

Auswirkungen der neuen GfE-Empfehlungen auf die Futteranalytik

Effects of the new GfE recommendations on feed analysis

Reinhard Resch^{1*} und Gerald Stögmüller²

Zusammenfassung

Die neuen GfE-Normen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen (2023) verändern den gewohnten Umgang mit Kenngrößen zum Futterwert im Bereich Energie und Protein. Die Verdaulichkeit der organischen Masse (OMD) ist künftig von zentraler Bedeutung, d.h. eine realitätsnahe nasschemische Bestimmung über ELOS oder Schätzung über gute NIRS-Kalibrationen ist gefordert. Für die Proteinbewertung spielt das im Pansen unabgebaute Futter-Protein (UDP) eine wichtige Rolle zur Bemessung des dünn darmverdaulichen Proteins (sidP) bzw. dünn darmverdaulicher Aminosäuren (sidAA). Aufgrund von Lücken in vorhandenen Tabellenwerken, ist zuerst die Wissenschaft gefordert nasschemische Referenzdaten aus in situ- und CNCPS-Analysen für verschiedene Futtermittel, insbesondere österreichtypische Silagen, Heu und Grünfütter, bereitzustellen, um zentrale Datenbanken zu füttern und Futterwerttabellen zu aktualisieren. In der Folge können mit diesen Referenzen wiederum stabile NIRS-Kalibrationen erstellt werden, damit Futtermittellabore in Zukunft die erforderlichen Kenngrößen zur Umsetzung der GfE-Normen kostengünstig für LandwirtInnen bereitstellen können.

Die neue GfE-konforme Laborbefundung kann nicht die Erwartungshaltung erfüllen, den Futterwert eines Einzelfuttermittels für eine konkrete Ration abzubilden, weil sich der Futterwert in der Gesamtration durch das Futteraufnahmeniveau (FAN) und die Passagerate verändert. Vielmehr bietet die neue Befundung einen Vergleich zu anderen Futtermitteln an, der neben den bekannten Nährstoffgehalten bei den Kenngrößen Umsetzbare Energie (ME) und sidP auf Basis Erhaltungsbedarf (=Futteraufnahmeniveau FAN 1) erfolgen wird.

Schlagwörter: OM-Verdaulichkeit, Umsetzbare Energie, Proteinfractionierung, NIRS

Summary

The new GfE standards for the energy and nutrient supply of dairy cows (2023) change the usual handling of feed value parameters in the area of energy and protein. The digestibility of organic matter (OMD) will be of central importance in the future, i.e. a realistic wet-chemical determination via ELOS or estimation via good NIRS calibrations is required. For protein evaluation, the rumen undegraded protein (UDP) plays an important role in calculating the small intestine digestible protein (sidP) or small intestine digestible amino acids (sidAA). Due to gaps in existing tables, the scientific community is required to provide wet-chemical reference data from in situ and CNCPS analyses for various feedstuffs, in particular typical Austrian silages, hay and forage. The goal is to feed central

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952
Irdning-Donnersbachtal

² Futtermittellabor Rosenau, LK Niederösterreich, Gewerbepark Haag 3, A-3250 Wieselburg-Land

* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

databases and update feed value tables. Subsequently, these references can be used to create stable NIRS calibrations so that feed laboratories can provide farmers with the parameters required to implement the GfE standards at low cost in the future.

Laboratory findings, compliant with the new GfE-standards, cannot fulfil the expectation of reflecting the feed value of a single feed component for a specific ration, because the feed value in the overall ration changes due to the feed intake level (FAN) and the passage rate. However, the new findings offer a comparison with other feeds, which will be carried out for the parameters ME and sidP on the basis of maintenance requirements (FAN 1).

Keywords: organic matter digestibility, metabolizable energy, protein fractionation, NIRS

Einleitung

Mit den neuen Normen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen (GfE 2023) wurde der Futterwert und der Bedarf des Tieres entkoppelt. Der Wert eines Futtermittels hängt nunmehr mit dem Futteraufnahmeniveau (FAN) und der Passagerate (SAUVANT und NOZIÉRE, 2016) in der Gesamtration zusammen. Mit zunehmendem FAN bzw. erhöhter Passagerate verringert sich die Verwertbarkeit der einzelnen Futtermittel in der Ration. Für die künftige Befundung der Futterwert-Kenngrößen Umsetzbare Energie (ME) und dünn darmverdauliches Protein (sidP) sind Anpassungen in Untersuchungsmethoden und Berechnungsverfahren nach GfE (2023) erforderlich. Dieser Beitrag soll einen ersten Überblick verschaffen, welche Analysenmethoden sich in Anwendung befinden, inwieweit diese die Ansprüche der neuen Normen erfüllen und ob es zusätzlicher Analysen bedarf.

