

Christine Potthast, Stefan Brinker, Karsten Maier

Futtermittel aus der Zuckerrübenverarbeitung – neue Daten zu Inhaltsstoffen aus einer bundesweiten Erhebung

Feed from sugar beet processing – new composition data from nationwide survey

In einer bundesweiten Erhebung wurden 2010 von allen 20 deutschen Fabrikstandorten der Zuckerindustrie¹ in Zusammenarbeit mit dem Verein der Zuckerindustrie e.V. (VdZ) insgesamt 67 Proben von Melasse, Press-, Trocken-, Melasseschnitzeln und Rübenkleinteilen auf ihre Inhaltsstoffe und ihren Futterwert untersucht. Dabei wurden zwei Aspekte betrachtet. Einerseits war von Interesse, ob die Nährstoffzusammensetzung der Futtermittel in den letzten 20 Jahren einer Veränderung unterlag. Der größte Teil der bisher tabellierten Werte stammt aus den 1980er und 1990er Jahren und bedurfte einer entsprechenden Überprüfung.

Weiterhin ergab sich die Notwendigkeit, Daten für Parameter, die erst seit einigen Jahren im Rahmen der Futterbewertung betrachtet werden, zu ermitteln. Dazu gehören die Gerüstkohlenhydrate ADF (Säure-Detergenzien-Faser) und NDF (Neutrale Detergenzien-Faser) als verbesserte Differenzierung des Inhaltsstoffes „Rohfaser“ sowie die Gasbildung aus dem Hohenheimer Futterwerttest (HFT).

Die systematische Datenerhebung sollte damit fehlende Werte umfänglich und belastbar ermitteln sowie gegebenenfalls veränderte Inhaltsstoffe kennzeichnen.

Die errechneten Mittelwerte sollen für die Berechnung von Futterrationen, die Erstellung von Mischfutterrezepturen sowie als Datengrundlage für die Erstellung neuer Tabellenwerke genutzt werden. Dabei sind die Mittelwerte zu den Weender Rohnährstoffen, Mineralstoffen, Gerüstkohlenhydraten und zur Gasbildung weitgehend für diese Zwecke anwendbar. Allerdings weisen die Trockenmasse- und Gesamtzuckergehalte in Melasse, die Gesamtzuckergehalte in Melasseschnitzeln sowie die Trockenmassegehalte in Pressschnitzeln produktionsbedingt eine größere Variabilität auf. Hier sollten die Angaben der Hersteller oder die Deklaration auf den Lieferpapieren für entsprechende Berechnungen Anwendung finden.

¹ Teilnehmende Zuckerunternehmen (Ansprechpartner): Nordzucker (M. Schaefer), Südzucker (Dr. C. Potthast), Pfeifer & Langen (Dr. S. Brinker) und Suikerunie/Anklam (D. Wendt).

Schlagerwörter: Futtermittel, Melasse, Pressschnitzel, Trockenschnitzel, Melasseschnitzel, Rübenkleinteile, Futterwert, Inhaltsstoffe, ADF, NDF, Hohenheimer Futterwerttest (HFT)

In 2010, German sugar companies¹ in cooperation with the “Verein der Zuckerindustrie (VdZ)” collected data regarding feed materials. 67 samples of molasses, pressed-, dried-, molassed beet pulp, tops and tails from 20 German sugar factories were analysed regarding their composition and feed value. One aspect of the analysis was to review if the content of nutrients in the feed materials had changed over the last 20 years. Most data listed in feed tables originates from the 1980s and 1990s and therefore it needed to be validated.

A systematic data sampling was carried out in order to establish comprehensive and statistically reliable values and to document changes in feed composition if necessary.

It was later necessary to generate data for new parameters, which have been included in feed evaluation for the past few years including structural carbohydrates acid detergent fibre (ADF) and neutral detergent fibre (NDF). These fibres allow for an enhanced differentiation of the crude fibre and gas formation from the Hohenheim Feed Test (HFT).

Calculated average values should be used in the standard calculation of feed rations, for developing compound feed formulations and as a database for new feed value tables.

In most cases average values can be used for the calculation of Weender nutrients, minerals, structural carbohydrates and for gas formation. But the dry matter content, the total sugar content in molasses, the total sugar content in molassed beet pulp and the dry matter content in pressed beet pulp show a higher variability because of the production process. In these cases further information can be obtained from the manufacturer or the declarations in the shipping documents.

¹ Sugar companies taking part (contact partner): Nordzucker (M. Schaefer), Südzucker (Dr. C. Potthast), Pfeifer & Langen (Dr. S. Brinker) und Suikerunie/Anklam (D. Wendt).

