

8 Auswirkungen variierender peNDF-Gehalte auf Wiederkaudauer und Pansen pH-Werte bei Milchkühen

Helge Speit¹, Sebastian Hoppe¹, Christoph Hoffmanns¹, Martin Pries², Heiner Westendarp³

¹Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47533 Kleve, helge.speit@lwk.nrw.de

²Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, FB 71 - Tierproduktion, Ostinghausen, 59505 Bad Sassendorf

³Hochschule Osnabrück, Fakultät für Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Oldenburger Landstraße 24, 49090 Osnabrück

1. Einleitung

Zur konstanten Erhaltung einer optimalen Pansenfunktion benötigen Wiederkäufer neben adäquaten Mengen an Nährstoffen auch eine ausreichende Versorgung an strukturwirksamem Futter. Dabei sind vor allem Grobfutterkomponenten gemeint, die gewisse physikalische Eigenschaften besitzen um damit einen ausreichenden Speichelfluss, stabile pH-Werte in den Vormägen und eine Schichtung des Vormageninhaltes zu gewährleisten (Steingäß und Zebeli, 2014). Unter hiesigen, stetig steigenden Milchleistungen bei Einsatz entsprechender Kraftfuttermengen kann es zur Reduzierung der Strukturwirkung einer Ration kommen. In der Folge kann der ruminale pH-Wert bei ungenügender Aufnahme von strukturiertem Futter absinken, dem eine subakute Pansenazidose (SARA) folgt, verbunden mit einem Rückgang des Milchfettgehaltes, der Futteraufnahme und der Leistung sowie Labmagenverlagerung, Leberschäden und Klauenproblemen als Folgeerkrankungen (Staufenbiel, 2011).

Das Konzept der physikalisch effektiven Neutral-Detergenzfaser (peNDF) ermöglicht die Strukturbewertung der vorgelegten Ration sowohl aus Informationen der chemischen Zusammensetzung als auch der physikalischen Form. Der Bezug zum Pansen pH-Wert als physiologische Kenngröße stellt einen Faktor der wiederkäuergerechten Ration dar. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob sich variierende peNDF-Gehalte in den Rationen, ermittelt über einen Penn-State-Particle-Separator, in den Wiederkaudauern und Pansen pH-Werten wiederfinden lassen.

2. Material und Methoden

Im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick (VBZL), Kleve, wurde von Januar bis Juni 2016 ein Fütterungsversuch mit vier Gruppen à 24 Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein mit unterschiedlichen Partikelgrößen des Grundfutters (Maissilage) sowie einer Strohzulage durchgeführt (Tabelle 1). Aus den vier Fütterungsvarianten wurden je Variante vier Tiere für die hier zugrundeliegende Datenerhebung ausgewählt. In den vier Gruppen des Liegeboxenlaufstalles befindet sich Spaltenboden, die Liegeboxen sind als Hochboxen mit Komfortmatratze ausgelegt. Das Tier-Liegeboxen-Verhältnis betrug 1:1, das Tier-Fressplatz-Verhältnis 2:1. Über automatische Wiegetröge erfolgte täglich die tierindividuelle Erfassung der Futter- und Wasseraufnahmen.

Tab. 1: Fütterungsvarianten

Bezeichnung	Hauptbestandteil der Ration
KoS	Maissilage konventionell, 7 mm tHL ohne Strohergänzung
KmS	Maissilage konventionell, 7 mm tHL mit Strohergänzung
SoS	Maissilage Shredlage, 26 mm tHL ohne Strohergänzung
SmS	Maissilage Shredlage, 26 mm tHL mit Strohergänzung

tHL = theoretische Häcksellänge

Die vier Versuchstiere je Gruppe waren mit Wiederkausensoren (Heatime HR System, SCR, Netanya) und einem Pansen pH-Wert Messbolus (smaxtec pH & Temp Sensor Modell SX-1042, Smaxtec Animal Care GmbH, Graz) ausgestattet. Die Leistungsparameter der 16 Versuchstiere spiegeln den Herdenschnitt der jeweiligen Gruppe wieder, wobei drei mehrlaktierende Tiere und eine erstlaktierende Färse je Variante Berücksichtigung fanden (Tabelle 2). Es wurden TMRen gefüttert, deren Nährstoff- und Energiegehalte auf eine Leistung von 35 kg Milch einschließlich des Erhaltungsbedarfs gemäß den Vorgaben der DLG (2001) ausgerichtet waren. Die Rationen setzten sich aus 3,4 kg TM Grassilage, 10,5 kg TM konventionelle (KoS, KmS) bzw. 10,8 kg TM Shredlage Maissilage (SoS, SmS), 2,2 kg TM

Pressschnitzelsilage, 7,2 kg TM rapsbasiertem Kraftfutter, 0,3 kg TM Propylenglykol und Glycerin sowie 0,4 kg TM Strohzulage (KmS, SmS) je Kuh und Tag zusammen.