An dieser Stelle muss gesagt werden, dass mit der Einführung der neuen Normen (GfE 2023) die Weender-Rohnnährstoffe von Futtermitteln für die Energieermittlung nur mehr eingeschränkt erforderlich ist. So gesehen verliert die Nährstoffanalyse für die Rationsberechnung an Bedeutung. Dennoch werden die Nährstoffgehalte von Futtermitteln auch künftig bedeutsam bleiben, um Vergleiche zwischen Futtermitteln anstellen zu können.

Klärung der Vorgangsweise erforderlich

Die neuen Normen für Milchkühe sollen in Österreich, parallel mit Deutschland, in den nächsten Jahren umgesetzt werden. Dazu wurde eine Arbeitsgruppe eingerichtet, um die Aufgaben für die maßgeblichen Bereiche zu koordinieren, d.h. einen Alleingang von Österreich wird es in punkto Futterbewertung nicht geben.

Nach aktuellem Stand der Diskussion wird für die Verdaulichkeit der organischen Masse (OMD), sowie ME und sidP wahrscheinlich der Erhaltungsbedarf (FAN 1) als einheitliche Basis für die Darstellung des Futterwertes in Laborbefunden und Futterwerttabellen herangezogen werden. Problematisch werden verschiedene FAN für ME bzw. Protein angesehen, d.h. es ist am Befund nicht sinnvoll Erhaltungsbedarf (FAN1) mit Leistungsbedarf (z.B. FAN 2,5 bis 3) zu mischen. Die zentrale Arbeitsgruppe hat auch die Aufgabe, die zulässigen Analysenmethoden für die Bestimmung der Kenngrößen OMD und des im Pansen unabgebauten Futterproteins (UDP) in den Laboren festzulegen.

Neue Tabellen zum Futterwert

Mit der Veröffentlichung der neuen Normen wurden zugleich Tabellen für verschiedene Futtermittel mit den entsprechenden Kenngrößen wie OMD, UDP, Passagerate von

Protein und Dünndarmverdaulichkeit des Aminosäurenstickstoffs ausgegeben. Damit ist es prinzipiell schon jetzt möglich, Rationen nach GfE (2023) zu rechnen. Die Tabellendaten stammen aus deutschen Quellen und erheben zurzeit noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, d.h. es gibt noch Lücken für unterschiedliche Futtermittel, speziell bei heterogenen Grundfuttermitteln wie Grünfütter, Silage und Heu. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass sich Grünlandfütter je nach Pflanzenbestand und Klimaregion im Futterwert deutlich unterscheiden kann – Grünland aus norddeutschen Niederungen ist nicht mit Berggrünland in Süddeutschland oder Österreich vergleichbar. Aus österreichischer Sicht sind vorhandene Tabellenwerte zum Einstieg zwar hilfreich, über kurz oder lang bedarf es der Beisteuerung von Analysendaten typisch österreichischer Futtermittel.

Energiebewertung neu

Aktuell wird die Energiebewertung von Einzelfuttermitteln für Wiederkäuer im Futtermittellabor Rosenau auf Basis der Konzentration verdaulicher Roh Nährstoffe berechnet. Die Verdaulichkeitskoeffizienten der DLG-Futterwerttabellen (7. Auflage, 1997) wurden von GRUBER et al. (1997) in Regressionen abgebildet. Das Vegetationsstadium wird automatisch anhand des aschekorrigierten Rohfasergehaltes ermittelt und die Verdaulichkeitskoeffizienten der einzelnen Roh Nährstoffe daraus interpoliert. Die verdaulichen Roh Nährstoffe werden mit Regressionskoeffizienten nach GfE (2001) multipliziert und daraus die umsetzbare Energie (ME) berechnet.