Key words: feed, molasses, pressed beet pulp, dried beet pulp, molassed beet pulp, tops and tails, feeding value, nutrients, ADF, NDF, Hohenheimer Feed Test (HFT)

1 Einleitung

Seit der Errichtung der ersten Rübenzuckerfabrik der Welt Anfang des 19. Jahrhunderts im schlesischen Cunern wird

in Europa Zucker aus Zuckerrüben erzeugt. Seit dieser Zeit sind auch die bei der Zuckerrübenverarbeitung gewonnenen Nebenerzeugnisse bekannte und wichtige Futtermittel. Umfangreiche Darstellungen zur Produktion, Konservierung,

Inhaltsstoffen und zur Verfütterung finden sich bereits in zahlreichen historischen Veröffentlichungen und Fachbüchern. So beschreibt *Kellner* 1909 die Bedeutung der Verfütterung der bei der Zuckerrübenverarbeitung gewonnenen Futtermittel für die deutsche Landwirtschaft als „überaus wichtige Angelegenheit (...), nicht nur für den Nährstand, sondern für alle Kreise des Volkes“. Es finden sich im Zeitverlauf Beschreibungen u.a. zu Zuckerschnitzeln, Futterzucker, Melasse, Presslingen oder Diffusionschnitzeln (*Wolff*, 1894; *Schmoeger*, 1906; *Kellner*, 1909). Im Verlauf der Geschichte haben sich nicht nur die Bezeichnungen der Futtermittel sondern auch deren Zusammensetzung und Einsatzmöglichkeiten verändert. Hintergründe dafür waren neben den Anforderungen der Verwender vor allem auch die veränderte Technologie der Zuckerrübenverarbeitung sowie die Veränderungen des Rohstoffs Zuckerrübe an sich.

Die heutigen, standardisierten Futtermittel der deutschen Zuckerindustrie sind sowohl in der Positivliste für Einzelfuttermittel (Normenkommission für Einzelfuttermittel im Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft, 2011) als auch im europäischen Katalog der Einzelfuttermittel (Verordnung (EU) Nr. 575/2011) eindeutig bezeichnet und beschrieben. Im Jahr 2010 wurden in Deutschland ca. 4 Mio. t Zucker aus etwa 26 Mio. t Zuckerrüben und rund 3,7 Mio. t Futtermittel (Tab. 1) hergestellt (WVZ/VdZ, 2011).

2 Von Diffusionsschnitzeln zu Pressschnitzeln

Hauptbestandteil der „Schnitzel“ ist das überwiegend aus Pektin, Hemicellulose, Cellulose und Lignin bestehende Rübenmark. *Kenter* und *Hoffmann* (2008a) beziffern den Markanteil in Zuckerrüben auf im Mittel etwa 4 % der Rübenfrischmasse. Die aktuell im Anbau befindlichen Sorten (zuckerreiche Genotypen) weisen niedrigere Markgehalte auf als die alten Genotypen von vor etwa dreißig Jahren. Damit verringert sich insgesamt die anfallende Schnitzelmenge in Relation zur Rübenverarbeitungsmenge. *Kenter* und *Hoffmann* (2008a) weisen nach, dass sich die Zusammensetzung des Marks hinsichtlich Rohprotein, Rohasche, Pektin, Hemicellulose, Cellulose und Lignin nicht wesentlich veränderte, womit in dieser Hinsicht eine unveränderten Zusammensetzung der entsprechenden Futtermittel zu erwarten ist.

In einem anderen Zusammenhang ergaben sich offensichtlich Modifikationen bei dem heutigen Produkt Pressschnitzel. *Wolff* (1894) beziffert bei den Diffusionsschnitzeln die Trockenmasse auf 6 bis 10 %, die sich nur „durch sehr starkes, aber um so kostspieligeres Pressen bis 15 % erhöhen“ lässt. Im 20. Jahrhundert änderte sich der Begriff von „Diffusionsschnitzeln“ zu „Feucht- oder Nassschnitzeln“, wofür *Thier* (1982) einen Trockenmassegehalt von 10 bis 12 % angibt. Anfang der 1980er Jahre entstand dann die „Idee, Preßschnitzel mit hohem Trockensubstanzgehalt von 20 % TS und mehr statt sie in die Trocknung zu führen, direkt für Fütterungszwecke abzugeben“ (*Thier*, 1981). Hintergrund dafür war die mögliche Energieeinsparung bei der Trocknung und eine weitere Ausnutzung des gewonnenen Presswassers. Futtermittelrechtlich wurde dabei ein Mindestgehalt an Trockenmasse von 18 % festgelegt (Futtermittelverordnung, 1981).

In den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (1997) ist für Pressschnitzel(silage) ein Trockenmassegehalt von 22 % hinterlegt. In den vergangenen Jahren wurden in Deutschland jedoch auch Pressschnitzel mit einer Trockenmasse von 28 % und mehr angeboten, was in erster Linie abhängig ist von den technischen Gegebenheiten der Werke und den lokal gegebenen Absatzmöglichkeiten.

Ob die geschilderten Veränderungen einen Einfluss auf die in den Futtermittel Tabellen hinterlegten Angaben zu den Inhaltsstoffen haben, war ein Anlass für die hier vorliegende Untersuchung. Diesen Tabellen liegen zumeist Daten aus den 1980er und 1990er Jahren zu Grunde und es bestand Bedarf, neue Werte zu ermitteln.

In der DLG-Futtermitteldatenbank (DLG, 2011), die als Datenbasis für die Erstellung neuer Futtermitteltabellen dient und systematisch Daten zu Futtermittelinhaltstoffen erhebt, fehlen repräsentative und vor allem aktuelle Daten zu den Futtermitteln aus der Zuckerrübenverarbeitung. Zu den Gerüstkohlenhydraten (Neutrale-Detergenzien-Faser [NDF] und Säure-Detergenzien-Faser [ADF]), die erst seit einigen Jahren im Rahmen der Futterbewertung betrachtet werden, und zur Gasbildung liegt keine ausreichende Datenbasis vor. Die Daten aus der vorliegenden Erhebung werden in der DLG-Futtermitteldatenbank hinterlegt und erweitern dort die Datenbasis.

