs und während der Trächtigkeit sowie der Milchproteinabgabe zusammen (GfE 2023).

Die Höhe der **unvermeidlichen Verluste an Kot-Stickstoff (OFN)** sind von der TM-Aufnahme der Kühe abhängig. Bei der Ermittlung des Bedarfs an sidP für OFN ist zu berücksichtigen, dass zunächst die Stickstoffverluste durch Multiplikation mit 6,25 in Rohprotein umgerechnet werden müssen (dies gilt auch für Verluste über Harn und Körperoberfläche). Des Weiteren ist zu beachten, dass „nur“ 72 % des über den Kot verlorenen Stickstoffs Aminosäuren sind und dass das sidP nur zu 70 % im Stoffwechsel der Kuh verwertet wird. Somit kann der Bedarf an sidP für OFN wie folgt berechnet werden:

Gleichung 30:
$$\text{sidP-Bedarf für OFN [g/d]} = \frac{3,0 \cdot \text{TM-Aufnahme [kg/d]} \cdot 6,25 \cdot (72 [\%] \div 100)}{(70 [\%] \div 100)}$$

sidP = dünndarmverdauliches Protein; OFN = unvermeidlicher Kot-N-Verlust; TM = Trockenmasse

Die **unvermeidlichen Verluste an Harn-Stickstoff (OUN)** hängen von der Körpermasse (KM) der Milchkühe ab. Im Harn macht der Aminosäuren-Stickstoff 78 % des Gesamt-Stickstoffs in Bezug auf OUN aus. Da dieser Harn-Stickstoff aus körpereigenen Stickstoffverbindungen stammt, ist in diesem Fall die Verwertung des Stickstoffs im Stoffwechsel nicht zu berücksichtigen. Die Gleichung für die Ermittlung des sidP-Bedarfs für OUN ist somit:

Gleichung 31:
$$\text{sidP-Bedarf für OUN [g/d]} = \frac{0,05 \cdot \text{KM [kg]} \cdot 6,25 \cdot (78 [\%] \div 100)}{1}$$

sidP = dünndarmverdauliches Protein; OUN = unvermeidlicher Harn-N-Verlust; KM = Körpermasse

Für die Berechnung der **Körperoberflächenverluste (SN)** ist die metabolische Körpergröße ($\text{kg}^{0,75}$) ausschlaggebend. Die Oberflächenverluste bestehen zu 100 % aus Aminosäuren-N, weshalb hierfür bei der Berechnung des sidP-Bedarfs für SN keine Korrektur nötig ist. Wie schon beim Kot ist auch hier die Verwertung des sidP im Stoffwechsel (70 %) zu berücksichtigen:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 32:} \quad \text{sidP-Bedarf für SN [g/d]} &= 0,02 \cdot \text{kg}^{0,75} \text{ KM} \\ &\cdot 6,25 \\ &\div (70 [\%] \div 100) \end{aligned}$$

sidP = dünn darmverdauliches Protein; SN = N-Verlust über die Körperoberfläche; $\text{kg}^{0,75}$ = metabolische Körpergröße

Der **Bedarf für die Bildung von Milchprotein** hängt von der Milchleistung und von der Milchproteinkonzentration ab. Bei der Berechnung des sidP-Bedarfs wird zunächst das Milchprotein in Milchstickstoff umgerechnet, indem die Milchproteinkonzentration (in g/kg) durch 6,38 dividiert wird. Der Faktor 6,38 ergibt sich daraus, dass Milchprotein im Durchschnitt 15,7 % Stickstoff enthält ($100 \div 15,7 = 6,38$). Weiterhin werden die Nicht-Protein-Stickstoffverbindungen (5 % des Milchproteins, vor allem Harnstoff) von der Milchstickstoffkonzentration abgezogen, indem die Milchstickstoffkonzentration mit dem Anteil des Aminosäuren-Stickstoffs (95 %) multipliziert wird. Abschließend ist der Stickstoffbedarf durch Multiplikation mit 6,25 wieder in den Bedarf an Rohprotein umzurechnen und die Verwertung des sidP im Stoffwechsel (70 %) bei der Berechnung zu berücksichtigen:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 33:} \quad \text{sidP-Bedarf für Milchprotein [g/d]} &= (\text{Milchprotein} [\%] \cdot 10) \div 6,38 \\ &\cdot \text{Milch [kg/d]} \\ &\cdot (95 [\%] \div 100) \\ &\cdot 6,25 \\ &\div (70 [\%] \div 100) \end{aligned}$$

sidP = dünn darmverdauliches Protein

Bei Trockenstehern besteht kein sidP-Bedarf für Milchprotein.