Eine ebenfalls auf Wunsch durchführbare, aber bei Einzelfutter nicht standardmäßig angewandte Bewertung ist die Energieermittlung via Enzymlöslichkeitstest (enzymlösliche organische Substanz = ELOS) nach DE BOEVER et al. (1986). Bei dieser Methode (VDLUF A Methodenbuch III 6.6.1) wird die Probe mit einer Pepsin-Salzsäure-Lösung und Cellulase-Lösung behandelt und nach dem Veraschen ELOS berechnet (Tabelle 1). Über verschiedene Formeln auf Basis GfE (2023) wird daraus die ME für Einzelfutter sowie Mischfuttermittel bzw. Mischrationen berechnet. Beim Grundfutter fehlen noch Formeln, insbesondere für Mischbestände (Gras-/Leguminosengemenge). Hier ist die Arbeitsgruppe "Futter und Fütterung" gefordert eine Vorgangsweise festzulegen, wie diese Lücken geschlossen werden sollen.

Da die Rohfaser und die Verdaulichkeit der organischen Masse nach (GRUBER et al. 2022) nicht in einem starren Verhältnis zueinanderstehen, soll der Enzymlöslichkeitstest zukünftig Basis der Bewertung der verdaulichen organischen Masse und der daraus errechneten Energie werden.

Bei der neuen Futterbewertung nach GfE (2023) soll die Energie in einem dreistufigen Verfahren analysiert und berechnet werden.

Ermittlung der Bruttoenergie

Die Bruttoenergie (Gesamtenergie = GE) wird aus den Gehalten der Nährstoffe Rohprotein (CP), Rohfett (CL), Stärke, Zucker und dem rechnerischen organischen Rest (alle in g/kg TM) anhand derer Brennwerte nachfolgender Formel errechnet:

$$GE \text{ [kJ/kg OM]} = (23,6 \times CP + 39,8 \times CL + 17,3 \times \text{Stärke} + 16 \times \text{Zucker} + 18,9 \times \text{org. Rest}) / (1 - CA/1000)$$

Abschließend muss der Brennwert noch um den Rohasche-Gehalt (CA) korrigiert werden, um zur Bruttoenergie je kg Organischer Masse (OM) zu kommen, welche für die Energieberechnung benötigt wird. Diese Formel führt jedoch bei Futtermitteln mit hohem Pektin-, NPN- und Milchsäuregehalt zu einer Ungenauigkeit, weshalb für diese die Energieermittlung mittels Bombenkalorimeters empfohlen wird. Aktuell existiert jedoch keine VDLUF A-Methodenvorschrift.

Ermittlung verdauliche Energie und Energieverluste

Die Verdaulichkeit der Energie (ED) steht in einem sehr stabilen Verhältnis zur Verdaulichkeit der organischen Masse (OMD). Für die Ermittlung der OMD stehen aktuell 4 Formeln für Grundfuttermittel zur Verfügung. Damit kann man aber noch nicht alle in der Praxis vorkommenden Grundfuttermittel sowie Mischungen abdecken. Es müssen hierfür weitere Formeln veröffentlicht werden. Für die Berechnung der ED wird der Faktor 3,3 von der OMD abgezogen. Die verdauliche Energie (DE) ergibt sich somit aus der Bruttoenergie mal dessen Verdaulichkeit. Der Verlust an Energie über den Harn (UE) wird über den Rohproteingehalt errechnet (Formel: $UE \text{ ([MJ/kg OM])} = 0,0037 \times CP \text{ ([g/kg OM])}$). Der Verlust von Energie in Form von Methan kann über die OMD am besten abgebildet werden (Formel: $CH_4\text{-E} \text{ ([MJ/kg OM])} = 0,7 + 0,014 \times OMD \text{ ([\%])}$). Zur Ermittlung der umsetzbaren Energie (ME/kg OM) werden von der DE Harnenergieverlust und Methanenergieverlust abgezogen. Um abschließend zum ME-Gehalt pro kg Trockenmasse zu kommen, ist auch hier eine Korrektur um den Rohaschegehalt nötig: $ME \text{ (MJ/ kg TM)} = (DE - UE - CH_4\text{-E} \text{ [alle in MJ/kg OM]}) \times (1 - CA \text{ [g/kg TM]}) / 1000$

Die den Nutztieren zur Verfügung stehende ME ist nicht bei allen Leistungsniveaus gleich. Die OMD geht linear mit steigendem Futteraufnahmeniveau (FAN) zurück. Die Methanenergieverluste gehen degressiv mit steigendem FAN zurück. Höhere Leistung führt somit zu höherer Futteraufnahme und folglich zu höherer Passagerate. Die sinkende Verweildauer im Pansen führt wiederum zu einem niedrigeren Pansenabbau sowie niedrigerem Methanverlust. Der sinkende Methanenergieverlust kann die sinkende Verdaulichkeit bei niedrigen Leistungen fast vollständig kompensieren, bei höheren Leistungen sinkt die zur Verfügung stehende ME hingegen deutlich ab. Dieser und weitere Effekte sind von den Rationsberechnungsprogrammen zu berücksichtigen.