Tab. 1: Futtermittel aus der Zuckerrübenverarbeitung gemäß Positivliste für Einzelfuttermittel und Erzeugungsmengen Deutschland 2010

Nummer Positivliste	Bezeichnung	Beschreibung	Mengen (Originalsubstanz)
4.10.02	(Zucker-)Rübenkleinteile	Nebenerzeugnis, das bei der Verarbeitung von Zuckerrüben gewonnen wird und überwiegend aus gereinigten Rübenbruchstücken und Anteilen von Rübenblättern besteht und soweit wie möglich frei von Unkraut und anderen Fremdbestandteilen ist, auch siliert	0,2 Mio. t
4.10.04	(Zucker-)Rübenmelasse	Nebenerzeugnis, das bei der Gewinnung oder Raffinierung von Zucker aus Zuckerrüben anfällt	0,7 Mio. t
4.10.07	(Zucker-)Rübenpressschnitzel	Nebenerzeugnis, das bei der Gewinnung des Rohsaftes aus Zuckerrüben anfällt und praktisch entzuckert und abgepresst ist, auch siliert	1,3 Mio. t
4.10.08	(Zucker-)Rüben-trockenschnitzel	Nebenerzeugnis, das bei der Zuckergewinnung aus Zuckerrüben anfällt und aus getrockneten Pressschnitzeln besteht	0,05 Mio. t
4.10.09	(Zucker-)Rübenmelasseschnitzel	Nebenerzeugnis, das bei der Zuckergewinnung anfällt und durch Trocknung melassierter Pressschnitzel gewonnen wird	1,4 Mio. t

3 Datenerhebung

In der Zuckerrübenkampagne 2010/11 wurden an den 20 deutschen Fabrikstandorten der Zuckerindustrie in Zusammenarbeit mit dem Verein der Zuckerindustrie e.V. (VdZ) insgesamt 67 Proben von Futtermitteln aus der Zuckerrübe gezogen. Die LUFA Nord-West in Oldenburg führte die Analyse dieser verschiedenen Melasse-, Press-, Trocken-, Melasseschnitzel und Rübenkleinteile-Proben durch.

Der Versand der Proben erfolgte mit Ausnahme der Pressschnitzel und Rübenkleinteile, die entweder tiefgekühlt oder nach vorheriger Trockenmassebestimmung getrocknet wurden, im Originalzustand.

Folgende Parameter wurden untersucht: Trockenmasse (TM), Rohasche (XA), Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Rohfaser (XF), Gesamtzucker, berechnet als Saccharose (XZ), aschefreie Säure-Detergenzien-Faser (ADF om), aschefreie Neutrale-Detergenzien-Faser (NDF om), Gasbildung im Hohenheimer Futterwerttest (HFT), Calcium (Ca), Phosphor (P), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Kalium (K).

Die Weender Rohnährstoffe, die Gerüstkohlenhydrate und die Gasbildung wurden nach VDLUFA Verbandsmethoden untersucht (VDLUFA Methodenbuch Band III, 1976). Die Mineralstoffe wurden mittels ICP-OES (DIN EN ISO 11885, modifiziert) analysiert. Bei der Melasse wurde keine Bestimmung von Rohfaser und Gerüstkohlenhydraten vorgenommen. Die Gehalte an Organischer Substanz (OS) und Stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) wurden berechnet ($OS = TM - XA$; $NfE = TM - XA - XP - XL - XF$). Die Ergebnisse wurden einem Ausreißertest nach *Dean und Dixon* (1951) unterzogen und die ermittelten Ausreißer blieben für die Mittelwertermittlung unberücksichtigt. Bei Rübenkleinteilen wurde kein Ausreißertest vorgenommen, da dieses Produkt durch die unterschiedlichen Anteile von Rübenbruchstücken und Rübenblättern relativ heterogen ist und damit entsprechend größeren Schwankungen in der Zusammensetzung unterliegt.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Inhaltsstoffe

In den Tabellen 2 bis 4 sind die Ergebnisse der Analysen im Vergleich zu Tabellenwerten dargestellt.

Für Melasse sind die analysierten Gehalte für Trockenmasse

und Gesamtzucker höher als die entsprechenden Tabellenwerte. Hinsichtlich Trockenmasse und Zucker ist jedoch zu beachten, dass in Deutschland üblicherweise drei verschiedene Qualitäten (40er, 42er und 44er Melasse) gehandelt werden, die sich in Trockenmasse und Zuckergehalten unterscheiden. Eine Zuordnung der untersuchten Proben zu diesen Qualitäten erfolgte nicht. Aufgrund der hohen Zucker- und Trockenmassegehalte der Einzelproben ist aber anzunehmen, dass keine 40er Qualität zur Untersuchung kam.

Bei den tabellierten Werten werden bisher bei Melasseschnitzeln die drei Produkte „Melasseschnitzel“, „Melasseschnitzel, zuckerarm“ und „Melasseschnitzel, zuckerreich“ unterschieden. Diese Unterteilung der Produkte erfolgt bei der Deklaration aktuell nicht mehr, somit wurden auch bei der Darstellung von Vergleichswerten die Werte für „Melasseschnitzel“ gewählt.

