

Strukturbewertung von Rationen für Milchvieh

Zur Strukturbewertung von Milchviehrationen gab es in der Vergangenheit eine Reihe von Überlegungen und Vorschläge. Neben der „Rohfaser“, der „Strukturwirksamen Rohfaser“ und dem „Strukturwert“ ist auch die „physikalisch effektive NDF“ zu nennen. Können diese verschiedenen Methoden eine pansenphysiologische Strukturbewertung von Milchviehrationen gewährleisten?

Christian Koch von der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, Dr. Thomas Priesmann vom DLR Eifel und Dr. Herbert Steingäß von der Universität Hohenheim geben einen Überblick.

Wiederkäuer benötigen aufgrund ihres, durch die Evolution geprägten Verdauungstraktes, neben adäquaten Mengen fermentierbarer Nährstoffe ausreichende Mengen an „strukturiertem Futter“, um eine physiologische Pansenfunktion zu gewährleisten. Der Begriff „strukturiertes Futter“ beschreibt Futterkomponenten, die bestimmte physikalische Eigenschaften aufweisen, um bestimmte physiologische Bedingungen in den Vormägen von Wiederkäuern aufrecht zu erhalten. Hier sind ein ausreichender Speichelfluss, stabile pH-Werte sowie eine Schichtung des Panseninhaltes zu nennen. In der Praxis werden in der Regel Grundfuttermittel, welche einen gewissen Fasergehalt aufweisen, als Strukturfuttermittel bezeichnet. Um eine sehr gute Pansengesundheit zu gewährleisten müssen darüber hinaus die Zusammensetzung der Kohlenhydratfraktionen der Gesamtration, die physikalischen Eigenschaften der Futterpartikel (Länge, Steifheit) sowie Abbaugeschwindigkeit und -umfang berücksichtigt werden. Bekannte Krankheiten wie eine subakute oder klinische Pansenazidose, Labmagenverlagerungen, Leberschäden aber auch Klauenerkrankungen wie die Fütterungsrehe sind die Folge. Diese Krankheiten kosten den Landwirt Geld und sollten, wenn möglich, vermieden werden.

Die in den letzten Jahrzehnten bei unseren Milchkühen realisierte Leistungssteigerung erhöht den Energiebedarf linear, wohingegen die Futteraufnahme in nur geringerem Maße ansteigt. Um die Tiere dennoch bedarfsgerecht zu ernähren, wird bei steigender Leistung die Erhöhung der Energiekonzentration durch Anhebung des Kraftfutteranteils in der Ration erforderlich. Unter diesen Bedingungen erhebt sich erst die Frage nach einer Mindestversorgung mit strukturiertem Futter für die Gesunderhaltung des Pansens und des Tieres. Um den „Bedarf an strukturiertem Futter“ ableiten zu können, müssen zum einen die physiologischen Reaktionen eines Tieres bei Strukturmangel charakterisiert und definiert werden. Andererseits gilt es die

Futtermittel in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften zu quantifizieren. Bei den Futtermitteln ist hier der Gehalt an Rohfaser oder Detergenzienfaser bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Partikellänge des Futters zu nennen. Als physiologische Kennzahlen dienen Kau- und Wiederkauaktivität, Milchfettgehalt oder der pH-Wert im Pansen.

In den letzten Jahren hat es zur Frage der Strukturbewertung eine Reihe von Vorschlägen und Entwicklungen gegeben. Trotz aller Bemühungen kann festgestellt werden, dass zurzeit kein ausgereiftes System zur Bewertung der Struktur vorliegt und die Datengrundlage noch beschränkt ist (GfE, 2001).

Rohfaser

Die Strukturbewertung erfolgt seit über 100 Jahren über die Rohfaser (XF). Dabei handelt es sich um eine rein chemische Größe. Die physikalischen Eigenschaften des Futtermittels werden bei diesem Parameter nicht berücksichtigt (was ist mit gemahlenem Heu oder Stroh?).

