

Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen

Ausschuss für Bedarfsnormen

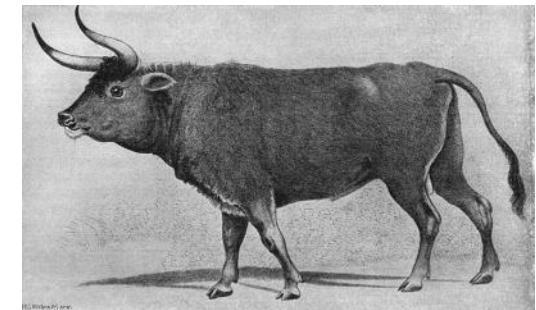


Wiederkäuergerechte Fütterung

Federführend: Q. Zebeli & J. Zentek



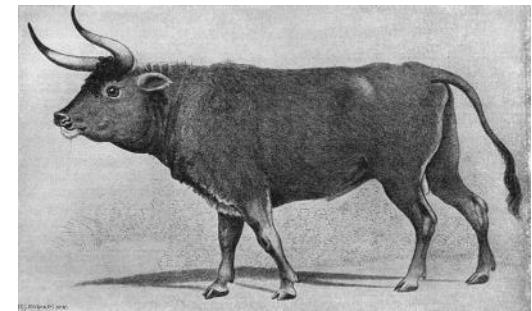
- Wild- und Hausrinder - haben sich aus dem Auerochsen oder Ur, *Bos primigenius*, entwickelt
- Die im 9. Jahrtausend vor Christus in Südwest-Asien begonnene Domestikation von Rindern stellt eine wesentliche Errungenschaft in der Menschheitsgeschichte dar
- Europa → Übergang zum Neolithikum (Scheu et al. 2015)
- In den letzten Jahrzehnten → Massive Leistungssteigerung + grundlegende Veränderungen der Fütterung



<https://de.artsdot.com/@@/9CVUDW-Charles-Hamilton-Smith-Bos-Taurus-Primigenius>

Wiederkäuergerechte Fütterung

GfE Gesellschaft für
Ernährungsphysiologie ■
Workshop am 19./20. Sept. 2023



<https://de.artsdot.com/@ @/9CVUDW-Charles-Hamilton-Smith-Bos-Taurus-Primigenius>

■ Weidebasierte Produktionssysteme

- Risiko für subklinische und klinische Mastitis
- Klauenverletzungen
- Lahmheit
- Metritis
- frühe embryonale Sterblichkeit
- Mortalität

NEW ZEALAND VETERINARY JOURNAL
2020, VOL. 68, NO. 3, 168–177
<https://doi.org/10.1080/00480169.2020.1721034>

REVIEW ARTICLE



Check for updates

Assessing whether dairy cow welfare is “better” in pasture-based than in confinement-based management systems

JF Mee and LA Boyle

Animal and Bioscience Research Department, Teagasc, Moorepark Research Centre, Fermoy, Ireland

ABSTRACT

Consumers perceive pasture-based systems of milk production as natural and therefore better for cow welfare than confinement systems. However both systems are heterogeneous and continually evolving, varying from total confinement to total pasture with many hybrid intermediaries. To compare the welfare of dairy cows in these various systems, we use the three spheres framework, comprising biological functioning, natural behaviour and affective states. Considering biological functioning, pasture-based cows are less at risk of subclinical and clinical mastitis, claw lesions, lameness, metritis, early embryonic mortality, culling and mortality, but at more risk of internal parasitism, malnutrition and delayed onset of oestrous activity postpartum than confined cows. Regarding natural behaviours, pasture-based cows exhibit less agonistic behaviour, better lying behaviour, more normal oestrous behaviours and better synchronicity of behaviours than confined cows. They also have the opportunity to graze, which is one of the main features of the behavioural repertoire of dairy cows, but, they may also experience long periods away from pasture in larger herds, and severe climatic stresses which will become increasingly important as the climate changes. Our current ability to assess the affective state of dairy cows is poor. For example, hunger is an important subjective state that cannot be measured directly. The growing focus on ensuring that animals have lives worth living, means that dairy cows should garner some positive emotions from their lives, and it seems clear that pasture access is essential for this. Clearly measurement of affective state is an important challenge for future dairy cow welfare research. At the extremes of management systems, there can be major differences in animal welfare but in hybrid systems, dairy cows experience elements of both confinement and pasture which may ameliorate the negative effects of each on cow welfare. Ultimately, the optimal system gives cows an element of choice between both environments. Moreover management of the system, whether it is confinement or pastured-based, may be as important as the system of management in ensuring good dairy cow welfare and addressing societal concerns.