Für die Vergleichbarkeit der Futtermittel untereinander einigte man sich für die Darstellung der ME am Analysenbefund sowie in Futterwerttabellen auf das Futteraufnahmeniveau 1 (= Erhaltungsbedarf). Einfache Rationsberechnungen mit Befundwerten auf Basis FAN1 machen keinen Sinn, weil hier falsche Ergebnisse geliefert werden, da sich der Futterwert der Futtermittel in der Ration ändert.

Notwendige Anpassungen im Futtermittellabor Rosenau

Da die neue Energiebewertung auf ELOS basiert, wurden in Rosenau Vorbereitungen getroffen und viele nasschemische ELOS-Analysen als Grundlage zur Erstellung von NIRS-Kalibrationen durchgeführt. Für die klassischen Grundfuttermittel, wie Grassilage, Heu und Maissilage, stehen deshalb auch schon Kalibrationen zur Verfügung. Aufgrund der hohen Gewichtung von ELOS in den Bewertungsformeln ist jedoch eine hohe Schätzgenauigkeit durch NIRS erforderlich. Gegebenenfalls ist deshalb das Ergebnis der NIRS-Messung nasschemisch zu prüfen. Das erfordert jedoch hohen Material und Zeitbedarf und ist finanziell und hinsichtlich Arbeitsressourcen abzudecken. Wie die Energieermittlung von Feldfutterbeständen (Gräser, Kräuter und Leguminosen) für Grundfuttermischungen aus Grassilagen, Maissilagen sowie Mischrationen mit Kraftfutterkomponenten erfolgen soll, muss erst durch Veröffentlichung weiterer Energieschätzformeln vorgegeben werden.

Gemeinsam mit der HFLFA Raumberg-Gumpenstein und der Universität für Bodenkultur will man jedenfalls die neuen GfE-Normen umsetzen und durch Bildungsveranstaltungen die Neuerungen in die praktische Fütterungsberatung hinausbringen.

Proteinbewertung neu

Die Ermittlung der Versorgung von Milchkühen mit Protein (sidP) und Aminosäuren (sidAA) aus den Einzelfuttermitteln erfordert nach GfE (2023) verschiedene Parameter aus der

Tabelle 1: Erforderliche Parameter und Analysemethoden zur Ermittlung des Futterwertes und der Versorgungsberechnung von Milchkühen mit Energie, Protein und Aminosäuren nach GfE (2023)

Parameter	Kürzel	Einheit	Methode	Nasschemische Vorschriften	Laborstandard
Trockenmasse	TM	g/kg FM	C, NIRS	V 3.1	☑
Rohasche	CA	g/kg TM	C	V 8.1	☑
Organische Masse	OM	g/kg TM	K, (NIRS)		☑
Stickstoff	N	g/kg TM	C, NIRS	V 4.1.1 (Kjeldahl), V 4.1.2 (Dumas)	☑
Rohprotein	CP	g/kg TM	K	CP = Stickstoff × 6,25	☑
Ammoniak-N	NH ₃ -N	g/kg TM	C		☑
OM-Verdaulichkeit	OMD	%	C, NIRS, K	De Boever et al. (1986) [Steingass und Menke (1983)]	☒
Proteinfraktionen	CNCPS	%	C, (NIRS)	Licitra et al. (1996) Van Amburgh et al. (2015)	☒
Im Pansen nicht abgebautes Futter-Rohprotein	UDP	g/kg TM	C, K	Ha and Kenelly (1984)	☒
Aminosäuren	AA	g/kg TM	C, (NIRS)	V 4.11.1	☒

C = Nasschemie; NIRS = Nahinfrarot-Spektroskopie; K = Kalkulation; V = VDLUFA (1976)

() = keine bzw. noch keine Standardmethode; [] = erfordert Pansensaft, daher in Österreich nicht mehr in Anwendung

☑ = kostengünstige Routineanalytik, ☒ = nasschemische Spezialanalytik mit hohen Kosten