Strukturwirksame Rohfaser

Seit den 70er Jahren wurden von PIATKOWSKI (bei Rindern) und HOFFMANN (bei Schafen) Untersuchungen zum Verzehr- und Wiederkauverhalten, zur Wiederkauaktivität und Speichelbildung sowie zur Pansenfermentation durchgeführt. Diese Messungen können zur Beschreibung und Einschätzung der Strukturwirksamkeit verschiedener Futtermittel genutzt werden und haben zum Begriff „strukturwirksame Rohfaser“ (SF) geführt (HOFFMANN, 1990, PIATKOWSKI et al., 1990). Als strukturwirksam gilt ein trockenes und in Wasser weitgehend beständiges Futterpartikel von mindestens 5 mm (Schaf) bzw. 8 mm Länge (Rind). Als Bezugseinheit gilt der Gehalt an Rohfaser (XF). Die Ableitung der Strukturwirksamkeit der XF basiert auf Kauzeitmessungen. Je nach Futtermitteltyp, Vegetationsstadium und Zerkleinerungsgrad kommen unterschiedliche Strukturfaktoren zur Anwendung, mit denen die XF-Gehalte der Futtermittel multipliziert werden. Als Referenzwert wurde für Heu mittlerer Qualität ein Multiplikator von 1 festgelegt. Dieser Faktor schwankt zwischen 0 für Kraftfuttermittel und 1,5 für Langstroh. Abstufungen des Strukturfaktors sind mit 0,25 relativ grob und werden z. B. für geringere XF-Gehalte oder für kürzere Partikellängen bei Stroh vorgenommen (GfE, 2001). Der „Bedarf“ an SF wird auf die Lebendmasse bezogen und mit 400 g SF pro 100 kg Lebendmasse angegeben. Als Folge hieraus geht der notwendige Gehalt an SF mit steigender Trockenmasse-Aufnahme zurück, was aus physiologischer Sicht nur schwer nachvollziehbar ist. Weiterhin scheint es beim System der SF so, dass keine verbindlichen Werte für die verschiedenen Futtermittel

festgelegt zu sein scheinen, so dass es schwierig ist, einheitliche Zahlen anzugeben. So wird bei der GfE (2001) für lange Grassilage mit 280 g XF/kg TM ein Faktor von 1 und bei 240 g XF/kg TM ein Wert von 0,75 genannt, während die DLG (2001) für eine Grassilage mit 250 g XF/kg TM einen Faktor von 0,9 definiert. Entsprechende Unterschiede gibt es für Frischgras. Für Kraftfuttermittel unterstellt die GfE (2001) generell keine Strukturwirkung. Für Biertreber variieren die Angaben von 0,25 (ULLRICH et al., 2004) bis 0,4 DLG (2001). Für Pressschnitzel und Lieschkolbensilage liegen die Werte bei 0,25 (ULLRICH et al., 2004).

Aufgrund der dargestellten Unterschiede bei der Bewertung gleicher bzw. vergleichbarer Futtermittel durch verschiedene Quellen ist es äußerst schwierig, eindeutig definierte Faktoren für die verschiedenen Futtermittel zu nennen. Probleme in der Anwendung der „Strukturwirksamen Rohfaser“ in der praktischen Betriebsberatung können somit nicht ausgeschlossen werden.

Strukturwert

DE BRABANDER et al. (1999, 2002) haben das System „Strukturwert“ (SW) anhand umfangreicher Versuche mit Milchkühen abgeleitet. Die Ableitung der Kennzahlen für den SW erfolgte durch Ermittlung eines „kritischen Grundfutteranteils“, ab dem bei Zulage von Kraftfutter zu verschiedenen Grobfuttermitteln Anzeichen von Strukturmangel wie Milchfettabfall, Rückgang der Milchmenge oder der Futteraufnahme festgestellt wurden. Diese Daten wurden mit Messungen zur Fress- und Wiederkaudauer kombiniert. Der SW für Grobfuttermittel wird über die Gehalte an XF oder Neutraler Detergenzfaser (NDF) berechnet. Dabei wird bei Maissilage zusätzlich eine Korrektur abhängig von der Häcksellänge durchgeführt. In diesem System wird neben den Grobfuttermitteln auch den Kraftfuttermitteln ein SW zugeordnet. Dieser wird aus dem XF- oder NDF-Gehalt, den Gehalten an Stärke und Zucker sowie den Anteilen an beständiger Stärke berechnet. Der Strukturwert wird als dimensionslose Zahl angegeben. Er wird für alle Einzelfuttermittel berechnet und anteilig additiv auf die Gesamtration übertragen.