ARTICLE HISTORY
Received 3 November 2019
Accepted 20 January 2020
Published online 23 January 2020

KEYWORDS
Welfare; dairy cow;
confinement; pasture; review

Abbreviations: BCS: Body condition score; TMR: Total mixed ration

■ Weidebasierte Produktionssysteme

- Weiden in Gruppen
- Natürliches Verhalten
- Sozialer Kontakt
- Hierarchie in der Herde
- Lahmheiten,
Euterentzündungen, Haut-,
Klauenschäden, Mortalität ↴



J. Dairy Sci. 104:7364–7382

<https://doi.org/10.3168/jds.2020-19776>

© 2021, The Authors. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®.
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Invited review: A 2020 perspective on pasture-based dairy systems and products

Alice Moscovici Joubran,^{1,2} Karina M. Pierce,^{1,2} Niamh Garvey,¹ Laurence Shalloo,³ and Tom F. O'Callaghan^{1,4,5*}

¹Food For Health Ireland, University College Dublin, Dublin D04 V1W8, Ireland

²School of Agriculture and Food Science, University College Dublin, Dublin D04 V1W8, Ireland

³Teagasc Animal and Grassland Research and Innovation Centre, Moorepark, Fermoy, Co. Cork P61 C996, Ireland

⁴Teagasc Food Research, Moorepark, Fermoy, Co. Cork P61 C996, Ireland

⁵School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork T12 K8AF, Ireland

Wiederkäuergerechte Fütterung



- Ranghohe Kühne → Futterselektion bei TMR-Fütterung
 - Typischerweise kurze und feine Partikel (Getreide) präferiert
 - Längere faserreiche Futtermittel werden diskriminiert
 - Aufnahme von schnell fermentierbaren Kohlenhydraten
 - Weniger Faseranteile im Vergleich zur formulierten Ration
 - Sortierung für kurze und feine Partikel mit hoher Aufnahme pro Zeiteinheit ist Risikofaktor für eine Pansenazidose

- Rangniedere Kühe → Futterselektion bei TMR-Fütterung
 - Rangniedere Tiere
 - → pro Zeiteinheit deutlich höhere Futteraufnahme
 - → unausgewogene Ration
 - Mit ausreichender Dauer der Futtervorlage und permanentem Futterzugang aller Tiere tritt dieses Problem weniger auf
 - Selektives Futteraufnahmeverhalten kann zu Gesundheitsproblemen führen

- Produktionsphasen und Fütterung
 - Wechselnde Anforderungen an die Fütterung
 - Futteraufnahmekapazität begrenzt → Zielkonflikt zwischen erforderlicher hoher ME-Konzentration und Strukturwirksamkeit der Ration (peNDF)
- Besondere Herausforderungen
 - Trockenstehperiode, Transitfütterung
 - Beginn der Laktation → Milchleistung → metabolische Anpassungen

- Hohe Leistungen erfordern eine hohe Energiekonzentration der Ration ($> 10,5 \text{ MJ ME/kg TM}$)
 - Toleranz von Milchkühen gegenüber löslichen Kohlenhydraten ist begrenzt
 - Stärke und Zucker → Toleranz in Abhängigkeit vom Pansenmikrobiom

Beständige Stärke ??

