



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Fachgebiet: Tierernährung und Futtermittelkunde

Studienarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science

(B. Sc.)

Vergleich von Parametern zur Bewertung von Gras- und Maissilagen für die Milchkuhfütterung am Beispiel des deutschen und des niederländischen Verfahrens

von

Paulus Bruijnen

urn:nbn:de:gyb:519-thesis2009-0067-6

Erstprüferin: Professorin Dr. Anke Schuldt

Zweitprüferin: Dr. Regina Dinse

März 2009

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abkürzungsverzeichnis	4
Niederländisches Abkürzungsverzeichnis mit Übersetzungen.....	7
1. Einleitung	9
1.1. Hintergrund	9
1.2. Ziel der Arbeit.....	9
2. Die Futtermittelanalyse.....	11
2.1. Die Voruntersuchungen an einem Futtermittel.....	11
2.1.1. Die Probenaufbereitung	12
2.1.2. Futtermittelmikroskopische Prüfungen.....	13
2.1.3. Die mikrobiologische Qualität	14
2.2. Das Analysieren der Rohnährstoffe.....	14
2.2.1. Die Weender Analyse.....	14
3.1.1.1. Die Trockenmassebestimmung (TM)	16
3.1.1.2. Die Rohaschebestimmung (XA).....	16
3.1.1.3. Die Rohproteinbestimmung (XP)	17
3.1.1.4. Rohfettbestimmung (XL)	18
3.1.1.5. Rohfaserbestimmung (XF).....	18
3.1.1.6. Bestimmung der Stickstofffreien Extraktstoffe (NfE)(XX).....	19
2.2.3. Neue Kriterien für die Verdaulichkeit	19
2.2.3.1. Detergenzienanalyse nach Van Soest.....	20
2.2.3.2. Zellulasemethode (ELOS)	21
2.2.3.3. Hohenheimer Futterwerttest (HFT).....	22
2.2.3.4. Bestimmung von Zucker und Stärke.....	22
2.2.4. Die NIRS-Methode	23
3. Auswertung der Futtermittelinhaltsstoffe.....	25
3.1. Die Energiebewertung in Deutschland.....	25
3.1.1. Die deutsche Energiebewertung	25
3.1.1.1. Die Schätzformeln	26
3.1.1.2. Schätzformel nach der DLG Grobfutterbewertung	29
3.1.1.3. In vitro Schätzformeln	30
3.1.2. Die niederländische Energiebewertung	31
3.1.2.1. Der VOS-Wert.....	35
3.1.2.2. Die niederländische Energiebewertung von Grundfuttermitteln	35
3.2. Die Eiweißbewertung	37

3.2.1.	Die deutsche Eiweißbewertung	37
3.2.1.1.	Das nutzbare Rohprotein (nXP)	38
3.2.1.2.	Der RNB Wert	39
3.2.2.	Die niederländische Eiweißbewertung.....	40
3.2.2.1.	Das darmverdauliche Eiweiß (DVE)	40
3.2.2.2.	Der OEB-Wert	43
4.	Die praktische Relevanz.....	45
4.1.	Die Datensammlung.....	45
4.2.	Die Datenverarbeitung in Excel	46
4.3.	Vergleich der Energiebewertungsverfahren.....	46
4.3.1.	Vergleich der Energiebewertungen von Maissilage	47
4.3.2.	Vergleich der Energiebewertungen von Grassilage	50
4.4.	Vergleich der Eiweißbewertungsverfahren	55
4.4.1.	Vergleich der Bewertungen vom nutzbaren Protein.....	55
4.4.1.1.	Vergleich der Bewertungen von nutzbarem Protein bei Maissilagen	57
4.4.1.2.	Vergleich der Bewertungen von nutzbarem Protein bei Grassilagen	57
4.4.2.	Vergleich der Bewertungen der Stickstoffversorgung im Pansen	58
5.	Fazit	60
5.1.	Fazit für die Energiebewertung.....	60
5.2.	Fazit für die Eiweißbewertung	61
5.3.	Gesamtfazit	62
6.	Zusammenfassung.....	64
	Eidesstattliche Erklärung	65
	Abbildungsverzeichnis.....	66
	Tabellenverzeichnis.....	66
	Literaturverzeichnis	67
	Weitere Quellen	68
	Anhang.....	70

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ADF	acid detergent fiber (Säure-Detergenzien-Faser)
ADL	acid detergent lignin (Säure-Detergenzien-Lignin)
B. Sc.	Bachelor of Science
BE	Bruttoenergie
bzw.	beziehungsweise
C	Celcius
Ca	Calcium
CCM	corn cob mix
Cl	Chlor
DCAB	dietary cation anion balance (Kationen-Anionen-Bilanz)
DE	Deutschland
DE	digestable energy (verdauliche Energie)
DLG	Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft
Dr.	Doktor
DVP	darmverfügbares Protein
ELOS	enzymlösliche organische Substanz
FM	Frischmasse
g	Gramm
GE	gross energy (Bruttoenergie)
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
HFT	Hohenheimer Futtertest
K	Kalium
kg	Kilogramm
kJ	Kilojoule
korr.	korrekt
Max.	Maximum

ME	metabolizable energie
Meq	tausendstel Äquivalent
mg	Milligramm
Mg	Magnesium
Min.	Minimum
MJ	Megajoule
ml	Milliliter
mm	Millimeter
N	Stickstoff
Na	Natrium
NDF	neutral detergent fiber (Neutrale-Detergenzien-Faser)
NE	Netto Energie
NEL	Netto Energie Laktation
NFC	non fiber carbohydrates (nicht-Faser-Kohlenhydrate)
NfE	Stickstofffreie Extraktstoffe
NH ₃	Ammoniak
NIRS	Nahinfrarotspektroskopie
NL	Niederlande
nm	Nanometer
nXP	nutzbares Rohprotein
OM	organische Masse
org.	organisch
P	Phosphor
RNB	ruminale Stickstoffbilanz
S	Schwefel
SD	standard deviation, Standardabweichung
TM	Trockenmasse
TMR	Total Misch Ration
UDP	unabgebautes Durchflussprotein

unkorr.	Unkorrekt
usw.	und so weiter
VE	verdauliche Energie
VK	Verdaulichkeitskoeffizient
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XX	Stickstofffreie Extraktstoffe

Niederländisches Abkürzungsverzeichnis mit Übersetzungen

BLGG	Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (Betriebslabor für Bodenuntersuchungen und Untersuchungen von Erntegut)
BRE	bestendig ruw eiwit (beständiges Rohprotein)
BZET	bestendig zetmeel (beständige Stärke)
CVB	centraal veevoederbureau (Zentrales Futtermittelbüro)
DS	droge stof (Trockensubstanz)
DV	darmverteerbaar (darmverdaulich)
DVBE	darm verteerbaar bestendig eiwit (darmverdauliches beständiges Eiweiß)
DVE	darm verteerbaar eiwit (darmverdauliches Eiweiß)
DVME	darm verteerbaar micobieel eiwit (darmverdauliches mikrobielles Eiweiß)
DVMFE	darm verteer metabool fecaal eiwit (darmverdauliches metabolisches fecales Eiweiß)
FOS	fermenteerbare organische stof (fermentierbare organische Substanz)
FP	fermentatie producten (fermentierungsstoffe)
ODS	onverteerbare droge stof-opname (unverdauliche Trockensubstanzaufnahme)
OEB	onbestendig eiwit balans (unbeständig Eiweiß Bilanz)
OK	overige koolhydraten (sonstige Kohlenhydrate, NfE, XX)
RC	ruw celstof (Rohfaser)
RE	ruw eiwit (Rohprotein)
RVET	ruw vet (Rohfett)
SUI	suiker (Zucker)
VCOS	verteringscoefficient organisch stof (Verdauungskoeffizient organische Substanz)
VEM	voeder eenheden melk (Futtereinheiten Milch)
VEVI	voeder eenheden vleesvee intensief (Futtereinheiten Fleischvieh Intensiv)
VOK	verteerbare overige koolhydraten (verdauliche NfE's)