Der **Bedarf für die Trächtigkeit** ist von der Trächtigkeitsdauer (in Tagen) abhängig. Der tägliche trächtigkeitsbedingte Proteinansatz wird mit Hilfe einer Exponentialfunktion ermittelt. Beim Proteinansatz für Trächtigkeit können nur 30 % des aufgenommenen sidP verwertet werden, was bei der Berechnung des sidP-Bedarfs für Trächtigkeit berücksichtigt werden muss:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 34:} \quad \text{sidP-Bedarf für Trächtigkeit [g/d]} &= 12,1156 \cdot e^{(0,0108 \cdot \text{Trächtigkeitstag})} \\ &\div (30 [\%] \div 100) \end{aligned}$$

sidP = dünn darmverdauliches Protein

Bei nicht trächtigen Kühen ist kein sidP-Bedarf für die Trächtigkeit anzusetzen.

Ein **Bedarf für Wachstum** besteht vor allem in der ersten Laktation. In den Folgelaktationen nehmen Kühe in den ersten Monaten nach der Kalbung ab, weshalb in diesem Fall kein Proteinbedarf für Wachstum besteht. Der Proteinansatz für Wachstum hängt von der Körpermassezunahme ab. Der Verwertungskoeffizient von sidP für Wachstum beträgt bei laktierenden Kühen 70 % (bei Trockenstehern: 40 %), woraus sich folgende Gleichung für die Berechnung des sidP-Bedarfs für Wachstum bei noch wachsenden, laktierenden Kühen ergibt:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 35:} \quad \text{sidP-Bedarf für Wachstum [g/d]} &= 0,138 \cdot \text{KM-Zuwachs [g/d]} \\ &\div (70 [\%] \div 100) \end{aligned}$$

sidP = dünn darmverdauliches Protein; KM = Körpermasse

Bei Körpermasse-Abnahme (negativer Körpermasse-Zuwachs) ist kein sidP-Bedarf für Wachstum zu kalkulieren.

Abschließend kann der **sidP-Gesamtbedarf** durch Aufsummierung der Teilbedarfswerte errechnet werden:

Gleichung 36: $\text{sidP-Bedarf}_{\text{gesamt}} = \text{sidP-Bedarf für OFN}$
 $+ \text{sidP-Bedarf für OUN}$
 $+ \text{sidP-Bedarf für SN}$
 $+ \text{sidP-Bedarf für Milchprotein}$
 $+ \text{sidP-Bedarf für Trächtigkeit}$
 $+ \text{sidP-Bedarf für Wachstum}$

sidP = dünndarmverdauliches Protein; OFN = unvermeidlicher Kot-N-Verlust; OUN = unvermeidlicher Harn-N-Verlust; SN = N-Verlust über die Körperoberfläche

3.9 Ermittlung des Aminosäurenbedarfs

Die Ermittlung des Bedarfs an einzelnen Aminosäuren erfolgt nach demselben Schema wie für den Proteinbedarf. Der Verwertungskoeffizient der sidAA für OFN, SN und Milchprotein, unterscheidet sich jedoch zwischen den einzelnen Aminosäuren. Die Verwertungskoeffizienten der essenziellen Aminosäuren sind in Tabelle 3.2 (Seite 75) in GfE (2023) angeführt. Bei der Ermittlung des sidAA-Bedarfs für Trächtigkeit und Wachstum sind dieselben Verwertungskoeffizienten wie bei der Berechnung des sidP-Bedarfs zu verwenden (keine Unterscheidung zwischen Aminosäuren).