Tab. 2: Leistungsparameter der Versuchstiere zu Beginn der 50-tägigen Messperiode, Mittelwerte

Variante	n	Laktation-Nr.	Laktations-tage	Milch (kg)	Fett (%)	Eiweiß (%)	ECM (kg)
KoS	4	2,75	52	40,8	4,11	3,13	40,7
KmS	4	2,50	66	40,5	3,78	3,07	38,3
SoS	4	2,75	61	42,9	3,59	3,13	40,0
SmS	4	2,50	50	41,8	3,69	3,29	40,0

Die Partikelgrößenuntersuchung erfolgte mit dem Pennsylvania-State-Particle-Separator, ausgestattet mit den Siebgrößen 8 mm und 19 mm sowie der Bodenschale. Durch Vor- und Rückwärtsbewegungen des Siebkastens werden in Summe 40 Schüttelbewegungen durchgeführt, dabei nach jeder fünften Bewegung die Siebeinheit um 90° gedreht.

An sechs Terminen, verteilt über den Versuchszeitraum, wurde die vorgelegte Ration unmittelbar nach der Herstellung aus dem Futtertrog entnommen. Es wurden je Variante und Termin drei Wiederholungen der Siebfraktionierung durchgeführt. Die Berechnung erfolgt als $peNDF_{>8}$ (Lammers et al., 1996) und umfasst die Massenanteile auf den Sieben 8 mm und 19 mm. Die Anteile werden auf die Originalsubstanz bezogen und mit dem Gehalt an Neutral-Detergentien-Faser, aschefrei (aNDFom) der Ration in % der Trockenmasse multipliziert. Als Ergebnis wird $peNDFom$ in % der Trockenmasse der Gesamtration angegeben. Die Nährstoff- und Energiegehalte der gefütterten Rationen, die auf Basis der täglich ermittelten Trockenmassegehalte nachkalkuliert wurden, zeigt Tabelle 3.

Tab. 3: Nährstoffgehalte der Futterrationen

Parameter	KoS	KmS	SoS	SmS
Rohasche, g/kg TM	60	60	59	59
Rohprotein, g/kg TM	164	161	163	160
Rohfett, g/kg TM	42	41	41	41
Rohfaser, g/kg TM	169	174	167	171
Strukturwert	1,32	1,37	1,56	1,61
Stärke, g/kg TM	180	177	174	170
Zucker, g/kg TM	34	34	38	38
aNDFom, g/kg TM	341	349	332	340
ADFom, g/kg TM	203	208	203	208
NEL, MJ/kg TM	7,25	7,19	7,29	7,23

Die Milchmenge wurde täglich, die Milchleistungsparameter wöchentlich gemäß den Routinen für die Durchführung der Milchleistungsprüfung ermittelt. Wiederkaudauer und Pansen pH-Werte wurden zu Tagesmittelwerten zusammengefasst und in einem 50-tägigen Versuchszeitraum betrachtet. Die Auswertung der Daten erfolgte als deskriptive Statistik über Microsoft Excel 2010. Die statistische Auswertung erfolgte mit einem gemischten Modell über SAS-Prozeduren durch die Tier und Daten GmbH Kiel. Die chemischen Analysen der Futtermittel wurden bei der Landwirtschaftlichen Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH, Lichtenwalde durchgeführt.

3. Ergebnisse

Durch die erhobene Siebfraktionierung zeigt sich in Tabelle 4, dass die Strohzulage in den Varianten konventionell oder Shredlage jeweils wenig Einfluss auf die prozentualen Anteile in den Siebkästen hat. Zwischen den Häckselvarianten zeigen sich im Obersieb (19 mm) deutliche Unterschiede (KoS 11 %, KmS 12 % zu SoS 25 % und SmS 25 %). Auch im Mittelsieb (8 mm) zeigt sich die Differenz in den Häckselvarianten (KoS 41 %, KmS 39 % zu SoS 32 % und SmS 34 %). In der Bodenschale finden sich bei SoS und SmS, 41 % und 43 % Gewichtsanteile wieder, dagegen bei KoS und KmS 48 % und 49 %.