- Beständige Stärke
 - Risiko einer vermehrten mikrobiellen Fermentation in Caecum und Colon
 - Mögliche Folge:
 - Verdauungsstörungen in Form von Durchfall bzw. Aufgasungen
 - Organverlagerungen
- Fäkale Stärkekonzentrationen > 5 % der TM: Indikator für vermehrte postileale Fermentationsprozesse

Obergrenze für die Aufnahme an beständiger Stärke im Bereich von 2–2,5 kg/Tag

RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Productivity, digestion, and health responses to hindgut acidosis in ruminants¹

M. B. Hall,[†] and L. E. Armentano[‡]

[†]Department of Food Science, University of Delaware, Newark 19716;
[‡]USDA, US Dairy Forage Research Center, Madison, WI 53706;

Department of Dairy Science, University of Wisconsin, Madison 53706

Excessive microbial fermentation of carbohydrates in the hindgut of dairy cattle is responsible for most total-tract carbohydrate digestion. When diet, animal, or environmental factors contribute to abnormal, excessive flow of fermentable carbohydrates from the small intestine, hindgut acidosis can occur. Hindgut acidosis is characterized by increased rates of production of short-chain fatty acids including lactic acid, decreased digesta pH, and damage to gut epithelium as evidenced by the appearance of mucin casts in feces. Hindgut acidosis is more likely to occur in high-producing animals fed diets with relatively greater proportions of grains and lesser proportions of forage. In these animals, ruminal acidosis and poor selective retention of fermentable carbohydrates by the rumen will increase carbohydrate flow to the hindgut. In more severe situations, hindgut acidosis is characterized by an inflammatory response; the resulting breach of the barrier between animal and digesta may contribute to laminitis and other disorders. In a research setting, effects of increased hindgut fermentation have been evaluated using pulse-dose or continuous abomasal infusions of varying amounts of fermentable carbohydrates. Continuous small-dose abomasal infusions of 1 kg/d of pectin or fructans into lactating cows resulted in decreased diet digestibility and decreased milk fat percentage without affecting fecal pH or VFA concentrations. The decreased diet digestibility likely resulted from increased bulk in the digestive tract or from increased digesta passage rate, reducing exposure of the digesta to intestinal enzymes and epithelial absorptive surfaces. The same mechanism is proposed to explain the decreased milk fat percentage because only milk concentrations of long-chain fatty acids were decreased. Pulse-dose abomasal fructan infusions (1 g/kg of BW) into steers resulted in watery feces, decreased fecal pH, and increased fecal VFA concentrations, without causing an inflammatory response. Daily 12-h abomasal infusions of a large dose of starch (~4 kg/d) have also induced hindgut acidosis as indicated by decreased fecal pH and watery feces. On the farm, watery or foamy feces or presence of mucin casts in feces may indicate hindgut acidosis. In summary, hindgut acidosis occurs because of relatively high rates of large intestinal fermentation, likely due to digestive dysfunction in other parts of the gut. A better understanding of the relationship of this disorder to other animal health disorders is needed.

Key words: acidosis, hindgut, ruminant

Ausweg Öl/Fett ??

- Fette und Öle
 - Als Orientierung:
 - Nativer Rohfettgehalt der Ration von 2 % in der TM
 - + 2 % als native Öle oder Fette
- Ölkuchen dürften höhere ruminale Verträglichkeit im Vergleich zu nativen Ölen haben

- Geschützte Fette
 - Gehärtete, fraktionierte oder Ca-verseifte Fettsäuren oder Glycerinester
 - Wachsende Rinder: Verdaulichkeiten 10, 41 und 78 % (Voigt et al. 2006)
 - Energetischer Futterwert geschützter Fette < unveränderte Fette und Ölen
- Faustregel: 2 % natives Fett + 2 % pflanzliche Öle + 2 % pansengeschützte Fettprodukte

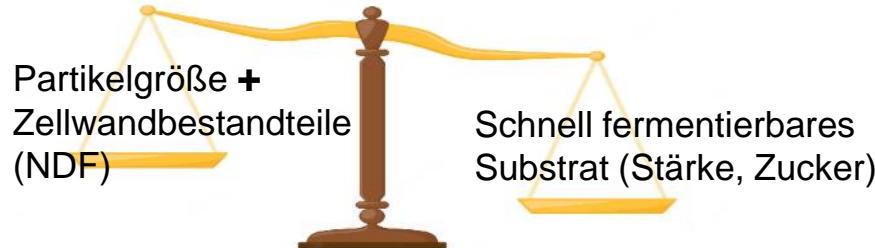
- Milchkühe mit sehr hoher Leistung - Forschungsbedarf
 - Kontinuierlich erhebliche Mengen an Mikroorganismen bzw. mikrobiell gebildeter Toxine (insbesondere Endotoxine) aus dem Vormagen in den Dünndarm
 - Stress, zum Beispiel durch fehlerhafte Rationsgestaltung oder auch nicht adäquate Haltungsbedingungen → Störungen der epithelialen Barrierefunktion im Gastrointestinaltrakt
 - Inflammatorische Reaktionen

