

Parameter des Cornell-Systems (CNCPS)

Dr. Wolfram Richardt

Rohproteinfraktionierung

Die Schätzung der mikrobiellen Proteinsynthese und des beständigen Proteins (By pass protein) basiert unter anderem auf einer umfangreichen chemischen Fraktionierung des Proteins. Die Analysemethoden wurden durch Licitra et al. (1996) zusammengefasst und publiziert. Aktuell werden im Cornell System die fünf Fraktionen A1, A2, B1, B2 und C bestimmt. Die Einteilung in die Fraktionen (nicht die Analytik!) weicht von der ursprünglichen Einteilung ab.

Abb. 1: Proteinfraktionen (mod. nach Licitra et al. 1996, Higgs et al. 2015, Van Amburgh et al. 2015, Tedeschi and Fox 2017, S. 439 ff)

Licitra et al.	CNCPS-Modell	Licitra et al.	CNCPS-Modell	Abbaugeschwindigkeit
A	A1	NPN-Verbindungen	Ammoniak	bereits abgebaut
B1	A2		pufferlösliches Reinprotein	sehr schneller Abbau
B2	B1	pufferunlösliches Reinprotein	pufferunlösliches Reinprotein	variabler Abbau
B3	B2	an die Faser gebundenes AD-lösliches Protein	an die Faser gebundenes AD-lösliches Protein	langsamer Abbau
C	C	Maillardprodukte bzw. unlöslich an ADF gebundenes Protein	Maillardprodukte bzw. unlöslich an ADF gebundenes Protein	schwer bis unabbaubar/unverdaulich

Abkürzungen

ADICP oder ADIP (AD-unlösliches Reinprotein): Beschreibt das an die Zellwand unlöslich gebundene Reinprotein (in g/kg TM). Dieser Anteil wird als für das Tier nahezu unverdaulich angesehen und steigt zum Beispiel bei hitzegeschädigten Futtermitteln stark an. Das ADICP entspricht der Fraktion C.

Ammoniak (NH₃)/Fraktion A1: Ammoniak ist eine flüchtige Stickstoffverbindung und wird zu den NPN-Verbindungen (Nicht-Protein-Stickstoff) gezählt. Es entsteht überwiegend durch den Abbau von Eiweißverbindungen während des Silierprozesses und ist ein Endprodukt des Aminosäureabbaus (Desmolyse). Der Aminosäureabbau erfolgt überwiegend durch proteolytische Clostridien, teilweise aber auch durch Milchsäurebakterien. Eine weitere N-Quelle für die Bildung von Ammoniak kann das in der Pflanze enthaltene Nitrat sein. Der Gehalt an NH₃ ist ein Indikator für die Qualität des Silierprozesses und wird in der Regel bei Silagen untersucht.

NDIP oder NDICP (Neutral-Detergenzien-unlösliches Rohprotein): Das NDICP ist das nach Kochen in Neutral-Detergenzienlösung unlösliche Rohprotein, also das an die Zellwand (NDF) unlöslich gebundene Protein. Das NDICP wird im Rahmen der Rohproteinfraktionierung (Bestimmung des UDP), zur Korrektur der NFC und zur Energieberechnung USA (NRC, 2001) verwendet.

Puffer-lösliches-Protein (BSP): Bezeichnet den Anteil an niedermolekularen Eiweißverbindungen, welche in Boratpuffer löslich sind und sehr schnell im Pansen abgebaut werden können. Dazu zählen sowohl die NPN-Verbindungen als auch niedermolekulare Protein-Verbindungen.

Reinprotein (TP): Das Reinprotein bezeichnet alle N-Verbindungen, also Aminosäuren, welche über eine Peptidbrücke mit einander verbunden sind und damit der Definition des „Proteins“ entsprechen. Zur Bestimmung des Reinproteins stehen mehrere Methoden zur Auswahl, die auch zu unterschiedlichen Ergebnissen führen (bis zu 10% Abweichung).

Rohprotein korrigiert um NH₃-N (g/kg TM): Bei der Trocknung von Silagen geht ein Teil des Ammoniaks verloren und wird bei der Rohproteinbestimmung nicht mit erfasst. Da der nicht mit analysierte Teil des Ammoniaks jedoch zur Versorgung der Tiere mit Stickstoff beiträgt, muss er mit berücksichtigt werden. Dies erfolgt durch eine Korrektur (Erhöhung) des analysierten Rohproteingehaltes um den flüchtigen Ammoniak-N Anteils.

Kohlenhydrate

Im Rahmen des CNCPS-Modells erfolgt ähnlich wie bei den N-Verbindungen eine Differenzierung der Kohlenhydrate.