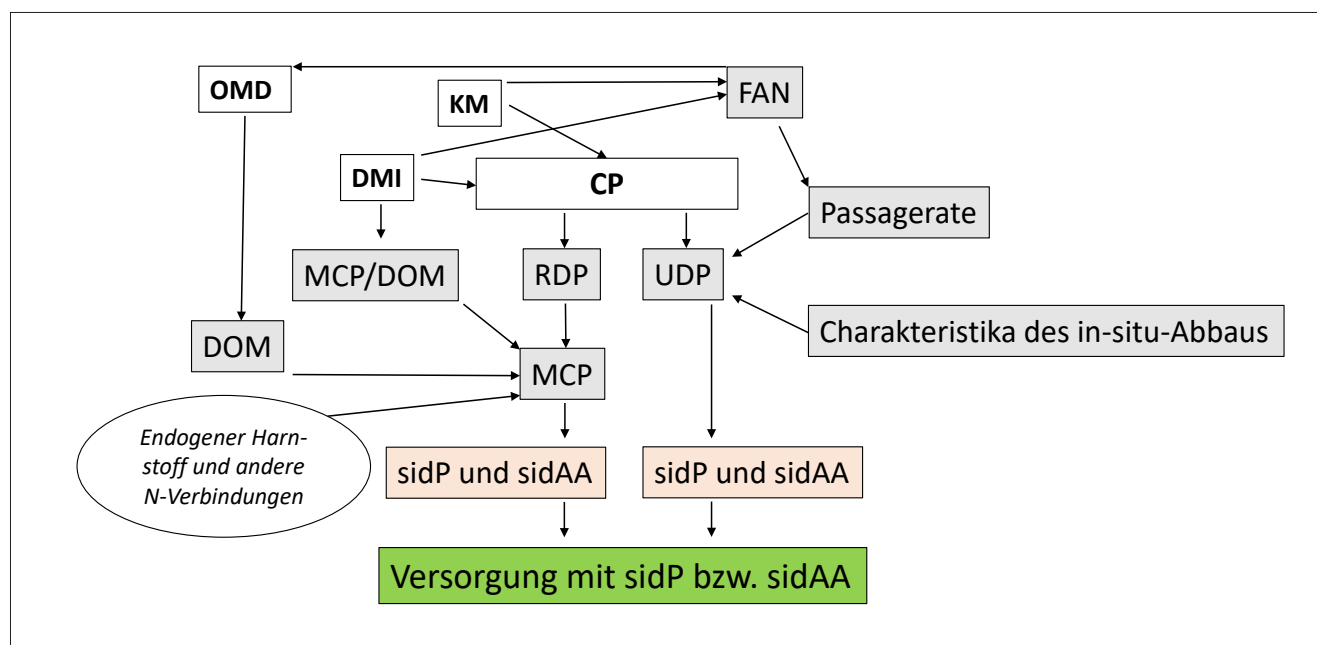


Abbildung 1: Proteinbewertungssystem nach GfE (2023) für Futtermittel- bzw. Rationsbewertung; Farbhinterlegung: weiß = Ausgangsgrößen aus Laboranalyse, grau = berechnete Kenngrößen, rosa = Zielgrößen für Futterwert, grün = Zielgrößen für Versorgung; Abkürzungen: OMD = OM-Verdaulichkeit [%], KM = Körpermasse [kg], DMI = TM-Aufnahme [kg/Tag], DOM = verdauliche organische Masse [kg/Tag], CP = Rohprotein [g/kg TM], MCP = mikrobielles CP [g/Tag], RDP = im Pansen abgebautes CP [g/Tag], UDP = im Pansen nicht abgebautes Futter-Protein [g/Tag]

Futteranalyse (*Tabelle 1*), damit alle Berechnungen für die Ration durchgeführt werden können. Für die nasschemische Futtermittelanalyse werden grundsätzlich Referenzmethoden nach VDLUFA (1976), Methodenbuch III, herangezogen.

Für die Anwendung des neuen Proteinbewertungssystems (*Abbildung 1*) in der Laborpraxis gilt es die in *Tabelle 1* angeführten Parameter zu ermitteln. Im Fall der kostenintensiven nasschemischen Spezialanalysen, die nicht Teil der Analysenroutine von Futtermittellaboren sind, werden wissenschaftliche Einrichtungen Arbeit leisten müssen, um die vorhandenen lückenhaften Tabellenwerte zu ergänzen.