Bei Betrachtung der Gesamtzuckergehalte der Einzelproben (Abb. 1) sind deutliche Unterschiede festzustellen. Die Einzelwerte liegen zwischen 14,8 und 25,2 % in der Trockenmasse. Anstelle der Einbeziehung des Mittelwertes von 19,9 % in der TM für die Berechnung von Futterrationen oder die Erstellung von Mischfutterrezepturen sollte hier der jeweils für das einzelne Produkt auf den Lieferpapieren deklarierte Wert (gemäß Verordnung (EU) Nr. 767/2009 bzw. Verordnung (EU) Nr. 575/2011) berücksichtigt werden. Analog sollte auch bei der Melasse auf Herstellerangaben oder deklarierte Gehalte zurückgegriffen werden.

Für Melasse-, Trocken-, Pressschnitzel und Rübenkleinteile sind die Gehalte an Rohfaser und Rohprotein gesunken. Zwar konnten *Kenter und Hoffmann* (2008b) keine Veränderungen

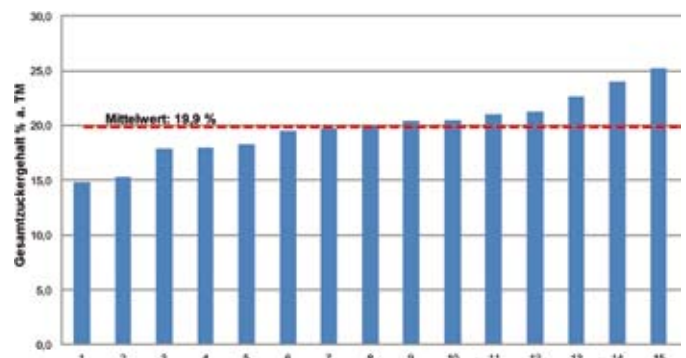


Abb. 1: Gesamtzuckergehalt, berechnet als Saccharose in Melasseschnitzeln (Werte in % der Trockenmasse)

Tab. 2: Mittlere Gehalte und Standardabweichungen der Weender Rohnährstoffe im Vergleich zu tabellierten Werten (DLG, 1997 und Pries et al., 2007)

	n	TM in g/kg	OS ¹	XA	XP	XL	XF	XZ	NfE
Melasse	18	786 ± 5	884 ± 11	116 ± 11	135 ± 18	3 ± 1	–	652 ± 21	746 ± 18
Tabellenwert		770	895	105	136	2	0	629	757
Melasseschnitzel	15	914 ± 12	924 ± 10	76 ± 10	97 ± 9	8 ± 3	146 ± 7	199 ± 29	673 ± 18
Tabellenwert		910	919	81	126	8	157	201	628
Trockenschnitzel	5	911 ± 13	929 ± 15	71 ± 15	83 ± 4	10 ± 2	189 ± 4	88 ± 11	647 ± 13
Tabellenwert		900	946	54	99	9	205	68	633
Pressschnitzel	17	273 ± 37	939 ± 12	61 ± 12	84 ± 7	4 ± 2	180 ± 9	99 ± 29	671 ± 21
Tabellenwert ²		220	929	71	111	11	208	31	599
Rübenkleinteile	12	189 ± 33	911 ± 42	89 ± 42	76 ± 8	3 ± 2	102 ± 19	361 ± 119	730 ± 52
Tabellenwert ³		155	914	86	107	13	129	32	665

¹ Abk. s. Abs. 3. ² Werte für Pressschnitzelsilage. ³ Rübenkleinteile: Vergleichswerte aus Riswicker Ergebnissen 2006, Produkt siliert (Pries et al., 2007).

der ADF-, Hemicellulose- und Gesamtpektinergehalte zwischen älteren und aktuellen Zuckerrübenotypen feststellen, dennoch lagen in deren Untersuchung die ADF-Anteile in der TM mit 316 bis 384 g/kg TM deutlich höher als die hier festgestellten Werte für ADF om mit 219 g/kg TM für Pressschnitzel und 241 g/kg TM für Trockenschnitzel (Tab. 3). Die neuen Ergebnisse sprechen für eine Verringerung der unlöslichen Polysaccharide wie Lignin und Cellulose, die sich zu einem großen Anteil in den untersuchten Fraktionen Rohfaser und ADF om finden.

Der verringerte Rohproteingehalt in den Produkten ist in dem Zusammenhang zu sehen, dass in Deutschland in den letzten Jahrzehnten das Niveau der Stickstoffdüngung im Zuckerrübenanbau erheblich gesunken ist. Da die Gehalte an N-Verbindungen in der Rübe von der N-Verfügbarkeit im Boden abhängig sind, sinken bei einer reduzierter N-Zufuhr auch die N-Gehalte in den Futtermitteln (Hoffmann, 2005; Fuchs und Stockfisch, 2009).