Strukturwirksamkeit der Ration

Gesamtanschaffung bzw. Tagesration



Strukturwirksamkeit ist abhängig von:



Grobfutter

Grassilage



Maissilage



Stroh



Heu



Konzentratfutter



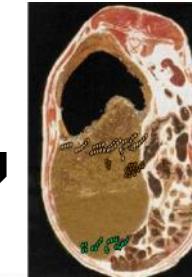
Physiologische Auswirkungen



Kauaktivität ↑



Schichtung des
Panseninhaltes ↗

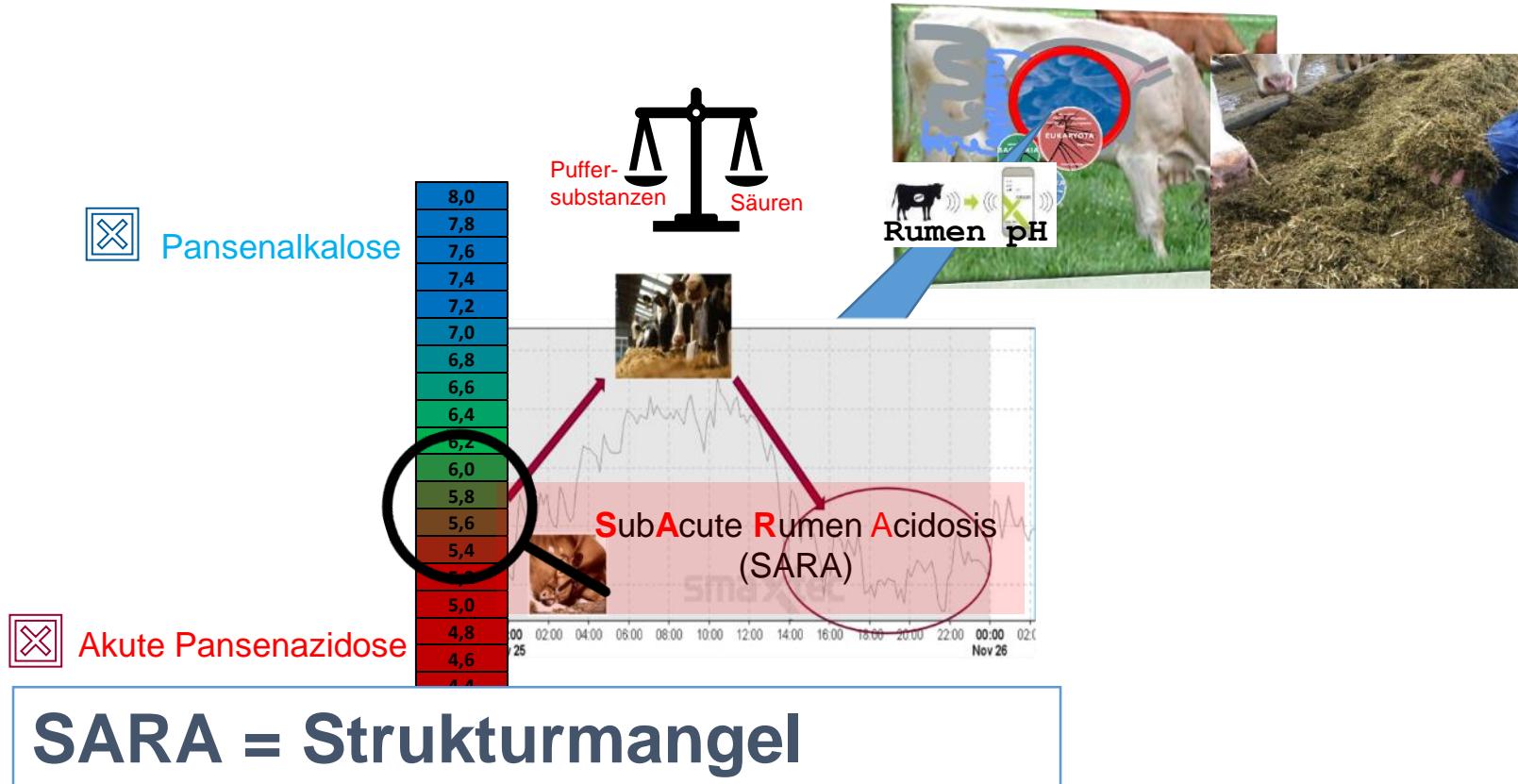


pH-Wert ↑

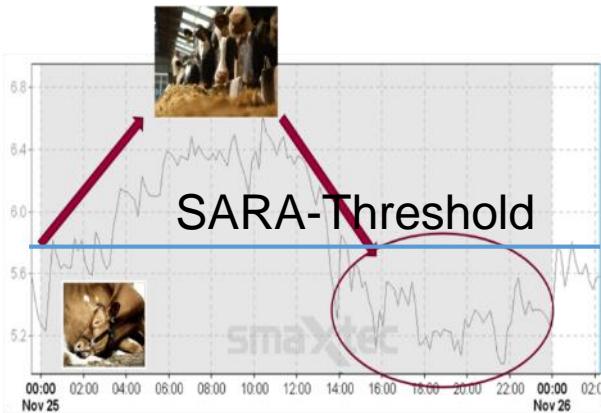


Aufrechterhaltung von:
Pansenmikrobiom + Allgemeine Gesundheit + Milchfettsynthese

Pansen-pH-Wert – ein direkter Indikator



Schätzung von ruminalen pH-Werten



peNDF

$$Y = 6,237 + (0,03332 \cdot \text{peNDF}>8) - (0,00055 \cdot (\text{peNDF}>8)^2) - (0,01091 \cdot \text{Stärke}) \\ - (0,0089 \cdot \text{DMI})$$

Stärke

TM-
Aufnahme

$$Y = 6,278 + (0,02963 \cdot \text{peNDF}>8) - (0,00058 \cdot (\text{peNDF}>8)^2) - (0,02297 \cdot \text{NFC})$$

NFC

peNDF = Physikalisch-effektive NDF

NFC = Nicht-Faserkohlenhydrate

- Erste Empfehlungen bei GfE 2014
- 2 Meta-Analysen
 - Zebeli et al. 2010
 - Khorrami et al. 2021
- Daten der letzten 20 Jahre
 - 33 Studien, 132 Rationen
 - TM-Aufnahme: 13,4-31,6 kg/d
 - Ltag: 1-282
 - ECM: 23-49 kg/d
 - Milchfett: 2,8-5,2 %

Outline

ABSTRACT

Key words

INTRODUCTION

MATERIALS AND METHODS

RESULTS AND DISCUSSION

CONCLUSIONS

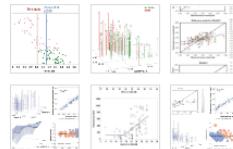
ACKNOWLEDGMENTS

REFERENCES

Show full outline ▾

Cited by (15)

Figures (8)



Show 2 more figures ▾

Tables (4)

Table 1

Table 2

Table 3

Table 4



Journal of Dairy Science

Volume 104, Issue 7, July 2021, Pages 7761-7780



Research

Models to predict the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cows based on dietary and cow factors: A meta-analysis