Für die Mindestversorgung mit Struktur ist ein SW der Gesamtration von 1 nötig. Dies gilt für eine Kuh in der 1. – 3. Laktation mit 25 kg Milchleistung, einem Milchfettgehalt von 4,4 % und 2-maliger Kraftfuttermittelvorgabe. Zusätzlich sind noch folgende Korrekturen vorgesehen:

- $\pm 0,01/\text{kg}$ Milch über/unter 25 kg
- $\pm 0,005/\text{g}$ Milchfett unter/über 44 g/kg
- - 0,1 bei Verteilung der Kraftfuttermitteln (6 pro Tag bzw. TMR)
- - 0,07 für Kühe in der 4. Laktation

- - 0,15 für Kühe in der 5. Laktation

Aus diesen Angaben ergeben sich die in Tabelle 1 dargestellten Richtzahlen.

Tabelle1: Notwendiger Strukturwert der Ration für Milchkühe in der 1. bis 3. Laktation

| Milchfett (%) | Milch (kg/Tag) | | | |
|---------------|----------------|------|------|------|
| | 15 | 25 | 35 | 45 |
| 3,6 | 0,94 | 1,04 | 1,14 | 1,24 |
| 4,0 | 0,92 | 1,02 | 1,12 | 1,22 |
| 4,4 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 |
| 4,8 | 0,88 | 0,98 | 1,08 | 1,18 |

Vorteil des SW ist es, dass er auch an die NDF angebunden ist. Somit kann das Strukturlieferungsvermögen der wichtigsten Grobfuttermittel detailliert berechnet werden. Zusätzlich werden beim SW auch die Kraftfuttermittel mit einbezogen, wobei großer Wert auf den Stärkegehalt und das Ausmaß des Stärkeabbaus gelegt wird.

Die Empfehlungen zur Versorgung mit dem SW sind abhängig von der Höhe der Milchleistung und dem Milchfettgehalt. Die höheren Ansprüche an Struktur mit steigender Leistung erscheinen logisch und nachvollziehbar. Da bei höherer Futteraufnahme auch mehr fermentierbare Substanz aufgenommen wird, aber nicht in gleichem Umfang mehr wiedergekaut wird, ist die Absenkung des Strukturbedarfs mit höherem Milchfettgehalt unplausibel. Auch die Tatsache, dass Altkühen ab der 4. Laktation ein geringerer Strukturbedarf zugeschrieben wird, ist nicht zu interpretieren und daher abzulehnen. MEYER et al. (2001) haben gezeigt, dass es bei Milchkühen zu Anzeichen von Strukturmangel wie Futtermittelverweigerung kam, obwohl der SW rechnerisch noch bei weitem ausreichend war. Gleiches wird auch aus der Praxis berichtet. Dies zeigt, dass der SW in seiner ursprünglichen Form nicht befriedigt und den Strukturbedarf generell unterschätzt. Daher ist in der Praxis eine dringende Korrektur notwendig. Ist dies nicht möglich, ist das System zu verwerfen.

Physikalisch effektive NDF

Die NDF (Neutrale-Detergenzienfaser) stellt in der internationalen Literatur eine gebräuchliche Kenngröße dar und wird auch zur Beurteilung der Futterstruktur genutzt. Wie bei der Rohfaser ist der Gehalt an NDF allein jedoch nicht ausreichend, weil die physikalischen Eigenschaften des Futters unberücksichtigt bleiben. Mit der physikalisch effektiven NDF (peNDF) stellte MERTENS (1997, 2000) ein System vor, bei dem der

chemisch analysierte Gehalt an NDF eines Futtermittel mit seinen physikalischen Eigenschaften verknüpft wird.

Nach MERTENS (1997) sollte der Gehalt an peNDF in der Ration bei mindestens 20 % in der TM liegen. Dieser Wert leitet sich aus einem Milchfettgehalt von 3,4 % bei einem mittleren pH-Wert im Pansen von 6,0 ab.