Frische Pressschnitzel haben einen mittleren Trockenmassegehalt von 27,3 % (Abb. 2), wobei die minimalen bei 21,5 % und die maximalen Gehalte bei 34,9 % TM liegen. Diese Unterschiede begründen sich durch den unterschiedlichen Abpressungsgrad der Pressschnitzel in den herstellenden Werken sowie der jeweiligen regionalen Nachfrage. Für die Berechnung von Futterrationen sollte daher möglichst nicht der TM-Mittelwert berücksichtigt werden, sondern entweder die zugesicherten Werte der jeweiligen Lieferanten oder die tatsächlichen Werte aus Untersuchungen der Pressschnitzelsilagen, zumal sich bei der Silierung von Pressschnitzeln auch noch TM-Veränderungen im Vergleich zum Ausgangsmaterial ergeben. Eine stärkere Abpressung der Pressschnitzel in den Zuckerfabriken und die damit ansteigende Trockenmasse geht nicht mit sinkenden Gesamtzuckergehalten einher, hier besteht

Tab. 3: Mittlere Gehalte und Standardabweichungen der Gerüstkohlenhydrate sowie der Gasbildung

	n	NDF om in g/kg TM	ADF om in g/kg TM	Gasbildung in mL/200 mg TM
Melasse	18	–	–	64 ± 2
Melasseschnitzel	15	315 ± 19	184 ± 12	72 ± 2
Trockenschnitzel	5	354 ± 17	241 ± 4	73 ± 2
Pressschnitzel	17	405 ± 35	219 ± 11	74 ± 2
Rübenkleinteile	12	282 ± 60	136 ± 27	61 ± 4

Tab. 4: Mittlere Gehalte und Standardabweichungen der Mineralstoffe im Vergleich zu tabellierten Werten (DLG, 2005 und LfL, 2010)

	n	Calcium	Phosphor	Natrium in g/kg TM	Magnesium	Kalium
Melasse	18	2,5 ± 1,9	0,5 ± 0,02	7,6 ± 3,1	0,2 ± 0,0	54,1 ± 8,7
Tabellenwert		2,2	0,3	8,8	0,3	49,0
Melasseschnitzel	15	10,6 ± 2,4	0,8 ± 0,2	1,7 ± 1,1	1,8 ± 0,4	14,4 ± 2,7
Tabellenwert		11,0	0,8	2,4	1,6	15,1
Trockenschnitzel	5	13,8 ± 2,4	0,8 ± 0,1	0,5 ± 0,2	1,9 ± 0,1	4,5 ± 1,8
Tabellenwert		7,5	1,0	2,0	2,3	7,2
Pressschnitzel	17	3,9 ± 1,8	0,8 ± 0,2	0,4 ± 0,2	2,1 ± 0,2	4,2 ± 1,4
Tabellenwert ¹		10,9	0,9	0,6	2,3	4,5
Rübenkleinteile	12	3,3 ± 3,9	2,1 ± 0,3	1,4 ± 0,5	2,3 ± 0,3	11,5 ± 1,9
Tabellenwert ²		16,0	2,6	1,4	2,8	1,5

¹ Werte für Pressschnitzelsilage. ² Rübenkleinteile: Vergleichswerte LfL (2010).

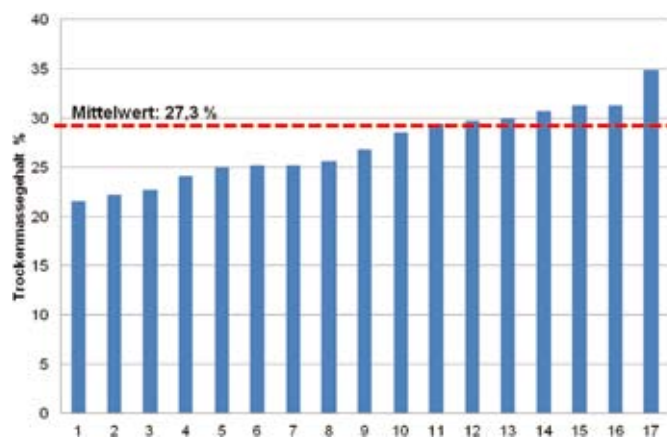


Abb. 2: Trockenmassegehalte in Pressschnitzeln (Werte in %)

praktisch keine Korrelation ($r = -0,03$). Der Gesamtzuckergehalt in frischen Pressschnitzeln liegt zwischen 6,0 % und 14,6 % in der TM. Damit sind auf jeden Fall die von Hollaus et al. (1983) geforderten Zuckergehalte von 6 bis 7 % in TM gewährleistet, um bei einer Silierung einen für die Stabilität der Silage erforderlichen ausreichend geringen pH-Wert unterhalb von 3,8 zu erreichen.

Bei den Zuckergehalten in Pressschnitzeln ist grundsätzlich zu beachten, dass tabellierte Werte in der Regel die Gehalte in Pressschnitzelsilage darstellen. Der in frischen Pressschnitzeln enthaltene Zucker wird sehr schnell durch Milchsäurebakterien umgesetzt und sinkt bei steigenden Milchsäurekonzentrationen bereits innerhalb von 24 Stunden erheblich. In Pressschnitzelsilagen ist die Umsetzung von Zucker zu Milchsäure in der Regel vollständig, womit Silagen dann keinen Restzucker mehr enthalten (Weber, 2005).

Die mittleren Mineralstoffgehalte der untersuchten Futtermittel (Tab. 4) zeigen keine wesentlichen Veränderungen gegenüber den tabellierten Werten, wenn die teilweise relativ hohen Standardabweichungen berücksichtigt werden. Auffällig ist der hohe Calcium-Gehalt bei Trockenschnitzeln, der mit 13,8 g je kg TM deutlich über sowohl dem bisherigen Wert von 7,5 g als auch über dem aktuell für Pressschnitzel ermittelten Wert von 3,9 g je kg TM liegt. Weitere Untersuchungen sollten klären, ob die geringe Probenanzahl oder eine systematische Fehlmessung für den hohen Wert verantwortlich sein können.