Die in situ-Bestimmung des ruminalen Rohprotein- und Aminosäurenabbaus und der ruminalen Passageraten in Abhängigkeit der Futteraufnahme wäre die (Gold)Standardmethode. Eine vereinfachte Methode ist die Proteinfractionierung (CNCPS) nach LICITRA et al. (1996) bzw. das CNCPS-Update nach HIGGS et al. (2015) und VAN AMBURGH et al. (2015), um das im Pansen unverdaute Futter-Protein (UDP) zu berechnen. Für die Analyse von Aminosäuren wird die Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) eingesetzt.

Ziel 1 – Aktualisierung österreichischer Futterwerttabellen

In den Futterwerttabellen für den Alpenraum nach RESCH et al. (2006) stehen die Kenngrößen ME (2023) und sidP nicht zur Verfügung. Um diese Lücken zu schließen hat die HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein mehrjähriges DaFNE-Forschungsprojekt mit der Kurzbezeichnung „UFE-Kuh_GfE2023“ im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft eingereicht. Zielsetzung im wissenschaftlichen Teil dieses Projektes ist die nasschemische Analyse der CNCPS-Proteinfractionen und Aminosäuren von Grundfutterproben aus laufenden oder kürzlich abgeschlossenen, exakten Versuchen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Darüber hinaus werden etwaige Lücken für ausgewählte Futtermittel durch neue Probeziehung und nasschemische Analyse geschlossen. Die Untersuchung der Aminosäuren wird von der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU-TTE) durchgeführt werden.

Grundlage zu vorhandenen Daten bilden diverse frühere wissenschaftliche Versuche zur in situ-Proteinabbaubarkeit von ca. 400 Futtermitteln, sowie zur Proteinfractionierung (CNCPS), wo ca. 700 Futtermittel untersucht wurden. Die Ergebnisse dieses DaFNE-Projektes sollen dazu dienen, die Futterwerttabellen für das Grundfutter aus dem Alpenraum neu aufzustellen.

Nach Einspeisung der durchgeführten Spezialanalysen in Datenbanken, sollten Futterlabore und Rationsprogramme auf diese Tabellenwerte zurückgreifen können, um mit dem Formelwerk aus GfE (2023) das dünn darmverdauliche Protein (sidP) und die dünn darmverdaulichen Aminosäuren (sidAA) für diverse Futtermittelproben aus der Praxis berechnen zu können.

Ziel 2 – Anpassungen von Analysemethoden

Die OM-Verdaulichkeit (OMD) ist von zentraler Bedeutung im neuen GfE-System. In Österreich wird die nasschemische Analyse mittels Cellulase-Methode und der Ermittlung der enzymlöslichen organischen Substanz (ELOS) nach De BOEVER et al. (1986) erfolgen. Die Alternative dazu wäre die zulässige in vitro-Methode Hohenheimer Futterwerttest (HFT) nach STEINGASS und MENKE (1983). Beim HFT wird Pansensaft von Spendertieren benötigt, daher wird diese Methode in Österreich höchstwahrscheinlich nicht mehr angewendet.

Zur Analysenmethodik von Stickstoffverbindungen gibt es folgendes zu beachten. Bei Silagen geht durch die Erwärmung der Futterproben bei der Ofentrocknung (ca. 50-70°C) ein Teil des flüchtigen Ammoniak-Stickstoffs ($\text{NH}_3\text{-N}$) verloren. Damit bei Silagen

kein Fehler in der Analyse des Gesamtstickstoffs und in den Proteinfractionen entsteht, müsste künftig in der Frischprobe der NH_3 -Gehalt bestimmt werden. Außerdem wird der flüchtige Ammoniak neben anderen flüchtigen Verbindungen (Essig-, Propion- und Buttersäure, sowie Alkohole) auch zur TM- und Nährstoffkorrektur nach WEISSBACH und KUHILA (1995) benötigt. Der NH_3 -Gehalt wird als Teil des Nichtprotein-Stickstoffs (NPN) bei der Proteinfractionierung nach LICITRA et al. (1996) in Fraktion A und nach VAN AMBURGH et al. (2015) als eigene Fraktion A1 berücksichtigt.