VOS	verteerbare organisch stof (verdauliche organische Substanz)
VRAS	verteerbaar ruw as (verdauliche Rohasche)
VRC	verteerbaar ruw celstof (verdauliche Rohfaser)
VRE	verteerbaar ruw eiwit (verdauliches Rohprotein)
VRVET	verteerbaar ruw vet (verdauliches Rohfett)
ZET	zetmeel (Stärke)

1. Einleitung

1.1. Hintergrund

Die Futtermittelanalytik ist unerlässlich für eine wiederkäuergerechte Fütterung, ein richtiges Einschätzen der eingesetzten Futtermittel und die damit verbundene Rationsberechnung. Vor allem durch die gestiegene Rohstoffpreise in den letzten Jahren gewinnt eine genaue und aussagekräftige Futtermittelanalyse immer mehr an Bedeutung. Eine exakte Analyse eines Grundfuttermittels kann sich durch den optimalen oder angepassten Krafffuttereinsatz stark auf die Kosten der Ration und auf die Gesundheit der Tiere auswirken. Daher ist es wichtig, dass eine Futtermittelanalyse, speziell die dadurch erworbenen Daten, den wirklichen Inhaltsstoffen und der tatsächlichen Verwertbarkeit eines Futtermittels möglichst nahe kommen. Aber auch die zusätzlichen Anforderungen an die Qualität der erzeugten Lebensmittel, zum Beispiel Fettsäuremuster in der Milch, aber auch Aminosäuremuster werden in Zukunft hohe Anforderungen an eine genaue und umfassende Futtermittelanalytik stellen.

Gerade in dem letzten Jahrzehnt wurden in der Futtermittelanalytik viele neue Erkenntnisse gewonnen und neue Analyse- und Auswertungsmethoden eingeführt. Einige neue Erkenntnisse haben ihren Ursprung in den Vereinigten Staaten, aber auch in Europa wurden Erfahrungen ausgetauscht und neue Bewertungsformeln eingeführt. Diese neuen Futtermittelparameter können sehr hilfreich sein, um ein Futtermittel richtig einschätzen zu können.

Doch nicht immer haben diese neuen Futtermittelparameter dem praktizierenden Landwirt eine einfachere Einschätzung des Futtermittels verschafft. Viele Landwirte konnten und können mit den neuen Parametern wenig anfangen. Grund hierfür ist eine fehlende Transparenz und Aufklärung über die neuen Kennzahlen. Die vorliegende Arbeit soll der Futtermittelanalytik mit den neuen Parametern mehr Transparenz verschaffen.

1.2. Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit ist der Vergleich von verschiedenen Untersuchungs- und Auswertungsmethoden der Futtermittelanalyse. Besonders betrachtet wird hierbei die deutsche Futtermittelbewertung, die mit der Weender Analyse ihren Ursprung hat, und die niederländische Futtermittelbewertung, die ebenfalls die Daten der Weender Analyse nutzt, sich davon aber in der Auswertung der gewonnenen Daten unterscheidet. Verglichen werden die beiden

Methoden im Hinblick auf die Bewertung von Gras- und Maissilagen für Wiederkäuer, insbesondere für Milchkühe. Das Augenmerk liegt dabei vor allem auf der Auswertung der gewonnenen Daten. Vor allem in der Energie- und in der Eiweißbewertung unterscheiden sich die zwei Verfahren stark. Der Vergleich dieser zwei Methoden ist nur möglich, wenn man die Berechnungen zurückverfolgt. Aus diesem Grunde muss festgestellt werden, welche Daten in die jeweilige Berechnung mit einfließen und wie die entsprechenden Daten gewichtet werden. Außerdem muss verglichen werden, welche Daten chemisch analysiert und welche Daten berechnet werden. Es muss untersucht werden, wie sich die teilweise starke qualitative Unterschiede der Gras- und Maissilagen, in der Bewertung anhand der beiden Verfahren äußern. Zusätzlich gibt es auch Unterschiede in dem Untersuchungsverfahren, die es gilt stärker zu beleuchten.

2. Die Futtermittelanalyse

(VON LENGERKEN, 2004)

Die Futtermittelanalyse ist ein Sammelbegriff für alle Untersuchungen, denen ein Futtermittel unterliegt, um dessen Nährwert und eventuelle Schadstoffe festzustellen. Die Anordnung einer Futtermittelanalyse kann verschiedene Gründe haben. Einerseits dient die Futtermittelanalytik, der ständigen Qualitätskontrolle bestimmter Futtermittel. Es kann sich hierbei um Einzel- oder Mischfuttermittel handeln. Bei Einzelfuttermitteln müssen sich die Futtermittelinhaltstoffe im Rahmen des festgelegten Toleranzbereichs der futtermittelrechtlichen Vorschriften bewegen. Aber auch Mischfuttermittel werden im Rahmen staatlicher Einrichtungen (amtliche Futtermittelüberwachung) oder Verbänden, Vereinen oder Erzeugerringen (CMA Gütesiegel, DLG Gütezeichen) auf ihre Inhaltsstoffe untersucht. Hier wird vor allem überprüft, ob die Futtermittelhersteller ihre Deklarationsangaben einhalten, ob die Futtermittelqualität den Vorgaben des Futtermittelgesetz und der Futtermittelverordnung entspricht. Diese Qualitätskontrollen dienen hier vorrangig dem Verbraucherschutz und der Gesunderhaltung der Tiere. Sie verhindert in diesem Fall einen Eintrag von Schadstoffen in die Nahrungskette. Eine Futtermittelanalyse wird jedoch auch nicht selten von dem praktizierenden Landwirt selber angeordnet. Auch hier kann eine Futtermittelanalyse zur Kontrolle der Deklarationsangaben angeordnet werden. Aber vor allem werden zunehmend betriebseigene Futtermittel von Analyselaboren untersucht. Hier dient die Analyse neben der Untersuchung auf Schadstoffe und damit dem Tier- und Verbraucherschutz aber auch der Rationsgestaltung. Durch die Ermittlung der Inhaltstoffe eines betriebseigenen Futtermittels kann die Ration der Tiere bedarfsgerechter ausgerichtet werden. Dieses hat vor allem Auswirkungen auf die Tiergesundheit und die Kosten der Ration. Eine richtige Bewertung betriebseigener Futtermittel kann sich dementsprechend positiv auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes auswirken.