Zu den Gerüstkohlenhydraten sowie zur Gasbildung liegen

nur Einzelwerte in der Literatur vor (Pries et al., 2007), weswegen bei der Darstellung der Ergebnisse (Tab. 3) auf einen Vergleich verzichtet wird. Die hier vorgenommene systematische Erhebung der Kennwerte ADF_{om} und NDF_{om} in den Futtermitteln aus der Zuckerrübenverarbeitung ist jedoch zur verbesserten Bewertung der Strukturversorgung bzw. zur detaillierteren Bewertung der Faserfraktion insbesondere für Milchkühe erforderlich (DLG, 2001). Die Neutrale-Detergenzien-Faser (NDF) kennzeichnet den gesamten Zellwandbestandteil mit Lignin, Cellulose und Hemicellulose, während die Säure-Detergenzien-Faser (ADF) mit Lignin und Cellulose die unverdaulichen bzw. schwerer verdaulichen Zellwandanteile erfasst.

Die Erfassung der Gasbildung im HFT ist für Einzelfuttermittel mit Ausnahme von Grasprodukten, wo dieser Parameter für die Schätzung der Energiegehalte genutzt wird (GfE, 2008), unüblich. Die Gasbildung kennzeichnet das Ausmaß der mikrobiellen Umsetzungen im Pansen und damit auch die Verdaulichkeit eines Futtermittels. Die in dieser Erhebung ermittelten Werte für die Gasbildung oberhalb von 60 mL bestätigen die hohe Verdaulichkeit und den hohen Energiegehalt aller untersuchten Produkte, insbesondere wenn als Vergleichswert der von der GfE (2009) ausgewiesene Mittelwert von 348 Mischfuttermitteln für Rinder mit 57,3 ml/200 mg TM angegeben wird, entsprechend einer mittleren Verdaulichkeit der organischen Substanz von 84 % und einem Energiegehalt von 12,4 MJ ME je kg TM in den Mischfuttermitteln.

4.2 Futterwert

Bei Zugrundelegung der in Tabelle 1 ermittelten mittleren Nährstoffgehalte ergeben sich die in Tabelle 5 dargestellten Kennzahlen zur Rohprotein- und Energieversorgung für Wiederkäuer, berechnet nach Vorgaben der GfE (2001). Die in der Berechnung verwendeten Verdaulichkeitskoeffizienten stammen aus den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (DLG, 1997) bzw. bei den Rübenkleinteilen aus einer Untersuchung von Pries et al. (2007). Die UDP-Werte (d.h. im Pansen unabbaubares Rohprotein) wurden ebenfalls aus den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (DLG, 1997) übernommen und beziehen sich auf eine unterstellte Pansenpassagerate von 5 %/h (UDP 5). Sie liegen für Melasse bei 20 %, für Melasse- und Pressschnittzel bei jeweils 30 % und für Trockenschnittzel bei 45 %. Für Rübenkleinteile wurde ein UDP-Anteil von 20 %, der dem tabellierten Wert für saubere Zuckerrüben entspricht, unterstellt.

Tab. 5: Berechnete Kennzahlen für die Rohprotein- und Energieversorgung beim Wiederkäuer

	nXP in g/kg TM	RNB	ME Rind in MJ/kg TM	NEL
Melasse	153	-3	11,9	7,6
Melasseschnittzel	150	-9	12,2	7,7
Trockenschnittzel	143	-10	11,8	7,4
Pressschnittzel	144	-10	11,9	7,5
Rübenkleinteile	130	-9	10,8	6,7

nXP = nutzbares Rohprotein. RNB = ruminale Stickstoffbilanz. ME Rind = umsetzbare Energie Rind. NEL = Netto Energie-Laktation.

Die berechneten Kennzahlen bestätigen die hohen Gehalte an nXP und Energie der Produkte aus der Zuckerrübenverarbeitung. Bedingt durch den gestiegenen Anteil an organischer Substanz ergeben sich bei den Pressschnittzeln gegenüber den bisherigen tabellierten Werten von 7,4 MJ NEL mit 7,5 MJ NEL je kg TM leicht höhere Werte. Neuere Verdaulichkeitsuntersuchungen von Pressschnittzelsilagen (Pries et al., 2007; Steinhöfel et al. 2005) weisen mit 7,6 bis sogar 7,9 MJ NEL je kg TM noch höhere Werte aus.

Bei der Energiebewertung von Einzelfuttermitteln ist die Berechnung der Umsetzbaren Energie (ME) bzw. der Netto Energie-Laktation (NEL) nach GfE (2001) aus den verdaulichen Rohnährstoffen verpflichtend.

Die in der Praxis teilweise angewendete, vereinfachte Energieberechnung mit Hilfe der Schätzformel zur „Schätzung der Umsetzbaren Energie von Mischfuttermitteln für Rinder“ (GfE, 2009) unter Einbeziehung der Parameter ADF_{om} und Gasbildung ist ungeeignet und ergibt bei den Produkten aus der Zuckerrübenverarbeitung eine deutliche systematische Unterschätzung der Energiegehalte, der bei Melasse mit einer Abweichung von 1,3 MJ NEL je kg TM bzw. 17 % am höchsten ausfällt (Tab. 6).