Abbildung 2: Kohlenhydratfraktionen im CNCPS-Modell

Fraktionen	Zusammensetzung	Berechnung/Analyse
CHO	Kohlenhydrate	= 100 – XP – XL – XA
aNDFom	aschefreie NDF nach Amylase Behandlung	aNDFom
NFC-1	Nicht faserige Kohlenhydrate	= CHO – aNDFom
NFC-2	Nicht faserige Kohlenhydrate bereinigt um den Proteinanteil in der aNDFom	= CHO – aNDFom – NDIP
A1	flüchtige Fettsäuren	Essig-, Propion- und Buttersäure
A2	Milchsäure	Milchsäure
A3	andere organische Säuren	andere organische Säuren
A4	wasserlösliche Kohlenhydrate	WLK (Zucker und Fruktane)
B1	Stärke	Stärke
B2	lösliche Faser	= NFC – A1 – A2 – A3 – A4 – B1
B3	potenziell verdauliche Faser	= aNDFom – C
C	unverdauliche Faser	= (Lignin × 2.4) oder uNDF _{240h}

NDIP: ND-unlösliches Protein, XL: Rohfett, XP: Rohprotein, XA: Rohasche, uNDF_{240h}: unverdauliche Faser/NDF nach 240h Inkubation in Pansensaft (mod. nach Higgs et al. 2015, Van Amburgh et al. 2015, Tedeschi and Fox 2017)

Die Differenzierung der Kohlenhydratfraktionen dient im CNCPS-Modell der Ableitung von Abbauraten (Kd), der Schätzung der Energie, der mikrobiellen Proteinsynthese und des metabolisierbaren Proteins.

NDF-Verdaulichkeit (NDFD)

Unter NDF Verdaulichkeit versteht man im eigentlichen Sinne die NDF Abbaubarkeit im Pansen, da dies für die NDF der Hauptort der Verdauung ist. Eine Verdauung im Dünndarm findet praktisch nicht statt. Im Dickdarm können noch 5-20 % der NDF abgebaut (verdaut) werden. Das Ausmaß der Abbaubarkeit hängt vom Futtermittel und der Verweilzeit im Pansen ab. Für Grobfuttermittel werden die drei Messzeitpunkte 30h, 120h und 240h empfohlen. Der erste Messzeitpunkt (30h) entspricht der mittleren Verweilzeit eines Futtermittelpartikels bei hoher Futteraufnahme. Der zweite Messzeitpunkt (120 h) wird für die Berechnung der Abbaugeschwindigkeit und der Passagerate benötigt. Der dritte Messzeitpunkt (240h) dient zur Ermittlung der nicht abbaubaren/unverdaulichen NDF. Aus der Differenz zwischen dem NDF Gehalt und dem unabbaubaren Anteil kann die potenziell abbaubare NDF ermittelt werden. Die Bestimmung der NDF Verdaulichkeit kann in situ oder in vitro mittels Nylon bag erfolgen.

Hinweise zum Datenschutz und zur Verarbeitung Ihrer Daten finden Sie unter:

<https://www.lkvsachsen.de/footer/navi/datenschutz/erklaerung/>

Abkürzungen

NDFD30 [% NDF]: Verdaulichkeit der aNDFom bei einer 30-stündigen Inkubation in Pansensaft. Die Angabe erfolgt in Prozent der NDF.

NDFD120 [% NDF]: Verdaulichkeit der aNDFom bei einer 120-stündigen Inkubation in Pansensaft. Die Angabe erfolgt in Prozent der NDF.

NDFD240 [% NDF]: Verdaulichkeit der aNDFom bei einer 240-stündigen Inkubation in Pansensaft. Die Angabe erfolgt in Prozent der NDF.

uNDF30 [g/kg TS]: Gehalt an unverdaulicher NDF, nach einer 30-stündigen Inkubation in Pansensaft. Die Angabe erfolgt in g/kg Trockensubstanz.

uNDF240 [g/kg TS]: Gehalt an unverdaulicher NDF, nach einer 240-stündigen Inkubation in Pansensaft. Die Angabe erfolgt in g/kg Trockensubstanz.

pNDF [g/kg TS]: Gehalt an potenziell abbaubare NDF. Die Angabe erfolgt in g/kg Trockensubstanz. Die Berechnung der pNDF erfolgt nach der Gleichung = aNDFom [g/kg TS] – uNDF240 [g/kg TS].

Aufgrund der intensiven Forschungstätigkeit werden die Orientierungswerte ständig angepasst. Aktuell können folgende Orientierungswerte in der Rationsberechnung und für die Bewertung von Futtermitteln verwendet werden.