2.1. Die Voruntersuchungen an einem Futtermittel

Das Vorgehen bei einer Futtermittelanalyse ist bei nahezu jedem Futtermittel und in fast jedem Labor die gleiche Vorgehensweise. Bevor chemische Analysen durchgeführt werden, muss die Probe aufbereitet werden und unterliegt einigen Voruntersuchungen. Das Vorgehen bei einer Futtermittelanalyse, speziell bei Silagen, wird im folgenden Teil der Arbeit erläutert.

2.1.1. Die Probenaufbereitung

Unmittelbar nach Probeneingang wird die Probe registriert. Zur Registrierung gehört das Kontrollieren des Mindestprobenumfangs, damit eine aussagekräftige Analyse vorgenommen werden kann. Ebenfalls werden Probenart, Hersteller oder Auftraggeber, Eingangsdatum und der Untersuchungsumfang festgehalten. Außerdem erhält die Probe eine Identifikationsnummer, die so genannte Aktennummer und die Journalnummer. Mit der Journalnummer kann die Probe zu jeder Zeit identifiziert und einem Auftraggeber zugeordnet werden. Außerdem werden die Proben nach der Analyse über einen längeren Zeitraum für eventuelle Nachuntersuchungen gelagert. Im Anhang befindet sich ein Probennahmebegleitschein eines Analytiklabors für Landwirtschaft und Umwelt, die BLGG (Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Betriebslabor für Bodenuntersuchungen und Untersuchungen von Erntegut) in Parchim (STRUBELT V. 2009).

Bei jeder Untersuchung sollte die hygienische Beschaffenheit von Futtermitteln zuerst mit Hilfe der sensorischen Untersuchung (sichere Verderbnisanzeichen, Erwärmungen, Farbveränderungen, Partikelgrößen, Verunreinigungen, abartige Gerüche usw.) überprüft werden. Eine gewisse Erfahrung des Laborpersonals ist bei der Sensorik unerlässlich, da die Sensorik maßgeblich bestimmend für die Schmackhaftigkeit und damit die Aufnahme des Futtermittels ist. Die sensorische Prüfung erfolgt nach vorgegebenen Untersuchungskriterien, die sich auf einem Bewertungsbogen befinden. Im Anhang der Arbeit befindet sich ebenfalls ein Bewertungsbogen für die Sensorik der BLGG in Parchim (STRUBELT V. 2009).

Die Vorzerkleinerung und Probenteilung, die jetzt folgt, muss gewissenhaft erfolgen, um eine Vorselektion der Probe zu verhindern, da es sonst zu einem verfälschten Ergebnis der Futtermittelanalyse kommen würde. Die Vorzerkleinerung der Probe ist vor allem bei Grundfuttermitteln notwendig, um einer Selektion bei der Probenteilung vorzubeugen. Bei der Probenteilung werden eine so genannte Analysenprobe und eine Rückstellprobe angelegt. Bei schüttfähigen Futtermitteln wird ein Probenteiler eingesetzt. Dieser Probenteiler kann eine Probe reduzieren und teilen, ohne dass es zu einer Vorselektion der Probe kommt.

Nach dem Teilen und Reduzieren muss die Analysenprobe noch weiter zerkleinert werden. Für das weitere Zerkleinern wird ein maximaler Feuchtegehalt von 14% angestrebt, bei Grobfuttermitteln sogar nur maximal 10%. Aus diesem Grunde müssen Proben mit erhöhtem Feuchteanteil so schnell wie möglich nach Probeneingang vorgetrocknet werden. Die Vortrocknung dient dem Erhalt von Nährstoffen und der Reduzierung von Abbauprozessen im Futtermittel. Außerdem verhindert man einen Feuchteverlust beim weiteren Zerkleinern und Mahlen, was den Trockensubstanzgehalt der Probe verfälschen würde.

Für die Wärmevortrocknung werden großvolumige Trockenschränke verwendet. Die Proben trocknen unter Zwangsbelüftung bei ungefähr 60°C. Das Wasser der Probe verdampft in folgender Reihenfolge: Abtropfwasser, Haftwasser, Grobkapillarwasser und Feinkapillarwasser. Außerdem verflüchtigen ätherische Öle, Gärssäuren, Ammoniak und Alkohol. Die Summe dieser Substanzen wird als Rohwasser bezeichnet. Bei eiweißreichen Silagen kann es bei nicht einhalten der vorgeschriebenen Temperatur, durch eine Verflüchtigung von Ammoniak (bis zu 70%) zu einem Rohproteinverlust von bis zu 50% kommen.

Nachdem die Proben vorgetrocknet wurden, erfolgt die Feinzerkleinerung, was der letzte Schritt zu einer Analysenprobe ist. In den meisten Fällen werden zum Mahlen Siebgrößen von 1mm verwendet. Für spezielle Verfahren, wie zum Beispiel die Bestimmung von Aminosäuren ist eine Vermahlung auf 0,5 mm erforderlich.

2.1.2. Futtermittelmikroskopische Prüfungen

Futtermittelmikroskopische Prüfungen dienen vor allem der Einschätzung der Qualität und der Fütterungseignung. Die Futtermittelmikroskopische Untersuchung hat jedoch eine überwiegende Bedeutung für Misch- und Einzelfuttermittel. Es werden zum Beispiel die Bestandteile eines Futtermittels bestimmt. Diese können pflanzlicher, tierischer und mineralischer Herkunft sein. Aber auch die Echtheit und botanische Reinheit eines Futtermittels können hervorragend unter dem Mikroskop eingeschätzt werden. In der Mischfutterbewertung dient die mikroskopische Prüfung auch dazu, die quantitative Zusammensetzung des Futtermittels zu schätzen. Hierzu müssen die einzelnen Bestandteile des Futtermittels identifiziert werden, was eine gewisse Erfahrung des Laborpersonals voraussetzt.

Für die Grundfutterbewertung hat die mikroskopische Untersuchung eine geringere aber jedoch nicht untergeordnete Bedeutung. Je nachdem, wie die Sensorik eines Grundfuttermittels eingeschätzt wurde, kann eine futtermittelmikroskopische Untersuchung angeordnet werden. Vor allem beim Erkennen von Pilzbestandteilen kann eine mikroskopische Untersuchung eines Futtermittels Auskunft über den Grad des Pilzbefalls geben. Die Feststellung eines Pilzbefalls hat eine Empfehlung zum begrenzten Einsetzen des Futtermittels zur Folge. In extremen Fällen kann das Futtermittel für fütterungsuntauglich erklärt werden.

2.1.3. Die mikrobiologische Qualität

Bei dem Bestimmen der mikrobiologischen Qualität wird ermittelt, wie stark ein Futtermittel mit Pilzen, Bakterien oder Hefen belastet ist. Diese Qualitätsbestimmung findet vor allem in der Schweine- und Geflügelfütterung ihre Anwendung. Sie kann jedoch im Hinblick auf eine Mykotoxinbelastung in Getreide oder Körnermais auch für die Wiederkäuerfütterung wichtige Hinweise geben. Bei Mais- oder Grassilagen gilt eine mikrobiologische Untersuchung eher als Ausnahme, da Silagen in der Regel keine oder wenige toxinbildende Mikroorganismen beinhalten, vorausgesetzt, dass ein guter Siliererfolg vorliegt. Für das Einschätzen der mikrobiologischen Qualität bei Silagen wird daher auf eine Gärssäurenbestimmung zurückgegriffen, welche noch beschrieben wird (STRUBELT, V. 2009).