Tabelle 3: Aminosäurenmuster der für die Ableitung des Bedarfs berücksichtigten Proteinfractionen (nach Tabelle 3.1 auf Seite 71 in GfE 2023)

Aminosäure	Mikrobielles Protein	Unverm. Verluste Kot	Unverm. Verluste Harn	Oberflächenverluste	Leerkörper	Milchprotein	Uterus und Fötus ¹
	g/100 g Protein						
Alanin	6,9	6,1	1,7	7,6	6,7	3,6	4,0
Arginin	5,4	5,6	2,1	7,8	8,0	3,7	12,3
Asparaginsäure	13,2	7,5	31,0	7,1	8,0	8,1	0,0
Cystein	1,9	2,9	0,4	2,0	1,3	0,9	1,6
Glutaminsäure	14,7	15,0	9,0	12,0	13,5	22,6	11,8
Glycin	5,4	7,8	40,4	16,5	9,9	2,0	1,7
Histidin	2,1	3,3	0,6	1,4	2,5	2,9	2,3
Isoleucin	6,0	4,9	0,9	2,3	3,2	6,2	12,5
Leucin	8,5	7,1	1,9	5,7	7,3	10,6	7,6
Lysin	8,7	7,1	1,8	4,5	6,8	8,8	8,3
Methionin	2,6	1,7	0,5	1,1	1,9	3,0	2,1
Phenylalanin	5,9	4,4	1,0	2,9	3,9	5,3	4,5
Prolin	4,0	8,5	3,2	16,0	12,5	10,3	6,6
Serin	4,9	6,9	1,2	4,9	4,6	6,7	1,3
Threonin	5,8	6,9	1,0	3,2	4,2	4,6	4,9
Tryptophan	1,7	1,7	0,3	0,6	1,1	1,7	1,2
Tyrosin	5,6	4,7	0,8	2,1	2,8	5,8	4,8
Valin	6,2	6,5	1,2	3,7	4,4	6,9	12,5

¹ Die Aminosäurenmuster für den Ansatz in Uterus und Fötus wurden aus Arbeiten von Chung et al. (1998) und Cao et al. (2021) entnommen. Die in dieser Tabelle dargestellten Werte entsprechen dem Durchschnitt der Werte für uterinen und umbilikalen Ansatz in Cao et al. (2021).

Zudem ist der sidP-Bedarf für die verschiedenen Verluste bzw. Ansätze mit dem Anteil der jeweiligen Aminosäure im Protein zu multiplizieren. Der Anteil der einzelnen Aminosäuren am Protein variiert je nach Art des Verlustes bzw. Ansatzes. Die Anteile der Aminosäuren am Gesamtprotein sind in Tabelle 3 dargestellt.

Beispielhaft wird in der Folge die Gleichung zur Ermittlung des Bedarfs an dünn darmverdaulichem Lysin (sidLys) für die Milchbildung angeführt. Der Anteil von Lysin im Milchprotein beträgt 8,8 % und der Verwertungskoeffizient von Lysin 72 %, weshalb sich für die Berechnung des Lysinbedarfs für die Milchbildung folgende Gleichung ergibt:

$$\text{Gleichung 37: sidLys für Milchbildung [g/d]} = ((\text{Milchprotein [\%]} \cdot 10) \div 6,38$$

- Milch [kg/d]
- (95 [\%] $\div$ 100)
- 6,25
- $\div$ (72 [\%] $\div$ 100))
- (8,8 [\%] $\div$ 100)

sidLys = dünn darmverdauliches Lysin

Analog dazu kann auch für alle weiteren Verluste und Ansätze der Bedarf aller essenziellen Aminosäuren berechnet werden. Durch Aufsummierung kann wiederum der Gesamtbedarf für jede Aminosäure ermittelt werden.

3.10 Sicherstellung der N-Versorgung der Pansenmikroben durch Einstellung der RMD

In der Gesamtration kann die N-Bereitstellung (RDP) in den Vormägen problemlos auf 90 % des von den Mikroben eingebauten N (MCP) abgesenkt werden. Hierbei ist die zusätzliche Bereitstellung von N aus dem ruminohepatischen Kreislauf nach GfE (2023) berücksichtigt.