Tab. 4: Partikelgrößenanteile (%) in den vorgelegten Futterrationalen;
Mittelwerte \pm Standardabweichung

Variante	n	Obersieb (19 mm)	Mittelsieb (8 mm)	Bodenschale
KoS	18	10,7 \pm 4,0	41,4 \pm 4,1	48,0 \pm 4,4
KmS	18	11,8 \pm 2,9	39,1 \pm 2,7	49,2 \pm 2,8
SoS	18	25,4 \pm 4,1	33,7 \pm 2,0	40,9 \pm 3,0
SmS	18	25,4 \pm 4,1	31,5 \pm 1,7	43,1 \pm 2,9

Die Kühe waren hinsichtlich ihres Laktationsstadiums vergleichbar (Tabelle 2). Alle Varianten liegen in einem TM-Aufnahmebereich von 22,9 bis 27,3 kg. Die energiekorrigierte Milchleistung zeigt Werte von 36,6 bis 42,4 kg (Tabelle 5). Die Ergebnisse für die Wiederkaudauer und Pansen pH-Werte im 50-tägigen Untersuchungszeitraum sind gleichermaßen in Tabelle 5 zusammengefasst. Die höchste Wiederkaudauer je Tag zeigten die Tiere der Variante SmS mit 678 Min/Tag, gefolgt von der SoS Variante mit 649 Min/Tag. Die Gruppe KmS lag mit 626 Min/Tag ebenfalls über 600 Min. Die niedrigste Wiederkaudauer hat die Gruppe KoS mit 555 Min/Tag. Die Pansen pH-Werte korrespondieren zu den Wiederkaudaten. Dabei liegt der gemittelte Pansen pH-Wert der KoS Variante bei 5,9. Die Varianten KmS, SoS und SmS haben einem Pansen pH-Wert von 6,2.

Tab. 5: Futteraufnahme, energiekorrigierte Milchleistung, Wiederkaudauer und Pansen pH-Werte im 50-tägigen Versuchszeitraum, Mittelwerte \pm Standardabweichung

Variante	n	TM-Aufnahme, kg	ECM, kg	Wiederkaudauer, Minuten/Tag	Pansen pH-Werte
KoS	4	22,9 \pm 3,1	36,6 \pm 5,8	555 ^a \pm 50,5	5,9 \pm 0,07
KmS	4	24,7 \pm 4,9	42,4 \pm 6,8	626 ^{ab} \pm 47,5	6,2 \pm 0,05
SoS	4	25,3 \pm 3,9	39,3 \pm 4,1	649 ^b \pm 46,4	6,2 \pm 0,07
SmS	4	27,3 \pm 5,6	38,3 \pm 7,7	678 ^b \pm 44,5	6,2 \pm 0,06

^{ab} signifikante Unterschiede $p \leq 0,05$

In der Tabelle 6 sind die berechneten peNDFom_{>8}-Werte dargestellt. Die Berechnung zeigt in den Varianten KoS und KmS 17,8 % peNDFom_{>8}, die Varianten SoS und SmS liegen bei 19,6 % und 19,3 % peNDFom_{>8}. In den peNDFom_{>8}-Werten wird der Einfluss der Häcksellänge sichtbar.

Tab. 6: Berechnete physikalisch effektive Neutral-Detergenzfaser in organischer Masse der vorgelegten Ration, Mittelwerte \pm Standardabweichung

Variante	n	peNDFom _{>8mm} %
KoS	18	17,8 \pm 1,5
KmS	18	17,8 \pm 1,0
SoS	18	19,6 \pm 1,0
SmS	18	19,3 \pm 1,0

4. Diskussion

Die DLG (2001) empfiehlt für hochleistende Milchkühe hinsichtlich des Strukturwertes nach De Brabander et al. (1999) einen Mindestwert von 1,2. Diese Vorgabe wird in den hier geprüften Rationen eingehalten und insbesondere in den Shredlagevarianten deutlich überschritten, so dass ein Strukturwertmangel ausgeschlossen werden kann. Auch die Strohzulage wird durch den Strukturwert erkennbar, die Varianten mit Strohzulage (KmS, SmS) unterscheiden sich im Strukturwert um 0,05 zu den strohfreen Varianten (KoS, SoS). Trotz eines ausreichenden Strukturwertes ist in der Gruppe KOS die Wiederkaudauer mit 555 Min/Tag gegenüber den anderen Gruppen deutlich verringert und damit einhergehend werden deutlich niedrigere Pansen pH-Werte ausgewiesen, die den Verdacht auf das Vorhandensein einer SARA nahe legen. An dieser Stelle war demnach der Strukturwert kein verlässliches Instrument zur Verhinderung acidotischer Situationen.

Die Rationen waren hinsichtlich des Gehaltes an aNDFom in allen Varianten vergleichbar (Tabelle 3). Auch die Strohzulage hat aufgrund der geringen Gewichtsanteile des Strohs nur einen kleinen Einfluss auf die aNDFom-Gehalte, die sich Stroh bedingt lediglich um 8 g/kg TM erhöhen.