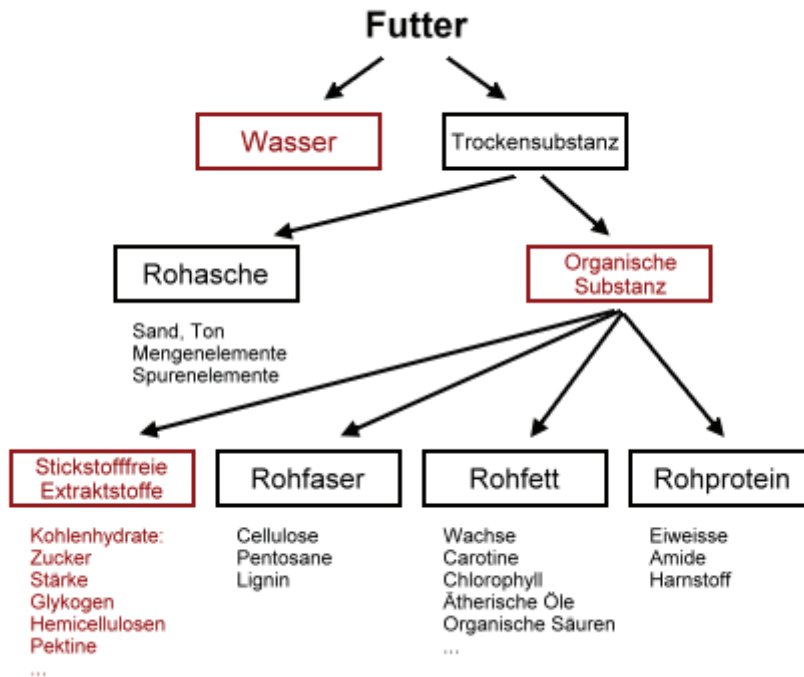
2.2. Das Analysieren der Rohnährstoffe

(VON LENGERKEN, 2004)

Am Anfang jeder Futtermittelanalyse und Futtermittelauswertung gilt es, die Rohnährstoffe eines Futtermittels zu ermitteln. Die Rohnährstoffgehalte dienen der Berechnung aller weiteren Schätzungen und Auswertungen. Das Unterteilen von verschiedenen Nährstoffen in Rohnährstoffgruppen unterliegt dem Prinzip der Weender Analyse.

2.2.1. Die Weender Analyse

Die Weender Analyse wurde schon am Ende des 19. Jahrhunderts von Henneberg und Stohmann entwickelt. Sie wurde nach dem Göttinger Stadtteil Weende benannt. Bei der Weender Analyse werden die Futtermittel in verschiedene Rohnährstoffgruppen aufgeteilt. In den verschiedenen Rohnährstoffgruppen befinden sich jeweils Futtermittelinhaltstoffe mit ungefähr die gleichen physiologischen und energetischen Eigenschaften. Die Anordnung und Aufteilung der Nährstoffe in Nährstoffgruppen wird in der folgenden Abbildung dargestellt.



1. **Abb. 1: Übersicht der Weender Analyse**
 (http://www.degupedia.de/abd/grafiken/weender_analyse.png Stand: 22.01.2009)

Die Weender Analyse wird oft nachgesagt, dass sie die physiologische Bedeutung der Nährstoffe nicht ausreichend darstellt. Insbesondere die Kohlenhydratanalyse unterscheidet nicht deutlich genug zwischen den leicht verdaulichen N-freien Extraktstoffen und dem schwer verdaulichen Rohfaseranteil. Auch besondere Nährstoffe eines Futtermittels, wie Zucker oder Aminosäuren, werden bei der Weender Analyse nicht exakt ermittelt. Aber auch das Errechnen verschiedener Nährstoffgehalte hat negative Auswirkungen auf die Genauigkeit der Analyse. So zum Beispiel verliert der errechnete Anteil der N-freien Extraktstoffe an Genauigkeit, da Fehler in der Rohprotein-, Rohfett- und Rohfaserbewertung den NfE-Gehalt rechnerisch beeinflussen.

Trotz dieser Reihe an Kritikpunkten wird die Weender Analyse auch weiterhin eine große Rolle in der Futtermittelanalytik spielen, denn sie liefert unter Betrachtung tabellierter Verdaulichkeitskoeffizienten die Grundlage für eine einfache und schnelle Futterwertschätzung. Außerdem basiert die jahrzehntelange Forschung der Futtermittelbewertung auf Parametern der Weender Analyse. Aber auch die Untersuchungsverfahren der Weender Analyse haben sich über lange Zeit bewährt.

3.1.1.1. Die Trockenmassebestimmung (TM)

Die Trockenmassebestimmung eines Futtermittels ist essentiell für die weitere Futtermittelanalyse, da fast alle Inhaltstoffe sich auf die Trockenmasse beziehen. Das heißt, durch die Trockenmassebestimmung können verschiedene Futtermittel mit verschiedenen Trockenmassegehalten miteinander verglichen werden. Außerdem kann die Trockenmasse Hinweise auf die Haltbarkeit eines Futtermittels, zum Beispiel bei Mischfuttermitteln und Getreidefuttermitteln, aber auch bei Silagen auf die Silierbarkeit des Futtermittels geben.

Nach der Definition ist die Trockenmasse der nicht flüchtige Anteil eines Futtermittels nach einer Wärmetrocknung bei 103 °C. Im Labor wird für die Trockenmassebestimmung das sogenannte Wäge-Trocknungsverfahren eingesetzt, bei dem die Probe vor dem Trocknen eingewogen und nach dem Erreichen der Massekonstanz zurückgewogen wird. Mit der nachfolgenden Formel wird die Trockenmasse ermittelt.

$$\text{Trockenmasse (TM) (g/kg FM)} = (\text{Rückwaage} \times 1000) \div \text{Einwaage}$$

In der praktischen Futtermittelanalytik spricht man hier jedoch von dem unkorrigierten Trockensubstanzgehalt. Weil es bei dem gesamten Trocknungsprozess von vor allem Silagen zu Verlusten von Nährstoffen kommt, wird eine Korrektur des Trockensubstanzgehaltes vorgenommen, um die verloren gegangenen Nährstoffe durch einen manuell erhöhten Trockensubstanzgehalt auszugleichen. Die Formel zum Korrigieren des Trockensubstanzgehaltes sieht wie folgt aus (STRUBELT V. 2009):

$$\text{korr. TM (g/kg TM)} = 2,22 + 0,96 \times g \text{ unkorrr. TM}$$

3.1.1.2. Die Rohaschebestimmung (XA)

Die Rohnährstoffgruppe „Rohasche“ beinhaltet alle Mineralstoffe in einem Futtermittel. Man muss hier zwischen verwertbaren Mineralstoffen und nicht verwertbaren Mineralstoffen, meistens in Form von Verschmutzung anzutreffen, unterscheiden. Dieses Unterscheiden der Mineralstoffe wird von der Weender Analyse jedoch nicht berücksichtigt, da der Rohascheanteil über eine Veraschung hergeleitet wird. Bei der Veraschung wird die luftgetrocknete

Probe in einem Muffelofen bei maximal 600 °C verascht. Alle Kohlenstoffpartikel, das heißt die gesamte organische Substanz des Futtermittels geht aus der Probe aus. Auch bei der Rohaschebestimmung wird vor und nach dem Veraschen gewogen und somit der veraschte Anteil ermittelt. Die Formel der Rohaschebestimmung sieht somit wie folgt aus:

$$\text{Rohasche (XA) (g/kg TM)} = (\text{Rückwaage} \times 1000) \div \text{Einwaage}$$

3.1.1.3. Die Rohproteinbestimmung (XP)

Der Rohproteingehalt in einem Futtermittel ist bei beiden Bewertungssystemen mitbestimmend für den Energiegehalt und die Eiweißbewertung des Futtermittels. (GfE, 2001 & CVB, 2005) Zur Rohproteinbestimmung sind verschiedene Verfahren bekannt, darunter auch verschiedene Schnellverfahren, zum Beispiel die Biuret- oder Farbstoffbindungsmethode, die aber für die Eiweißbestimmung in Futtermittel ohne Bedeutung geblieben sind.