Behzad Khorrami^{1,2}, Ratchaneewan Khiaosa-ard¹, Qendrim Zebeli¹  

Show more ▾

+ Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.3168/jds.2020-19890> 

Under an Elsevier user license 

Get rights and content 

open archive 

ABSTRACT

The present research aimed at developing practical and feasible models to optimize feeding adequacy to maintain desired rumen pH conditions and prevent subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cows. We conducted 2 meta-analyses, one using data from recent published literatures (study 1) to investigate the prediction of SARA based on nutrient components and dietary physical and chemical characteristics, and another using internal data of our 5 different published experiments (study 2) to obtain adjustments based on cow status. The results of study 1 revealed that physically effective neutral detergent fiber inclusive of particles > 8 mm (peNDF > 8) and dietary starch [% of dry matter (DM)] were sufficient for predicting daily mean ruminal pH ($y = 5.960 - (0.00781 \times \text{starch}) + (0.03743 \times \text{peNDF} > 8) - [0.00061 \times (\text{peNDF} > 8 \times \text{peNDF} > 8)]$). The model for time of pH suppression (< 5.8 for ruminal pH or < 6.0 for reticular pH, min/d) can be predicted with additionally including DMI (kg/d): $124.7 + (1.7007 \times \text{DMI}) + (20.9270 \times \text{starch}) + (0.2959 \times \text{peNDF} > 8) - [0.0437 \times (\text{DMI} \times \text{starch} \times \text{peNDF} > 8)]$. As a rule of thumb, when taken separately, we propose 15 to 18% peNDF > 8 as a safe range for diet formulation to prevent SARA, when starch or NFC levels are within 20 to 25% and 35 to 40% ranges, respectively. At dietary starch content below 20% of DM, grain type was

Parameter zur Erfassung der Strukturwirkung der Ration

- **Messung von Partikelgrößeverteilung der Ration**
 - Siebung mittels Schüttelbox
- **Bestimmung von Gesamtzellwandbestandteilen**
 - aNDFom-Gehalt der Gesamtration bzw. separaten KF-Mischung (falls gefüttert)
- **Bestimmung von fermentierbaren Substraten**
 - Stärkegehalt
 - Bzw. Gehalt an Nicht-Faserkohlenhydrate (NFC)
- **TM-Aufnahme**
 - z.B. erzielte bzw. geschätzte Gesamt-TM-Aufnahme
 - Separate KF-Menge (z.B. Transponder-Fütterung)

Physikalisch-effektive
NDF (peNDF)

Bestimmung der Partikelgrößeverteilung

- Schüttelbox mit 8 mm Runde Porengröße, Waage, Eimer, Taschenrechner
- Representative **Futterprobe** (Eimer voll)

Zur Siebung

- 300-500g Frische Futterprobe
- **40 Zyklen** Siebung
 - **5 x in eine Richtung** (1 Bewegung = 1 x Hin und Zurück)
 - ca. 1 Bewegung/Sekunde, 15-20 cm Hublänge
 - Umdrehung **90°**
 - Jede Richtung **2x**
- **Zurückwiegung** jeder Sieb
- **Berechnung** % von jedem Sieb

2 Mal durchführen ➡ Mittelwert bilden ($CV < 10\%$), sonst wiederholen



Bestimmung der Partikelgrößeverteilung

- Schüttelbox mit 8 mm Runde Porengröße, Waage, Eimer, Taschenrechner
- Representative **Futterprobe** (Eimer voll)

Zur Siebung

- 300-500g Frische Futterprobe
- 40 Zyklen Siebung
 - **5 x in eine Richtung** (1 Bewegung = 1 x Hin und Zurück)
 - ca. 10 Minuten pro Zyklus
 - Unterbrechungen verhindern
 - Jede Stunde ausklopfen

Partikelgröße	Partikelanteil, %
>19 mm (GP)	10
8-19 mm (MP)	40
4-8 mm	20
<4 mm	30

- Zurück in den Eimer
- Berechnung % von jedem Sieb



2 Mal durchführen ➡ Mittelwert bilden ($CV < 10\%$), sonst wiederholen

- Verteilung von Futterpartikeln
 - Gesamt mischration (TMR)
 - Teilmischration (PMR)
- Variante A
 - Sieb 1,18 mm
- Variante B
 - Sieb 4 mm

Tabelle 5.1: Übliche Anteile der Futterpartikelfraktionen in einer TMR bzw. PMR für laktierende Kühe (in %)¹)

Partikelfraktionen	TMR	PMR
Variante A ² :		
> 19 mm	15 – 20	25 – 35
8 – 19 mm	30 – 40	35 – 55
1,18 – 8 mm	20 – 40	15 – 25
< 1,18 mm	< 12	< 6
Variante B ² :		
> 19 mm	15 – 20	25 – 35
8 – 19 mm	30 – 40	35 – 55
4 – 8 mm	15 – 20	5 – 15
< 4 mm	< 28	< 14

¹ Die Angaben können sowohl in Original- als auch Trockenmasse verwendet werden.

² Je nach verwendeten Sieben.