Der Wert von > 20 % peNDF erscheint für deutsche/europäische Verhältnisse zu niedrig (Stichwort Milchfettgehalt). Zudem ist für die Beurteilung der Strukturwirksamkeit einer Ration nicht nur der mittlere Pansen-pH-Wert entscheidend sondern auch die Schwankungen im Tagesverlauf. Eine Literaturlauswertung an der Universität Hohenheim (STEINGASS und ZEBELI, 2008) ergab, dass der pH-Wert im Pansen nicht länger als 5,24 – 5,47 h/Tag unter den Wert von 5,8 fallen sollte, um subklinische Acidosen (SARA) zu vermeiden. Der pH-Wert sollte im Tagesmittel bei > 6,15 liegen.

Wie Abbildung 1 zeigt, steigt mit steigendem Anteil an peNDF auch der pH-Wert im Pansen, bis er sich bei einem peNDF-Gehalt von ~ 31 % auf einem Niveau von ~ 6,3 einpendelt. Dies gilt bei einer Ø Futteraufnahme von ~ 20 kg Trockenmasse (TM) und einem Gehalt von 14 % abbaubarer Stärke in der TM.

Wobei mit steigender Futteraufnahme und/oder steigendem Anteil an abbaubarer Stärke auch der Bedarf an peNDF ansteigt, wie Tabelle 2 verdeutlicht.

Für die Praxis bedeutet dies, dass Kühe in der Früh lactation aufgrund der i.d.R. stärkebetonteren Rationen eher mehr als 31 % peNDF benötigen als weniger.

Der Anteil an peNDF beeinflusst erheblich die Futter- bzw. Trockenmasseaufnahme, wie Abbildung 2 verdeutlicht. Bis zu einem peNDF-Anteil von 20 % in der Ration steigt diese an. Zwischen 20 und 31 % fällt die Futteraufnahme wieder leicht ab. Erst bei peNDF-Gehalten > 31 % geht diese deutlich zurück.

Die Auswertung bzw. Untersuchungen von STEINGASS und ZEBELI (2008) lassen die Schlussfolgerung zu, dass der „ideale“ Anteil an peNDF unter deutschen bzw. europäischen Verhältnissen (angestrebte Milchfettgehalte um die 4 %) in der Ration bei ~ 31 % (Spannweite 28 – 36 %) liegt, in Abhängigkeit von Trockenmasseaufnahme und dem Anteil abbaubarer Stärke. Wobei Kühe in der Früh lactation wegen der noch schlechteren Pansenzottenentwicklung mindestens 31 % peNDF benötigen. Beide Autoren kommen aber auch zum Ergebnis, dass „eine umfangreiche Überprüfung des Systems in der Praxis erfolgen muss“.

Im Rahmen eines gemeinsamen Projektes zwischen der Universität Hohenheim, der FH-Bingen, dem Land Rheinland-Pfalz (Dienstleistungszentren Ländlicher Raum) und der Lehr-

und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle soll dieser neue Parameter im kommenden Winter auf seine Praxistauglichkeit hin überprüft werden. Die notwendigen Voraussetzungen hierfür, die Untersuchung der Grund- und Kraffutter auf NDF, liegen vor.