Ein amtliches Verfahren zur Bestimmung des Rohproteingehaltes ist die so genannte Kjeldahlmethode, bei dem der Stickstoffanteil der Probe ermittelt wird. Die Kjeldahlmethode wurde von dem gleichnamigen dänischen Chemiker 1883 entwickelt und ist auch heute noch die am häufigsten benutzte Methode der Proteinbestimmung. Die Kjeldahlsche Stickstoffbestimmung kann in drei Arbeitsschritte unterteilt werden:

Bei dem ersten Arbeitsschritt, dem Kjeldahlaufschluss, wird der Proteinstickstoff in siedender Schwefelsäure und unter Zugabe von Siedepunkterhöhern in Ammoniumsulfat überführt.

Im zweiten Arbeitsschritt, der Wasserdampfdestillation, wird der Schwefelsäure eine starke Base hinzugefügt, worauf sich die Schwefelsäure neutralisiert. Der als Ammoniumsulfat vorliegende Stickstoff wird jetzt als Ammoniak ausgetrieben und in eine Säurevorlage eingeleitet.

Im letzten Arbeitsschritt wird der isolierte Ammoniak im Destillat durch eine Titration quantitativ bestimmt. Nachdem die Stickstoffmenge der Probe bekannt ist, wird sie mit einem Faktor multipliziert. Je nach der Art der untersuchten Probe werden verschiedene Faktoren verwendet. Zum Beispiel wird der Stickstoffgehalt bei Milchprodukten mit 6,37 oder bei Nahrungsweizen mit 5,7 multipliziert. Für die Futtermittelanalyse gilt jedoch der Faktor 6,25. Dieser Wert entsteht durch einen durchschnittlichen Stickstoffanteil von 16% im Futtereiweiß. Die Berechnungsformel für den Rohproteinanteil im Futtermittel sieht somit wie folgt aus.

$$\text{Rohprotein (XP) (g/kg TM)} = \text{Stickstoffgehalt (g/kg TM)} \times 6,25$$

3.1.1.4. Rohfettbestimmung (XL)

Auch der Rohfettgehalt in einem Futtermittel hat eine große Auswirkung auf den Energiegehalt in einem Futtermittel. Für die Rohfettbestimmung wird überwiegend der Soxhlet-Extraktor benutzt. Bei diesem Gerät wird die Probe mit Petrolether extrahiert. Nach dem Abdampfen des Extraktionsmittels verbleibt ein Rest, der als Rohfett bezeichnet wird. Rohfett enthält neben Fett auch Fettbegleitstoffe wie Lipide, Wachse, Sterine, Farbstoffe, organische Säuren und ätherische Öle. Die Ermittlung des Rohfettgehaltes erfolgt mit Hilfe folgender Formel:

$$\text{Rohfett (XL) (g/kg TM)} = (\text{Rückwaage} \div \text{Einwaage}) \times 1000$$

3.1.1.5. Rohfaserbestimmung (XF)

In der Weender Analyse werden die Kohlenhydrate eines Futtermittels in leicht verdauliche Stickstofffreie Extraktstoffe und schwer lösliche Rohfaser unterteilt. Der Rohfasergehalt ist ein wichtiger Indikator für die Futterstruktur, die Futteraufnahme sowie die Verdaulichkeit. Die Ergebnisse der Rohfaseranalyse können je nach Zusammensetzung des Futtermittels, der Erzeugungsbedingungen und der Probenaufbereitung Schwankungen unterliegen und verschiedene Rohfasergehalte aufweisen. Somit kam von Lengerken schon zu der Erkenntnis: „Verfahrensbedingt werden nicht alle Gerüstsubstanzen zu Hundertprozent erfasst, sondern in Abhängigkeit von der Art der Futtermittel und deren Vegetationsstadium, der Vorbehandlung und der Analysenmethode nur zu 32% -79%. ... Somit ist die ursprüngliche Absicht, die Kohlenhydrate zuverlässig in einem hochverdaulichen und in einen schwer verdaulichen bzw. verdaulichkeitsbegrenzenden Anteil zu trennen, letztlich bis heute nicht zufriedenstellend gelungen.“ (VON LENGERKEN, 2004)

Bei der Rohfaserbestimmung wird die Probe mit Säuren und Laugen in einer bestimmten Konzentration behandelt. Der Rückstand, der nach dieser Behandlung zurück bleibt, wird als Rohfaser bezeichnet. Zur Rohfaser zählen vor allem Zellwandbestandteile wie Zellulose,

Pentosane, Hemizellulose und Lignin. Die Formel zur Berechnung des Rohfaseranteils in der Futtermittelprobe sieht wie folgt aus:

$$\text{Rohfaser (XF) (g/kg TM)} = (\text{Rückwaage} \div \text{Einwaage}) \times 1000$$

3.1.1.6. Bestimmung der Stickstofffreien Extraktstoffe (NfE)(XX)

Unter Stickstofffreien Extraktstoffen versteht man die Gesamtheit der Kohlenhydrate in einem Futtermittel, mit Ausnahme der Rohfaser. Typische Stickstofffreie Extraktstoffe sind Stärke und Zucker.

Der Gehalt an Stickstofffreien Extraktstoffen wird nicht analysiert, sondern rechnerisch ermittelt. Da die Trockenmasse eines Futtermittels nach der Weender Analyse aus Rohprotein, Rohfaser, Rohfett, Rohasche und NfE besteht und alle Rohnährstoffgruppen außer NfE chemisch analysiert wurden, kann durch Subtrahieren der ermittelten Rohnährstoffgruppen der Gehalt an NfE bestimmt werden. Die Formel zur Berechnung der Stickstofffreien Extraktstoffe sieht somit wie folgt aus:

$$XX \text{ (g/kg TM)} = 1000 - XA \text{ (g/kg TM)} - XL \text{ (g/kg TM)} - XP \text{ (g/kg TM)} - XF \text{ (g/kg TM)}$$

2.3. Neue Kriterien für die Verdaulichkeit

Angesichts der Relevanz der Verdaulichkeit für die Futtermittelbewertung wird auf diesem Gebiet besonders viel geforscht. Man hofft, mit einer praxisbezogenen Bewertung der Verdaulichkeit die gesamte Analyse aussagekräftiger zu machen. Vor allem im Bereich der Rohkohlenhydrate wird versucht, eine tierbezogene Verdaulichkeit zu ermitteln. Aus diesem Grund wurden neben der Rohfaseranalyse mehrere neue Untersuchungsmethoden eingeführt.