Ziel 3 – Aufbau von NIR-Kalibrationen

Um eine möglichst breite Anwenderschaft des neuen GfE-Systems in der Praxis von den Vorteilen zu überzeugen, ist ein kostengünstiger Zugang zu realitätsnahen Futterwerten von OMD, ME, UDP und sidP von Futtermitteln erforderlich. Die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) bietet hier gute Möglichkeiten, daher muss sie unbedingt in die Normen-Umsetzung für die Laborpraxis als wichtiges Instrument eingebunden werden.

In den nächsten Jahren muss das Ziel verfolgt werden, gute NIRS-Kalibrationen für ELOS und CNCPS aufzubauen. Mit Hilfe guter Kalibrationen ist es für Futtermittellabore möglich durch standardmäßige NIR-Messungen für Futterproben gute Schätzwerte in sehr kurzer Zeit bei geringen Kosten zu liefern.

Wir streben in Österreich eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschungs- und Futtermittellaboren an, damit die Umsetzung der GfE-Normen hinsichtlich der Bereitstellung von Futterwerten für die PraktikerInnen in entsprechend guter Qualität und leistbarer Kosten funktionieren wird. Weiters soll auch mit deutschen Laboren und Forschungsinstitutionen zusammengearbeitet werden, da auch das zu einer sehr guten Datengrundlage für zukünftige Rationsberechnungen beitragen kann.

Erstes Fazit für die Praxis

Nach Veröffentlichung der neuen Versorgungsempfehlungen für Milchkühe (GfE, 2023) sind die verantwortlichen Vertreter der Branche in unterschiedlichen Bereichen gefordert, um gemeinsam und koordiniert mit Deutschland an einer zielgerichteten Umsetzung zu arbeiten. Die Vorgangsweise wurde zum Teil schon festgelegt oder befindet sich in vertiefter Diskussion. Das Konzept für die Futtermittelanalytik ist ein wesentlicher Baustein. Der vorgeschlagene Weg für die Umsetzung ist noch nicht in Stein gemeißelt, d.h. es gibt Raum für Diskussion. Der Diskurs wird in Arbeitsgruppen und bei diversen Veranstaltungen geführt werden, um letztlich gute Entscheidungen und eine möglichst breite Akzeptanz der Vorgangsweise zu erreichen.

Literatur

DE BOEVER, J.L., B.G. COTTYN, F.X. BUYSSE, F.W. WAINMAN und J.M. VANACKER, 1986: The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14(3-4), 203-214.

GfE, 2023: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen. Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE). Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 12, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 287 S.

GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die

Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. Auflage, LFZ Raumberg-Gumpenstein.

GRUBER, L., T. GUGGENBERGER, S. GAPPMAIER, G. TERLER, A. SCHAUER und J. WÖGER, 2022: Untersuchungen zur Aktualisierung der Futterbewertung im Futtermittellabor Rosenau. Teil 2a: Ergebnisse zur Verdaulichkeit und Energiebewertung von Wiesenfutter auf Basis einer Meta-Analyse spezifischer Verdauungsversuche an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. 49. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2022, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 107-142.

HA, J.K. und J.J. KENNELLY, 1984: In situ dry matter and protein degradation of various protein sources in dairy cattle. *Canadian J. Anim. Sci.* 64(2), 443-452.

HIGGS, R.J., L.E. CHASE, D.A. ROSS und M.E. Van AMBURGH, 2015: Updating the Cornell Net Carbohydrate and Protein System feed library and analyzing model sensitivity to feed inputs. *J. Dairy Sci.* 98(9), 6340-6360.

LICITRA, G., T.M. HERNANDEZ und P.J. Van SOEST, 1996: Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347-358.

SAUVANT, D. und P. NOZIÉRE, 2016: Quantification of the main digestive processes in ruminants: the equations involved in the renewed energy and protein feed evaluation systems. *Animal*, 10(5), 755-770.

STEINGASS, H. und K.H. MENKE, 1983: Hohenheimer Futterwerttest steht vor der Praxis-einführung. Eine Analysenmethode für alle Futtermittel. *Tierzüchter*, 35 S.

Van AMBURGH, M.E., E.A. COLLAO-SAENZ, R.J. HIGGS, D.A. ROSS, E.B. RECKTENWALD, E. RAFFRENATO, L.E. CHASE, T.R. OVERTON, J.K. MILLS und A. FOSKOLOS, 2015: The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: Updates to the model and evaluation of version 6.5. *J. Dairy Sci.* 98(9), 6361-6380.

VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übersichten zur Tierernährung*, 23(2), 189-214.