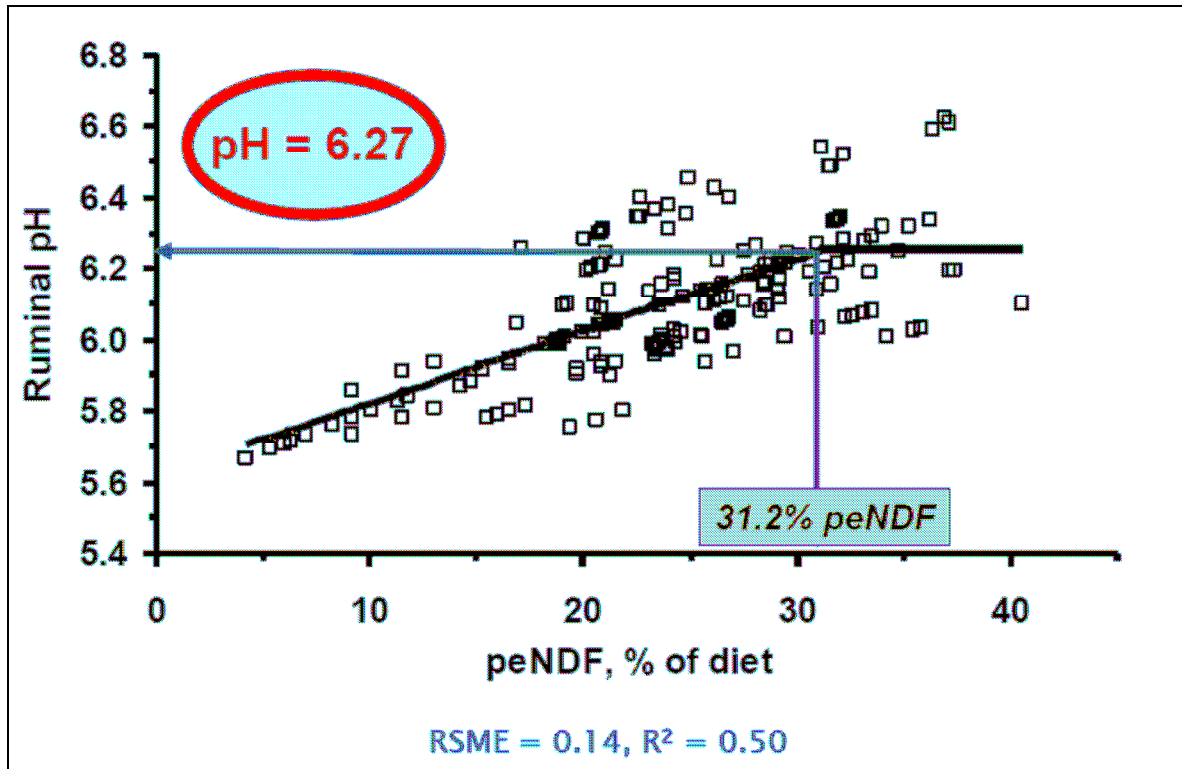


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen peNDF und Tages-pH

Tabelle 2: Notwendige Gehalte an $peNDF_{>1,18\text{ mm}}$ in Abhängigkeit von der TM-Aufnahme und dem Gehalt an ruminal abbaubarer Stärke (STEINGASS und ZEBELI, 2008)

| abbaubare Stärke (% i. TM) | TM – Aufnahme (kg) | | | | |
|-------------------------------|--------------------|------|------|------|------|
| | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 |
| 10 | 28,5 | 29,2 | 29,9 | 30,7 | 31,4 |
| 14 | 30,0 | 30,8 | 31,5 | 32,2 | 32,9 |
| 18 | 31,6 | 32,3 | 33,0 | 33,8 | 34,5 |
| 22 | 33,1 | 33,8 | 34,6 | 35,3 | 36,0 |