2.3.1. Detergenzienanalyse nach Van Soest

(VON LENGERKEN & ZIMMERMANN, 1991)

Auf Grund der zuvor genannten Probleme bei der Rohfaseranalyse hat man sich auf die Suche gemacht nach einer neuen Untersuchungsmethode für den Anteil der schwer verdaulichen Kohlenhydrate im Futtermittel. Somit werden diese Gerüstsubstanzen seit einigen Jahren

Van Soest Analyse							
Protein	Asche	Fett	Zucker	Übrige K.	Hemizellulose	Lignin	Zellulose
180	120	40	70	135	190	25	240

Weender Analyse					
Protein	Asche	Fett	Zucker	Übrige Kohlenhydrate	Rohfaser
180	120	40	70	350	240

in drei Fraktionen aufgeteilt. Diese neue Untersuchungsmethode ermöglicht ein besseres Abgrenzen der verschiedenen Gerüstsubstanzen durch eine einfache Behandlung der Probe mit saurer oder neutraler

Abb. 2: Vergleich der Analyse nach Weender und nach van Soest ([http://www.blgg.de/sites/blgg/de/blggde.nsf/dx/Analysemethode.gif/\\$file/Analysemethode.gif](http://www.blgg.de/sites/blgg/de/blggde.nsf/dx/Analysemethode.gif/$file/Analysemethode.gif) Stand: 24.02.2009)

Detergenzienlösungen. In den Niederlanden unterscheidet man zwischen der Aufteilung eines Futtermittels nach Weender und nach van Soest. Abbildung 2 zeigt einen Vergleich zwischen der Aufteilung der Nährstoffe nach Weender und nach van Soest. Bei der Bewertung nach van Soest ist die errechnete Gruppe der NfE, hier als übrige Kohlenhydrate gekennzeichnet, nicht so groß. Das heißt, es wird im Futtermittel mehr nachgewiesen und weniger errechnet. Die Detergenzienanalyse nach van Soest wird deshalb auch schon seit längerer Zeit in Deutschland angewendet. Die Unterteilung in verschiedenen Fraktionen erfolgt wie folgt:

- ADF, Säure-DetergenzienFaser (acid detergent fiber)

Die ADF sind die nach Säureaufschluss verbleibenden Faserbestandteile, wie Zellulose und Lignin.

- NDF, Neutrale Detergenzien Faser (neutral detergent fiber)

Die NDF umfasst die gesamten Faserbestandteile eines Futtermittels. Sie werden ermittelt, indem das Futtermittel in einer neutralen Detergenzlösung gekocht wird. Die NDF sind somit Lignin, Zellulose und die Hemizellulose.

- ADL oder DL, Detergenzlignin (acid detergent lignin)

Die ADL beinhaltet den Ligninanteil des Futtermittels. Man erhält diesen Wert, indem man die ADF einer Probe mit einer stark konzentrierten Schwefelsäure weiterbehandelt. Die Fraktion des ADL gilt für sowohl Monogastrier als auch Wiederkäuer als unverdaulich.

Durch die vielen Vorteile dieser Methode hat sich dieses neue System schnell in der modernen Futtermittelanalytik etabliert. Durch das klare Abgrenzen der verschiedenen Fraktionen ist die Vergleichbarkeit verschiedener Futtermittel mit dieser Methode viel besser möglich als mit der bisherigen Rohfaserbestimmung.

2.3.2. Zellulasemethode (ELOS)

(DE BOEVER ET AL, 1986)

Auch bei der Zellulasemethode, besser bekannt als die enzymatische Methode oder ELOS (enzymlösliche organische Substanz) wird versucht, die Gruppe der Rohkohlenhydrate tiergerecht einzuschätzen. Bei der Zellulasemethode handelt es sich um eine so genannte In-vitro-Methode, das heißt, die Verdauung eines Futtermittels wird unter möglichst realen Bedingungen im Labor nachgestellt.

Bei der Zellulasemethode wird die Probe mit einem Enzymgemisch versehen und über einen längeren Zeitraum inkubiert. Die Analyse erfolgt in zwei Schritten. Als erstes wird die Probe mit einer Pepsin-Salzsäure-Lösung versehen, danach mit einer Zellulaselösung. Beim zweiten Schritt wird der übrig gebliebene Rest der Probe getrocknet, verascht und zurückgewogen. Nachdem dieses gemacht wurde, kann die Probe in zwei Fraktionen unterteilt werden:

- Die unlösliche Fraktion, oder auch die unverdaulichen Ballaststoffe
- Die lösliche Fraktion, oder auch die verdaulichen Kohlenhydrate (wenn Rohprotein und Fett abgezogen werden)

Der Nachteil dieser Methode ist allerdings, dass das Verdauungssystem der Wiederkäuer nur geringfügig berücksichtigt wird. So fließt zum Beispiel die mikrobielle Verdauung im Pansen des Wiederkäuers nicht in die Berechnung mit ein. Vorteil dieser Methode ist jedoch die einfache Durchführung, weshalb dieses Verfahren in der heutigen Futtermittelanalyse Anwendung findet.

2.3.3. Hohenheimer Futterwerttest (HFT)

(VON LENGERKEN, 2004)

Auch bei dem Hohenheimer Futterwerttest handelt es sich um eine In-vitro-Methode. Der Hohenheimer Futtertest ist eine Verdaulichkeitsbewertung, bei der Pansensaft zum Einsatz kommt. Bei diesem Verfahren wird eine Probe mit Pansensaft versehen und bei 39 °C 24 Stunden inkubiert. Dabei ist es nicht entscheidend, wie viel von der Probensubstanz verdaut wird, sondern die Gasbildung in diesem Zeitraum wird gemessen. Die Gasbildung wird von den im Pansensaft enthaltenen Bakterien verursacht. Durch das Messen der Gasmenge versucht man auf die verdaute organische Masse zurück zu schließen.

Vorteil dieser Methode ist, dass die Funktion der Mikroorganismen in der Wiederkäuerverdauung berücksichtigt wird und sie damit für die Wiederkäuerfütterung eine gute Energieschätzung abgibt.

Die Nachteile dieser Methode liegen von allem in den Kosten des Verfahrens. Diese sind damit begründet, dass zur Pansensaftgewinnung immer ein Spendertier zur Verfügung stehen muss. Außerdem ist der Pansensaft des Spendertieres nicht immer genau definiert und es können damit Schwankungen in der mikrobiellen Zusammensetzung des Pansensaftes und damit Abweichungen der Ergebnisse auftreten, (STRUBELT V. 2009). Der Hohenheimer Futterwerttest kommt den realen Verdaulichkeitsversuchen am lebenden Tier (In vivo) jedoch am nächsten, (HERTWICH, 2004).

2.3.4. Bestimmung von Zucker und Stärke

(VON LENGERKEN, 2004)

Je nachdem, ob es sich bei der zu untersuchenden Probe um Mais- oder Grassilage handelt, ist es von Interesse, die verschiedenen Kohlenhydrate von den Stickstofffreien Extraktstoffen abzugrenzen.