Derzeit liegen nur wenige Studien zur quantitativen Schätzung des Einbaus von rezykliertem Harnstoff-N in bakteriell gebundenen N vor, daher ist es erforderlich, die Effekte einer negativen RMD eingehender mit unterschiedlichen Rationen in verschiedenen Laktationsstadien der Tiere zu untersuchen (GfE 2023). Die weitere Forschung kann so zu einer zukünftig besseren Schätzung und zur Festlegung von Zielwerten beitragen.

4. Berechnungsbeispiel

Ergänzend zu diesem Leitfaden wird auch ein Berechnungsbeispiel zur Verfügung gestellt. Dieses kann unter folgendem Link abgerufen werden: www.dlg.org/landwirtschaft/tierhaltung/futtermittelnet.

An dieser Stelle soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass in diesem Leitfaden alle Berechnungen auf Basis TM vorgenommen und die Ergebnisse zur Anwendung in der Fütterungspraxis auf Frisch- bzw. Originalmasse umgerechnet werden müssen.

5. Abschließende Bemerkungen

Dieser Leitfaden stellt eine Ergänzung zu den „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen“ (GfE 2023) dar und soll vor allem als Unterstützung für die Etablierung der neuen Futtermittelbewertung sowie der neuen Rationsberechnung und -kontrolle dienen. Der Leitfaden ersetzt jedoch nicht das Studium des Buches, das die wissenschaftlichen Hintergründe für die gewählte Methodik im Detail beschreibt. Unternehmen, Laboren, Beratungsunternehmen sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen wird dringend empfohlen, sich bei der Umsetzung der neuen Empfehlungen im eigenen Bereich an diesen Leitfaden zu halten. Dieser von anerkannten Experten der Tierernährung unter Beteiligung von Wirtschaft, Beratung, Wissenschaft und Analytik erstellte Leitfaden soll sicherstellen, dass eine einheitliche und sachgerechte Umsetzung der Empfehlungen erfolgt. Nur so kann gewährleistet werden, dass Futtermittelanalyseergebnisse oder Rationsberechnungen von verschiedenen Institutionen zum gleichen Ergebnis kommen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für eine hohe Transparenz und breite Akzeptanz der neuen Methodik in der Praxis und somit für die weitere Verbesserung der Effizienz und Ökonomie in der Milchkuhhaltung.