Wie zu erwarten waren die Siebfraktionierungen (Tabelle 4) der vorgelegten Rationen deutlich durch die Häckselvarianten in ihren prozentualen Anteilen beeinflusst. Die durch Siebfraktionierung ersichtlichen prozentualen Unterschiede zwischen den Häckselvarianten des Grobfutters zeigen sich ebenfalls nach Berechnung der $peNDF_{om>8}$. Die ermittelten $peNDF_{om>8}$ Gehalte der 26 mm Varianten (19,6 % und 19,3 %) sind in deutlich erhöhten Wiederkauzeiten von 649 Min/Tag und 678 Min/Tag zu erkennen. Obwohl die Varianten KoS und KmS einen $peNDF_{om>8}$ Gehalt von 17,8 % aufwiesen, gab es nominale Unterschiede in den Wiederkauzeiten, die durch die Strohzulage erklärbar sind. Die Pansen pH-Werte, gemessen über den Pansenbolus, zeigen nominale Unterschiede zwischen den Varianten KoS und KmS.

Nach Zebeli und Humer (2016) muss sich der $peNDF$ -Wert zusätzlich an dem Stärkegehalt der Ration und der TM-Aufnahme ausrichten. Die GfE (2014) empfiehlt Gehalte von 18 % $peNDF_{om>8}$ bei 18 % Stärke in der Ration und einer TM-Aufnahme von 24 kg /Kuh/Tag. Diese Vorgabe wird in Gruppen mit konventioneller Maissilage knapp verfehlt, was in der Gruppe KoS zu einem mittleren Tages - Pansen pH-Wert von 5,9 führt, der nach Steingäß und Zebeli (2014) im Bereich einer SARA anzusiedeln ist. Die Gruppen SoS und SmS erfüllen mit $peNDF_{om>8}$ 19,6 % bzw. 19,3% und einer TM-Aufnahme von 25,3 kg bzw. 27,3 die Empfehlungen der GfE (2014). Dies spiegeln Wiederkaudauer und Pansen pH-Wert wieder.

Vor dem Hintergrund, dass die Reticulum-Messstelle nicht den pH-Wert im Rumen wiedergibt (Neubauer et al., 2017), bedarf es einer Korrektur der Pansen pH-Werte bei Einsatz von Reticulum Boli. Jedoch konnte die Wiederkaudauer in allen Varianten die gemessenen Pansen pH-Werte plausibel erklären. Über die Anforderung bezüglich Stichprobenumfänge ist weitere praktische Erfahrungssammlung erforderlich. Die Vorzüge der Bestimmung des Parameters $peNDF_{om}$ in der Ration beruhen auf der einfachen und schnellen Durchführung, durch den Penn-State-Particle-Separator in Verbindung mit dem $aNDF_{om}$ -Gehalt der Ration. Aus den vorliegenden Betrachtungen ergibt sich als Schlussfolgerung, dass die $peNDF_{om}$ eine geeignete Größe im Rahmen des Controllings ist, um ein acidotisches Risiko der Futterration abzuschätzen.

5. Literatur

- De Brabander, D. L., De Boever, J. L., Vanacker, J. M., Boucque, C. V., Botterman S. M. (1999): Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In: Garnsworthy P. C. und Wiseman J. (eds), Recent Advances in Animal Nutrition, Nottingham University Press, 111-145.
- DLG (2001): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen. In: DLG-Information 1/2001, DLG-Verlag, Frankfurt.
- GfE (2014): Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. Proceedings of the Society Nutrition of Physiology 23, 195-198.
- Lammers, B.P., Buckmaster, D. R., Heinrichs, A. J. (1996): A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. Journal of Dairy Science 79, 922-928.
- Neubauer, V., Humer, E., Kröger, I., Braid, T., Wagner, M., Zebeli, Q. (2017): Differences between pH of indwelling sensors and the pH of fluid and solid phase in the rumen of dairy cows fed varying concentrate levels. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 2017.
- Staufenbiel, R. (2011): Pansenalkalose, Pansenazidose, Pansenfermentationsstörungen – grundlegende Tiergesundheitsprobleme in der Milchkuhhaltung. Tagungsbericht 2011/11. Symposium „Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen“, Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung für Landwirtschaft und Umwelttechnik.
- Steingäß, H., Zebeli, Q. (2014): Bewertung der Strukturwirkung von Rationen für Milchkühe mit Hilfe der physikalisch effektiven Neutral-Detergenzfaser – Stand und Perspektiven. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 9-12.
- Zebeli, Q., Humer, E. (2016): Ausreichend Struktur in der Milchviehration? Von der Bewertung zur adäquaten Versorgung. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, 43. Vierzehntägige Fachtagung 2016, Raumberg-Gumpenstein, 21-27.