Bei einer Grassilage ist der Zuckergehalt des Ausgangsmaterials ein wichtiger Indikator für die Silierfähigkeit. Aber auch in der Rationsgestaltung ist es wichtig, den schnell verfügbaren Zucker von dem langsamer verfügbaren Pektin oder der Hemizellulose zu trennen. Daher ist bei der Analyse von Grassilagen das Ermitteln des Zuckeranteils sehr zu empfehlen.

Im normalen Sprachgebrauch wird unter dem Begriff Zucker die Saccharose verstanden, besser bekannt als der Rüben- oder der Rohrzucker. In der Futtermittelanalyse steht der Begriff Zucker jedoch für die Mono- und Disaccharide, welche die kurz geketteten Moleküle der NfE-Fraktion darstellen. Für die Untersuchung des Zuckeranteils können verschiedene Verfahren verwendet werden, die meistens relativ unspezifisch sind und nicht die einzelnen Zuckeranteile voneinander unterscheiden. Das Unterscheiden in Zuckeranteile wird allerdings auch nicht als bedeutend angesehen, da alle Mono- und Disaccharide für die Silagebereitung oder als Energielieferant der Tiere dienen können. Der Zuckergehalt einer Grassilage wird meistens als prozentualer Anteil der Trockenmasse angegeben, kann aber auch in Gramm pro Kilogramm Trockenmasse wiedergegeben werden.

Bei der Analyse von Maissilagen ist vor allem der Stärkeanteil der Silage von wesentlicher Bedeutung für die Einschätzung des Energiegehaltes der Silage. Der Stärkeanteil der Maispflanze ist fast ausschließlich im Kolben anzutreffen, weshalb der Stärkeanteil der Silage direkt von dem Kolbenanteil der Maissilage beeinflusst wird. Aber auch der Zuckergehalt einer Maissilage wird aus den gleichen Gründen wie bei der Grassilage immer häufiger untersucht. Der Zuckeranteil in der Maispflanze ist vor allem in der Restpflanze anzutreffen, weshalb der Zuckeranteil in der Silage ein gutes Indiz über den Zustand der Restpflanze ist.

Für die Untersuchung des Stärkegehalts können mehrere Verfahren angewendet werden. Sie können unterteilt werden in vier Grundverfahren:

- Polarimetrische Verfahren
- Verfahren nach partiellem enzymatischem Stärkeaufschluss
- Verfahren nach enzymatischem Stärkeaufschluss
- Schnellmethoden (NIRS)

Die Genaue Aufteilung der Verfahren wird in der folgenden Abbildung deutlich gezeigt. Am häufigsten wird die amtliche Methode nach Ewers eingesetzt. Diese Methode nennt sich die polarimetrische Salzsäuremethode.

2.4. Die NIRS-Methode

(VON LENGERKEN, 2004)

Die NIRS-Methode (Nah-Infrarot-Spektroskopie) ist ein alternatives Verfahren zu der vorher beschriebenen nasschemischen Analyse zur Bestimmung der Roh Nährstoffe eines Futtermittels. Bei der NIRS-Methode wird die Probe mit Licht (800-2500 nm) bestrahlt. Durch das

Analysieren des Lichtspektrums, welches die Probe durchquert hat, können verschiedene



Abbildung 3: Ein NIRS-Gerät (Dinse, 2008)

Parameter untersucht werden. Die NIRS-Methode eignet sich somit für eine schnelle Bestimmung der Trockensubstanz der Probe. Aber auch Rohproteingehalte, Rohfasergehalte, Stärkegehalte und verschiedene Verdaulichkeitskriterien können nach der NIRS-Methode schnell und einfach untersucht werden.

Die Nachteile der NIRS-Methode liegen in der Ermittlung der Rohasche. Vor allem bei mehr oder

weniger verschmutzten Silagen schwanken die Ergebnisse der NIRS-Methode stark und sind dadurch nicht verwertbar. (STRUBELT C. 2009)

Ein weiterer Nachteil der NIRS-Methode ist die Kalibrierung. Dadurch, dass bei der NIRS-Analyse keine „echten“ Werte ermittelt werden, braucht dieses Verfahren immer wieder Referenzwerte, um die Genauigkeit des Verfahrens sicher zu stellen. Wenn diese Kalibrierung in regelmäßigen Abständen erfolgt, weist die NIRS-Methode eine sehr hohe Genauigkeit und kaum Fehlanalysen auf. Für die Kalibrierung des Verfahrens gilt es allerdings, anerkannte Verfahren wie die nass-chemische Methode zu verwenden. Das heißt die NIRS-Methode erreicht nur maximal die Genauigkeit der nass-chemischen Analyse. Damit liegt der Vorteil des NIRS-Verfahrens nicht in der Genauigkeit, sondern viel mehr in der Schnelligkeit und in der Sicherheit des Analysenerfolgs. Aus diesen Gründen können die Analysekosten bei Anwendung des NIRS-Verfahrens stark gesenkt werden.

3. Auswertung der Futtermittelinhaltsstoffe

Die Daten, die sich entweder aus der nasschemischen Analyse oder dem NIRS-Verfahren ergeben haben, werden für die weitere Berechnungen und Schätzungen des Futterwerts eines Futtermittels herangezogen. Über die Jahre wurden sehr viele verschiedene Formeln für verschiedene Parameter entwickelt. Im Folgenden werden die verschiedenen Parameter der deutschen und der niederländischen Futtermittelbewertung näher erläutert.

3.1. Die Energiebewertung in Deutschland

(VON LENGERKEN, 2004)

Die Energie in einem Futtermittel ist ein großer Anhaltspunkt für das Einschätzen der Leistungen, die ein Tier aus diesem Futtermittel realisieren kann. Es kann sich hierbei um Stoffwechsel- oder Tierprodukte handeln, aber auch Synthesevorgänge im Körper und die Muskelarbeit brauchen Energie. Die Energieschätzung eines Futtermittels dient damit vor allem der Leistungsvorhersage und der bedarfsgerechten Rationsgestaltung.

Um Aussagen über den Energiegehalt eines Futtermittels machen zu können, werden auch Respirationsversuche unternommen. Bei einem Respirationsversuch wird ermittelt, wie viel der gefütterten Energiemenge bei den einzelnen Tierarten überhaupt verdaut wird und welche Verluste bei der Verdauung auftreten. Durch diese Untersuchungen können heute detaillierte Schätzungen über die Energiefreisetzung und die Energieverwertung gemacht werden. (NEHRING, 1963) Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen der derzeit genutzten Energiebewertung näher erläutert.