Tab. 6: Vergleich der aus verdaulichen Rohnährstoffen oder mit Hilfe der „Mischfutterformel Rind“ berechneten Energiegehalte

	NEL, verdauliche Rohnährstoffe in MJ/kg TM	NEL, Misch- futterformel in MJ/kg TM	Unterschätzung durch Mischfut- terformel in %
Melasse	7,6	6,3	-17
Melasseschnittzel	7,7	7,0	-9
Trockenschnittzel	7,4	6,9	-6
Pressschnittzel	7,5	7,0	-6
Rübenkleinteile	6,7	6,3	-6

5 Zusammenfassung

In der vorgenommenen systematischen Untersuchung der Futtermittel aus der Zuckerrübenverarbeitung auf Inhaltsstoffe und Futterwerte ergaben sich zum Teil Abweichungen zu bisher tabellierten Werten, bestätigt werden aber die hohen Energiegehalte. Zu beachten sind allerdings mögliche Schwankungen innerhalb begrenzter Toleranzbereiche, bedingt durch die Variationen des Rohstoffes Zuckerrübe aber auch durch unterschiedliche Prozesstechnik.

Aufgrund des aktuellen Charakters der hier dargestellten Werte sollten diese zukünftig für die Berechnung von Futterrationen, die Erstellung von Mischfutterrezepturen sowie als Datengrundlage für die Erstellung neuer Tabellenwerke Verwendung finden.

Dabei ist grundsätzlich die Verwendung der Mittelwerte der untersuchten Futtermittel sinnvoll, jedoch sollte bei Melasse berücksichtigt werden, ob 40er, 42er und 44er Melassequalitäten zum Einsatz kommen, wobei sich Verschiebungen in den Zucker- und Trockenmassegehalten ergeben. Bei Melasseschnittzeln variieren die Zuckergehalte je nach Hersteller, ebenso die Trockenmassegehalte in Pressschnittzeln, so dass hier die Empfehlung gilt, auf entsprechende Hersteller- bzw. Deklarationsangaben zurückzugreifen.

Literatur

- Dean, R.B.; Dixon, W.J. (1951): Simplified Statistics for Small Numbers of Observations. *Anal. Chem.* 23 (4), 636–638
- DLG Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1991): DLG-Futterwerttabellen für Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt
- DLG Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1997): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. DLG-Verlag, Frankfurt
- DLG Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (2001): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkühe. DLG-Information 2/2001
- DLG Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (2005): Kleiner Helfer für die Berechnung von Futtermitteln. Wiederkäuer und Schweine. 11., vollkommen neu überarbeitete Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt
- DLG Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (2011): <http://datenbank.futtermittel.net/> (Stand 01.06.2011)
- DIN EN ISO 11885 (2009): Wasserbeschaffenheit. Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES). Beuth Verlag, Berlin
- Fuchs, J.; Stockfisch, N. (2009): Effizienzentwicklung im Zuckerrübenanbau am Beispiel der N-Düngung. *Sugar Industry / Zuckerind.* 134, 33–41
- Futtermittelverordnung vom 8. April 1981. BGBl I Nr. 15, 352–367
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2008): Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie für Wiederkäuer von Gras- und Maisprodukten. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191–198
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2009): New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 143–146
- Hoffmann, C. (2005): Changes in N composition of sugar beet varieties in response to increasing N supply. *J. Agronomy & Crop Science* 191, 138–145
- Hollaus, E.; Braunsteiner, W.; Kubadinow, N. (1983): Beiträge zur Aufklärung mikrobiologischer und chemischer Zusammenhänge bei der Pressschnittsilierung. 1. Mitteilung. Untersuchungen über Mikroorganismen in Pressschnittzeln. *Zuckerind.* 108, 1049–1058
- LfL (2010): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchttrinder, Schafe, Ziegen. 32. unveränderte Auflage. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising-Weißenstephan
- Normenkommission für Einzelfuttermittel im Zentrallausschuss der Deutschen Landwirtschaft (2011): Positivliste für Einzelfuttermittel. 9. Auflage. <http://www.futtermittel.net>
- Kellner, O. (1909): Die Verfütterung der Zuckerfuttermittel. In: Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Heft 152.
- Kenter, C.; Hoffmann, C. (2008a): Änderungen im Markgehalt von Zuckerrüben. *Zuckerrübe* 57, 214–216
- Kenter, C.; Hoffmann, C. (2008b): Ursachen der Verringerung des Markgehaltes von Zuckerrüben und Auswirkungen auf Menge und Qualität der Pressschnittelerzeugung. *Sugar Industry / Zuckerind.* 133, 246–254
- Pries, M.; Menke, A.; Steevens, L. (2007): Riswick Ergebnisse. Futterwert von Nebenprodukten der Zuckergewinnung aus Zuckerrüben. <http://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/pdf/ergebnisse-futterwertpruefung-2006.pdf> (Stand 07.07.2011), 27–29
- Schmoeger, M. (1906): Presslinge, Diffusionsschnitzel, Melasse. In: Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reich (Hrsg.): Die Futtermittel des Handels. Verlag Paul Parey, Berlin
- Steinhöfel, O.; Weber, U.; Alert, H.-J. (2005): Je früher, desto besser. *DLZ* 11, 122–126
- Thier, E. (1981): Konservierungstechnische und wirtschaftliche Aspekte des Pressschnittelabsatzes. *Zuckerind.* 106, 60–65
- Thier, E. (1982): Erfahrungen und Empfehlungen zum Einsatz von Pressschnittzeln in der Fütterung. *Zuckerind.* 107, 223–230
- Weber, U. (2005): Untersuchungen zur Silierung von Zuckerrübenpressschnittzeln im Folienschlauch. Diss. Univ. Berlin
- WVZ/VdZ Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e.V. / Verein der Zuckerindustrie e.V. (2011): Jahresbericht 2010/2011
- Wolff, E. (1894): Die rationelle Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 6. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin
- VDLUFA Methodenbuch Band III (1976): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Aufl. einschl. I bis VII Ergänzung. VDLUFA-Verlag, Speyer
- Verordnung (EU) Nr. 767/2009 über das Inverkehrbringen und die Verwendung von Futtermitteln. Amtsblatt der Europäischen Union L 229 vom 1.9.2009, S. 1
- Verordnung (EU) Nr. 575/2011 zum Katalog der Einzelfuttermittel. Amtsblatt der Europäischen Union L 159 vom 17.6.2011, S. 25