Tab. 1 und 2: Anforderungen an den Gehalt an uNDF und NDFD in Futtermitteln und Rationen

Kriterium	Grobfutter uNDF30	TMR uNDF30	TMR uNDF240
% der LM	0,35 – 0,40 (0,30 Min.)	0,55 – 0,85	0,25 - 0,35
kg/Tier und Tag	2,3 – 2,8	4 – 6	1,8 – 2,5
g/kg TM	100 – 140	170 – 270	75 – 130

Parameter	Grassilage	Maissilage	Luzernesilage
NDFD30 [% NDF]	50 – 70	40 - 60	40 – 55
NDFD240 [% NDF]	75 - 90	65 - 85	65 - 80

uNDF: unverdauliche aNDF, NDFD: Verdaulichkeit der aNDF

Stärkeabbaubarkeit (beständige Stärke 7h)

Bei stärkereichen Rationen ist die Kenntnis der ruminalen Abbaubarkeit der Stärke, also der Beständigkeit der Stärke, von entscheidender Bedeutung. Das Ziel ist die Vermeidung einer Pansenazidose, aber auch einer zu hohen Anflutung von Stärke in den Dickdarm (leaky gut syndrom). Die Bestimmung erfolgt mit einem in vitro Test in Pansensaft (7 Stunden). Bei Maissilage liegt der Anteil an beständiger Stärke zwischen 12 - 22 %. Ob ein Wert gut oder

Hinweise zum Datenschutz und zur Verarbeitung Ihrer Daten finden Sie unter:

<https://www.lkvsachsen.de/footer/navi/datenschutz/erklaerung/>

schlecht ist, hängt von der Rationsgestaltung, dem Stärkegehalt der Ration und dem Anteil an Maissilage in der Ration ab.

Gärsäuren

Im Cornell System ist die Bestimmung von Gärsäuren zwingend notwendig, da sie den Kohlenhydratfraktionen A1 und A2 zugeordnet werden. In Silagen sollte der Gehalt an Essigsäure zwischen 1,5 und 3,5 %, an Buttersäure <0,3% und an Milchsäure zwischen 2-8% in der Trockensubstanz liegen. In Mischration sollte der Gesamtsäuregehalt < 6% und der Milchsäuregehalt <4% sein.

Kornzerkleinerungsgrad (CSPS/KPS)

Maiskörner können von Rindern nur im zerkleinerten Zustand (halbiert bzw. geviertelt) vollständig verdaut werden kann. Ganze Körner (auch wenn sie angeschnitten sind) findet man unverdaut im Kot wieder. Damit werden den Pansenmikroben und damit auch dem Tier Energie und Stärke entzogen. Dies wird durch die klassische Nährstoffanalyse nicht mit erfasst. Nicht ausreichend angeschlagene Körner führen bei einem hohen Anteil an Maissilage in der Ration zu einer Verschlechterung der Stärkeverdauung und Energieversorgung, sowie dem Auftreten von Maisstärke im Kot. Eine Möglichkeit die Qualität der Kornzerkleinerung quantitativ zu messen und zu bewerten ist der Kornzerkleinerungsgrad. Mithilfe dieser Labormethode wird der Anteil an Stärke, welche in hinreichend kleinen Partikeln (<4,75 mm) vorliegt gemessen. Statt des Begriffs Kornzerkleinerungsgrad werden häufig die englischen Abkürzungen CSPS (corn silage processing score) oder KPS (kernel processing score) verwendet. Aus amerikanischen Untersuchungen zum Zerkleinerungsgrad und Stärkeverdaulichkeit wurden für den Kornzerkleinerungsgrad folgende Zielwerte abgeleitet: >70% Optimum, 50-70 % Verbesserungswürdig und <50% Unzureichend.

Messung der Mineralstoffe mittels NIR

Seit über 20 Jahren bieten amerikanische Labore die Bestimmung von Mineralstoffen mittels NIR an. Die NIR Methode ist auf Grund ihres physikalischen Prinzips nur für die Bestimmung organischer Stoffe geeignet. Es ist jedoch möglich, einen mathematischen Zusammenhang zwischen NIR-Spektren und dem Gehalt an Mineralstoffen herzustellen. Die Bestimmung von Mineralstoffen ist jedoch mit deutlich größeren Fehlern behaftet als die Bestimmung organischer Verbindungen. Bei dieser Vorgehensweise muss mit einer Abweichung von bis zu 20 % gerechnet werden. In Abhängigkeit von der Fragestellung ist also vom Einsender zu entscheiden, ob eine Bestimmung mittels NIR gerechtfertigt oder ob zwingend die Referenzmethode anzuwenden ist.

Stand: Dezember 2021