6. Quellenverzeichnis

- Calsamiglia S, Stern MD 1995. A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:1459-1465.
- Cao Y, Yao J, Sun X, Liu S, Martin GB 2021. Amino acids in the nutrition and production of sheep and goats. In: Wu, G. (Ed.): Amino acids in nutrition and health – Amino acids in the nutrition of companion, zoo and farm animals. Springer Nature Switzerland, Cham, 63-79.
- Chung M, Teng C, Timmerman M, Meschia G, Battaglia FC 1998. Production and utilization of amino acids by ovine placenta in vivo. *Am. J. Physiol. – Endocrinol. Metab.* 274:E13-E22.
- DIN [Deutsches Institut für Normung] 2004. Futtermittel, tierische Produkte und Kot oder Urin – Bestimmung des effektiven Brennerts – Verfahren mit der kalorimetrischen Bombe. DIN EN ISO 9831:2004-02, Berlin.
- DLG [Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft] 2006. Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh. DLG-Information 1/2006, DLG e.V., Frankfurt am Main.
- DLG [Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft] 2025a. DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, DLG e.V., Frankfurt am Main.
- DLG [Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft] 2025b. Leitfaden zur Berechnung der Energiekonzentration von Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Wiederkäuerfütterung. DLG-Merkblatt 503, DLG e.V., Frankfurt am Main.
- DLG [Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft] 2025c. Rationsoptimierung und Fütterungskontrolle bei Milchkühen. DLG-Information 01/2025, DLG e.V., Frankfurt am Main, in Vorbereitung.
- GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 1991. Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 65:229-234.
- GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 2001. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere No. 8. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 2017. Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie und der Verdaulichkeit der Organischen Substanz von Grobfutterleguminosen für Wiederkäuer. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 26:194-202.
- GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 2020. Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie und der Verdaulichkeit der Organischen Masse von Maisprodukten für Wiederkäuer. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 29:171-175.
- GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 2022. Recommended protocol for the determination of nutrient disappearance in situ for estimation of ruminal degradation. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 31:177-189.
- GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 2023. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 12. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 2024. Gleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der Organischen Masse von grasbetonten Grünlandaufwüchsen für Wiederkäuer. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 33:155-160.
- GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 2025. Gleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der Organischen Masse von Mischfuttermitteln für Wiederkäuer. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 34:145-151.
- Gruber L, Schwarz FJ, Erdin D, Fischer B, Spiekens H, Steingäß H, Meyer U, Chassot A, Jilg T, Obermaier A, Guggenberger T 2004. Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, Rostock, 13.-17.09.2004, Kongressband, 484-504.
- Hvelplund T, Weisbjerg MR, Andersen LS 1992. Estimation of the true digestibility of rumen undegraded dietary protein in the small intestine of ruminants by the mobile bag technique. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.* 42:34-39.
- Menke K-H, Steingäß H 1987. Schätzung des energetischen Futterwerts aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. II. Regressionsgleichungen. *Übers. Tierernährg.* 15:59-94.
- Menke K-H, Steingäß H 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Development*, 28:7-55.
- Spiekens H 2025. Futteraufnahme für die Rationsplanung abschätzen. *Milchpraxis* 59(3):30-31.
- Titze N, Wild K, Gresner N, Südekum K-H, Rodehutscord M 2024. Zusammenstellung von Literaturdaten zum ruminalen Abbau des Rohproteins. <https://zenodo.org/record8245758>.
- VDLUFA [Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten] 2012. Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch des VDLUFA), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VO (EG) 152/2009. Verordnung (EG) Nr. 152/2009 der Kommission vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln (Text von Bedeutung für den EWR). *ABl. L* 54:1-130.

DLG-Merkblätter. Wissen für die Praxis.

- DLG-Merkblatt 503
Leitfaden zur Berechnung der Energiekonzentration von Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Wiederkäuerfütterung
- DLG-Merkblatt 498
Wasserversorgung für Rinder
- DLG-Merkblatt 495
Futterhygiene bei der Grünlandnutzung in Futterbaubetrieben
- DLG-Merkblatt 491
Im Fokus: Methan bei der Milchkuh
- DLG-Merkblatt 471
Futterhygiene bei der Gülleausbringung im Grünland
- DLG-Merkblatt 466
Digitale Anwendungen für das Herdenmanagement in der Milchviehhaltung
- DLG-Merkblatt 462
Aktualisierung der Fütterungsverfahren in der Kälbermast
- DLG-Merkblatt 460
Arbeitsorganisation in Milchviehställen
- DLG-Merkblatt 459
Umgang mit kranken und verletzten Rindern
- DLG-Merkblatt 451
Milchkontrolldaten zur Fütterungs- und Gesundheitskontrolle bei Milchkühen
- DLG-Merkblatt 444
Berücksichtigung N- und P-reduzierter Fütterungsverfahren bei den Nährstoffausscheidungen von Milchkühen
- DLG-Merkblatt 443
Berücksichtigung der Grobfutterleistung von Milchkühen
- DLG-Merkblatt 433
Düngung von Wiesen, Weiden und Feldfutter
- DLG-Merkblatt 417
Reduktion der Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung
- DLG-Merkblatt 416
Mengenmäßige Erfassung des wirtschaftseigenen Futters
- DLG-Merkblatt 404
Geburt des Kalbes – Empfehlungen zur Haltung und Fütterung in den ersten Lebenswochen
- DLG-Merkblatt 381
Das Tier im Blick – Milchkühe
- DLG-Merkblatt 375
Geburt des Kalbes – Empfehlungen zur Erstversorgung

Download unter [dlg.org/merkblaetter](https://www.dlg.org/merkblaetter)



DLG e.V.
Mitgliederservice
Eschborner Landstraße 122 • 60489 Frankfurt am Main
Deutschland
Tel. +49 69 24788-205
info@dlg.org • [dlg.org](https://www.dlg.org)