Fourrages provenant du traitement de la betterave à sucre – Nouvelles données sur leur composition suite à une enquête à l'échelle fédérale (Résumé)

En 2010, les sociétés sucrières allemandes en collaboration avec la VdZ «Verein der Zuckerindustrie» ont organisé une enquête à l'échelle fédérale pour étudier la composition et la valeur alimentaire de 67 échantillons de mélasse, de pulpes de betterave pressées, séchées et mélassées ainsi que de queues et collets de betteraves. A cette occasion, on a tenu compte de deux aspects. D'une part, il était intéressant de savoir si la composition en nutriments des fourrages avait subi un changement au cours des 20 dernières années. La plupart des données dans les tables d'alimentation datent des années 1980 et 1990 et ont besoin d'une mise à jour appropriée. Un échantillonnage systématique des données a été organisé pour obtenir des renseignements complets et statistiques fiables et documenter sur les modifications dans la composition, si nécessaire. D'autre part, la nécessité s'imposait de calculer des données pour de nouveaux paramètres qui ne sont pris en considération que depuis quelques années dans le domaine de l'évaluation des fourrages, parmi eux l'hydrate de carbone structuré ADF (acid detergent fiber) et le NDF (neutral detergent fiber) ce qui permet une meilleure différenciation de la teneur en fibre brute ainsi que de la formation de gaz au moyen du test de la valeur alimentaire de Hohenheimer (HFT). Les valeurs moyennes calculées sont prévues pour le calcul habituel des rations alimentaires, pour la mise au point de formules d'aliments composés et comme base de données pour de nouvelles tables d'alimentation. C'est pourquoi, le plus souvent les valeurs moyennes peuvent être utilisées pour les aliments bruts de Weender, les minéraux, les hydrates de carbone structurés et la formation de gaz. Mais la teneur en matière sèche et en sucres totaux des mélasses, la teneur en sucres totaux des pulpes mélassées ainsi que la teneur en matière sèche dans les pulpes pressées montrent une grande variabilité par suite des conditions de production. Dans ce cas, une information complémentaire peut être obtenue de la part du fabricant ou des déclarations sur le document d'expédition pouvant servir à faire des calculs appropriés.

Forrajes de la transformación de remolachas azucareras – datos nuevos de toda la República Federal de los componentes (Resumen)

En cooperación con la Asociación de la Industria Azucarera alemana (VdZ) se reunieron en el año 2010 los datos de 20 fábricas de azúcar de toda la República Federal y se examinaron los componentes y el valor forrajero de 67 pruebas de melaza, pulpa prensada, pulpa seca, pulpa de melaza y partículas de remolachas. Por uno se examinaron los transtornos en la composición de los nutrientes de los forrajes en los últimos 20 años – la mayoría de los valores es de los años 1980 y 1990. Por otro fue necesario reunir datos para poder determinar los parámetros nuevos, tales como los esclerocarbohidratos ADF (fibras entre ácido y detergentes) y NDF (fibras neutrales de detergentes) como mejor identificación del componente "fibra cruda" y la formación de gas del ensayo del valor forrajero HFT de Hohenheim. Objetivo de la reunida sistemática de datos

fue determinar amplia- y seguramente los valores o componentes que faltaban. Los valores medios, calculados entonces, servirán para el cálculo de raciones alimenticias, la preparación de recetas de forrajes mixtos y como base de datos para la formación de tablas nuevas. Los valores medios de Weende acerca de nutrientes crudos, sales minerales, esclerocarbohidratos y de la formación de gas son muy apropiados para estas tablas nuevas. Sin embargo, los datos acerca de los contenidos de materia seca y de azúcar total en melaza, de azúcar total de pulpa de melaza y de materia seca en pulpa prensada muestran cierta variabilidad por el tipo de producción. Para el cálculo

más exacto de estos valores será necesario tomar en cuenta las informaciones del productor o la declaración en los papeles de entrega.

Anschrift der Verfasser: Dr. *Christine Pottthast*, Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt, Marktbreiter Str. 74, 97199 Ochsenfurt, Deutschland; Dr. *Stefan Brinker*, Pfeifer & Langen KG, Heidensche Straße 70, 32791 Lage, Deutschland; Dr. *Karsten Maier*, Verein der Zuckerindustrie e.V., Am Hofgarten 8, 53113 Bonn, Deutschland; e-Mail: maier@zuckerwerke.de