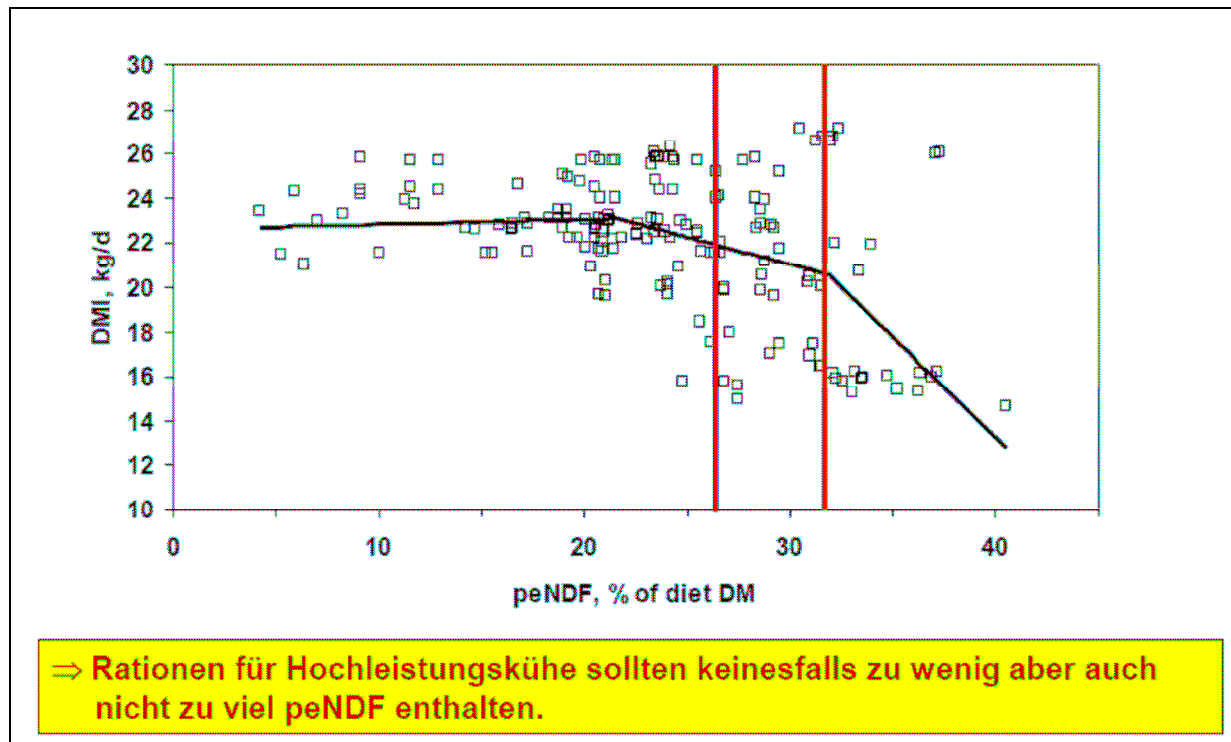


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen dem Gehalt an $\text{peNDF}_{>1,18 \text{ mm}}$ und der TM-Aufnahme

Für eine einfache Ermittlung der peNDF schlägt MERTENS (1997) vor, die Siebfraktion $> 1,18 \text{ mm}$ zu bestimmen und mit dem NDF-Gehalt der Ration zu verrechnen. Die Messung kann auf einfache Weise mit Hilfe des Penn State Particle Separator (PSPS; KONONOFF et al., 2003), umgangssprachlich als „Schüttelbox,“ bezeichnet, geschehen. Mit dieser Schüttelbox ist es relativ leicht und vor Ort möglich, die Partikelgrößenverteilung von TMR und Grobfutter zu bestimmen. KONONOFF et al. (2003) empfehlen die Anwendung eines Gerätes mit drei Siebböden (19 mm, 8 mm Rundloch und 1,18 mm Quadratloch) und definieren die Anwendung bzgl. Hublänge (17 cm), Frequenz ($\geq 1,1 \text{ Hz}$) und Zahl der Bewegungen (40; 2×5 in jede Richtung), um eine bessere Standardisierung der Ergebnisse zu erzielen. Die Universität Hohenheim konnte unter Einhaltung dieser Empfehlungen anhand von Tests mit unerfahrenen Personen erstaunlich gut reproduzierbare Ergebnisse erzielen. Wiederholbare Ergebnisse konnten auch im Rahmen von Messungen am Hofgut Neumühle sowie am DLR Eifel bestätigt werden.

Fazit

Die bisher gebräuchlichen Methoden zur Bewertung der Strukturversorgung von Milchkühen – „Rohfaser“, strukturwirksame Rohfaser“ und „Strukturwert – sind mit Kritikpunkten behaftet und stellen nicht das bestmögliche Verfahren zur Beurteilung der Futterstruktur dar.

Die „physikalisch effektive NDF“ verbindet chemische (NDF) mit physikalischen Eigenschaften (Partikellänge) eines Futters (TMR oder Einzelkomponente). Hierdurch sollte es möglich sein, die Strukturversorgung der Kuh noch bedarfsgerechter zu gestalten. Erste Ergebnisse aus Hohenheim und vom Hofgut Neumühle deuten darauf hin

Ein Literaturverzeichnis kann bei den Autoren angefordert werden.