Bestimmung des Faktors physikalische Wirksamkeit (pef)

$$pef_{>8 \text{ mm}} (\text{pef} > 8; \% \text{ der TM}) = (GP_{\text{TM}} + MP_{\text{TM}}) \quad [5.1]$$



Partikelgröße	Partikelanteil, %
>19 mm (GP)	10
8-19 mm (MP)	40
4-8 mm	20
<4 mm	30

$$\text{z.B. } pef_{>8} = (10+40) = 50 \%$$

+

$$pef_{>8_{\text{PMR}}} (\% \text{ der TM}) = (GP_{\text{TM}} + MP_{\text{TM}}) - (KF_{\text{Menge}} \cdot 2) \quad [5.2]$$



z.B. 5 kg KF/Tag

$$pef_{>8_{\text{PMR}}} = (10+40)-(5*2) = 40 \%$$

Bestimmung von peNDF_{>8}



aNDFom

$$\text{peNDF}_{>8} (\% \text{ der TM}) = \text{pef}_{>8} (\% \text{ der TM}) \cdot \text{aNDFom} (\% \text{ der TM}) / 100$$

[5.3]

$$\text{z.B. peNDF}_{>8} = 50 \% \times 35 \% \text{ NDF} / 100 = 17,5 \%$$

+



$$\text{aNDFom}_{\text{Gesamt}} (\% \text{ der TM}) = \frac{(\text{aNDFom}_{\text{PMR}} \cdot \text{DMI}_{\text{PMR}}) + (\text{aNDFom}_{\text{KF}} \cdot \text{DMI}_{\text{KF}})}{(\text{DMI}_{\text{PMR}} + \text{DMI}_{\text{KF}})}$$

[5.4]

Man benötigt auch noch:

- aNDFom-Gehalt des Konzentratfutters
- Gefütterte KF-Menge
- TM-Aufnahme

peNDF>8-Bedarfsempfehlungen - TMR



Tabelle 5.2: Empfohlene Mindestkonzentrationen an peNDF>8 in der TMR (% in der TM) bei Variation der Stärke-Konzentration und der TM-Aufnahme von Kühen¹

Stärke (% der TM)	TM-Aufnahme (kg/Tag)					
	13 – 15	16 – 18	19 – 21	22 – 24	25 – 27	28 – 30
< 10	8	9	10	11	13	15
20	11	12	13	15	17	19
23	13	14	15	17	19	21
26	15	16	18	19	23	25
30			20	22		

¹ Die Berechnungen basieren auf der Gleichung 5.7. Sofern keine Werte angegeben sind, ist die Mindestkonzentration an peNDF>8 unter der angegebenen TM-Aufnahme und den Stärkegehalten nicht erreichbar oder die Kombination der TM-Aufnahme und Stärkegehalt ist nicht praxisrelevant.

peNDF>8-Bedarfsempfehlungen - PMR



+



Tabelle 5.3: Notwendige Konzentrationen an peNDF>8 (% der TM) in der PMR in Abhängigkeit von der Grundration und dem zusätzlichen KF-Einsatz (bei unterschiedlicher Stärke-Konzentration im KF)

KF-Menge (kg/Tag)	0	4		6		8		10	
Stärke im KF (%)		25	38	25	38	25	38	25	38
in der PMR erforderliche Konzentration an peNDF>8 (% der TM)									
PMR 1: ~ 10 % Stärke	10	14	16	16	18	18	21	20	25
PMR 2: ~ 15 % Stärke	12	15	17	17	19	19	23	21	26
PMR 3: ~ 20 % Stärke	15	17	19	19	22	20	25		

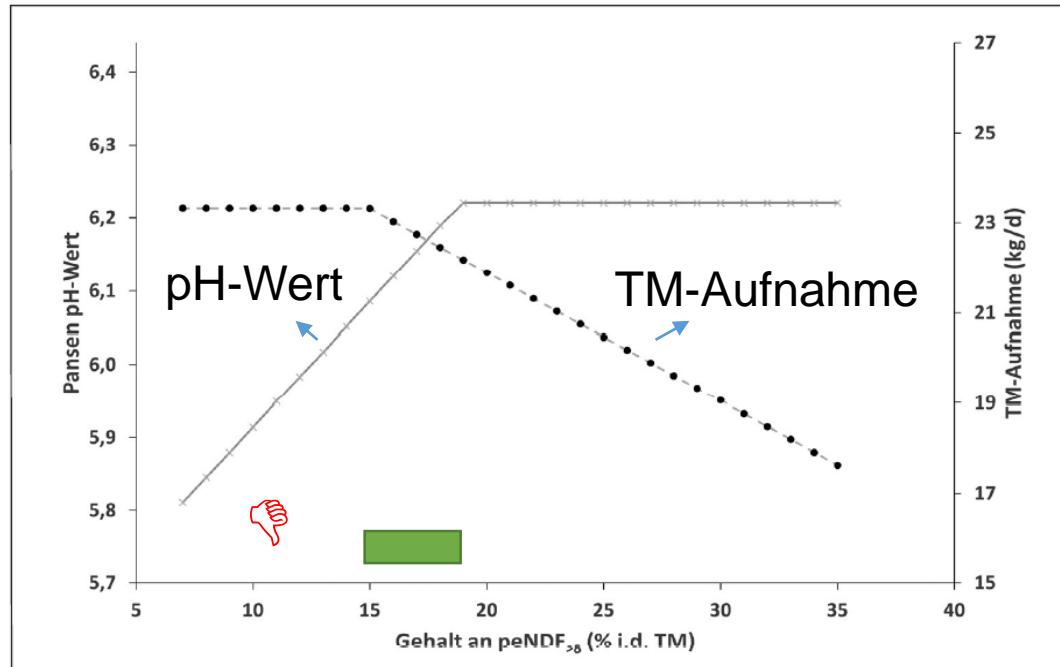
Wenn keine Werte angegeben werden, ist die Mindestkonzentration an peNDF>8 unter der angegebenen TM-Aufnahme und den Stärkegehalten nicht erreichbar.



- ✓ KF-Menge
- ✓ Stärkegehalt im KF
- ✓ Stärkegehalt in d. PMR

peNDF-Bedarf

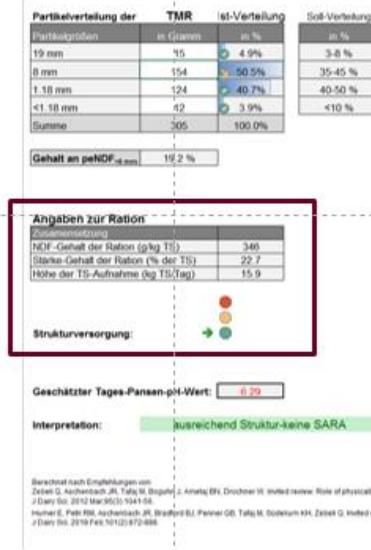
peNDF-Pansen-pH-Wert und TM-Aufnahme



- Zu wenig peNDF ↘
SARA/Strukturmangel
- Zu viel peNDF bremst die
TM-Aufnahme
☞ Früh-/Hochlaktation

Bewertung mittels Apps

Workshop am 19./20. Sept. 2023



Schritte zur Strukturbewertung:

- 1) Bewertung der Partikelverteilung mittels Schüttelbox**

 - 2) Erfassung des Gehaltes an physikalisch-effektiver Faser (peNDF für den Sieb >8 mm)**

 - 3) Bewertung der Strukturversorgung unter Einbeziehung von peNDF>8, Starkgehalt und Höhe der Puttermautanne**




- Zuerst 300 g Originalzubehör (mindestens 200 - max. 400 g) in das obere Sieb des Zusammengestellten Siebkastens geben
 - Dann jede Seite 3-Mal waagerecht hin und her schütteln
 - Anschließend die Box um ein Viertel im Uhrzeigersinn drehen und nochmal schütteln
 - Insgesamt werden 40 Schüttbewegungen durchgeführt
 - Wichtig: Auf einer glatten Oberfläche (Tisch) anwenden!
 - Anschließend werden die einzelnen Anteile gewogen und die prozentuale



01:04,4

- Mitarbeiter:innen (Tierernährung Wien)
 - Dr. R. Khiaosa-ard
 - Dr. B. Khorrami
- Mitstreiter (Tierernährung Hohenheim)
 - Dr. M. Tafaj
 - Dr. H. Steingaß
 - Prof. W. Drochner
- Fördergeber
 - DFG
 - FFG
 - WWTF