3.1.1. Die deutsche Energiebewertung

(VON LENGERKEN, 2004)

Die derzeit in Deutschland genutzte Energiebewertung der Futtermittel befasst sich mit der verdaulichen Energie, der umsetzbaren Energie (UE oder ME) und der Nettoenergie Laktation (NEL für Milchrinder). Die gesamte Energie, die in dem Futtermittel enthalten ist, auch Brennwert genannt, ist die Bruttoenergie (BE) oder auch Gesamtenergie (GE, gross energy). Sie beinhaltet das gesamte energetische Potential des Futtermittels. Wenn man von der

Bruttoenergie die Energie, die über den Kot unverdaut den Körper verlässt, subtrahiert, so erhält man die verdauliche Energie (VE) oder auch digestible energy (DE). Diese Energiebewertung findet ihre Anwendung in der Pferdefütterung. Wenn von der Verdaulichen Energie wiederum die Energie des Harns und der Gärgase abgezogen wird, so kommt man zur Umsetzbaren Energie (UE) oder metabolizable energy (ME). In der Umsetzbaren Energie wird durch das Subtrahieren der Energie in Gärgasen die Pansentätigkeit bei Wiederkäuern berücksichtigt. Daher findet die Umsetzbare Energie Anwendung in der Fütterung von kleinen Wiederkäuern wie Schafen und Ziegen, sowie Mast- und Aufzuchtrindern., Aber auch in der Geflügel- und Schweinefütterung wird der Energiegehalt des Futtermittels in MJ Umsetzbare Energie angegeben. Doch für die Milchviehfütterung ist diese Energieangabe nicht aussagekräftig, da der Erhaltungsbedarf immer noch enthalten ist. Wird dieser Anteil jedoch auch noch subtrahiert, gemessen in Form der abgegebenen Energie als Stoffwechselwärme, so kommt man zur Nettoenergie (NE). Diese Energieangabe ist die Menge, die für die Produktionsleistung des Tieres zur Verfügung steht. Im speziellen Fall der Milchviehfütterung wäre das die Netto Energie Laktation (NEL). Die Netto Energie Laktation ist die Menge Energie, angegeben in Mega Joule, die dem Tier theoretisch zur Milcherzeugung zur Verfügung steht. Die folgende Abbildung zeigt diese Erläuterung schematisch.

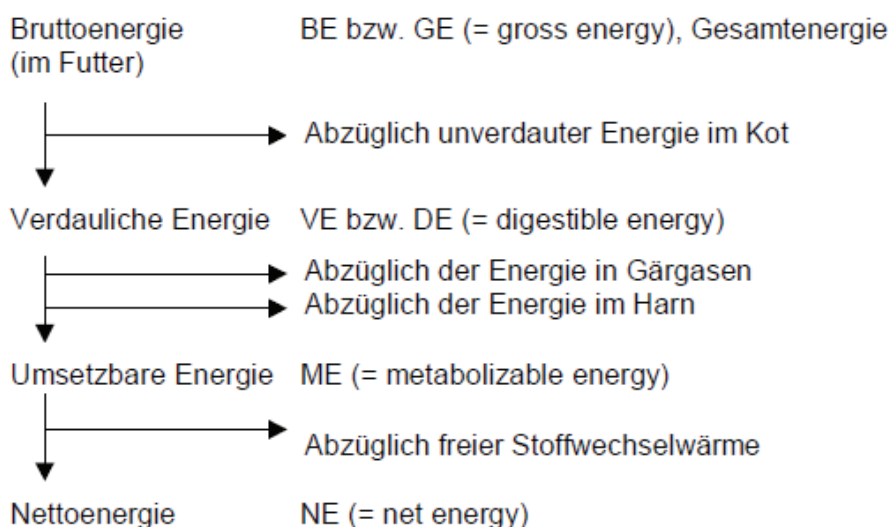


Abbildung 4: Aufteilung der Energie in einem Futtermittel in verschiedene Stufen (nach BURGSTALLER 1999)

3.1.1.1. Die Schätzformeln

Bei dem Ermitteln des Energiegehaltes in einem Futtermittel handelt es sich immer um eine Annäherung an den wirklichen Gehalt. Es wird somit auch von einer Schätzung des Energie-

gehalts gesprochen. Bei dem Schätzen des Energiehalts der Futtermittel kommt eine so genannte Schätzformel zum Einsatz. Die zur Energiebewertung von Mischfuttermitteln zugelassene Schätzformel ist in der Futtermittelverordnung festgelegt, um eine Vergleichbarkeit der Handelsfuttermittel sicher zu stellen.

Die Schätzformel für die Energiebewertung der Mischfuttermittel für Milchvieh, mit Ausnahme der Futtermittel mit weniger als 5 MJ NEL pro kg TM sieht wie folgt aus (www.gesetze-im-internet.de, Futtermittelverordnung):

$$\begin{aligned}
 & NEL \text{ (MJ / kg TM)} \\
 & = g \text{ XP} \times ml \text{ Gasbildung in 200 mg Mischfutter} \times 0,0001329 + g \text{ XL} \\
 & \times 0,0001601 + g \text{ XF} \times 0,0000135 + g \text{ XX} \\
 & \times ml \text{ Gasbildung in 200 mg Mischfutter} \times 0,0000631 - g \text{ XA} \times g \text{ XF} \\
 & \times 0,0000487
 \end{aligned}$$

Wie man in der Formel erkennen kann, fließen alle Rohnährstoffe wie Rohfaser, Rohprotein, Rohfett, Rohasche und die N-freien Extraktstoffe sowie der HFT-Wert in die Berechnung mit ein. Sie werden alle mit einem Faktor multipliziert, besser bekannt als der Regressionskoeffizient. Der Regressionskoeffizient gibt jeder Nährstoffgruppe eine Gewichtung, einen Näherungswert, der angibt, inwiefern eine Nährstoffgruppe den Energiegehalt des Futtermittels beeinflusst. Der Rohascheanteil und ein hoher Rohfaseranteil wirken negativ auf den Energiegehalt des Futtermittels und müssen somit subtrahiert werden.

Bei dem Schätzen der Energiegehalte im Grundfutter können jedoch mehrere Formeln zur Anwendung kommen. Sie unterscheiden sich vor allem in den Daten, die in die Schätzung einfließen und für welches Futtermittel sie gelten. Die Entscheidungsgrundlagen für die Verwendung einer bestimmten Schätzformel sind somit vor allem die Datenmenge, die zur Verfügung steht und das zu untersuchende Futtermittel. Es ist jedoch jedem Analytiklabor überlassen, welche Schätzformeln angewendet und welche Rohnährstoffdaten und welche Verdaulichkeitsparameter untersucht werden. Es werden jedoch von verschiedenen Institutionen, wie der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Empfehlungen oder Korrekturen von Schätzformeln herausgegeben.

Bei der Energiebewertung wird zunächst die umsetzbare Energie ermittelt, die anschließend mit anderen Formeln in die Nettoenergie umgerechnet wird. Eine Schätzformel für eine Grassilage aus dem ersten Schnitt, in die relativ wenige Daten einfließen, wäre diese folgende Formel (BLGG Parchim, 2009 a):

$$MJ ME = 13,99 - 0,0193 \times g XF + 0,00393 \times g XP - 0,01177 \times g XA$$

Auffällig an dieser einfachen, aber immer noch zur Anwendung kommenden Schätzformel ist, dass nur drei der untersuchten Rohnährstoffgruppen in die Schätzung mit einfließen, wobei ein hoher Rohaschegehalt sich richtigerweise negativ auf den Energiegehalt im Futtermittel auswirkt. Die Verdaulichkeit der Stickstofffreien Extraktstoffe wird indirekt über das Einfließen des Rohfaseranteils berücksichtigt. Wobei in dieser Arbeit auch schon gezeigt wurde, dass ein klares Abgrenzen der schweren und leichtverdaulichen Substanzen der NfE über die Rohfaserbestimmung nur bedingt Erfolg verspricht.

Als nächstes gilt es, den Energiegehalt, angegeben in MJ ME, zu dem in der Milchviehfütterung üblichen Parameter MJ NEL umzurechnen. Für dieses Umrechnen wird die folgende Formel verwendet (GfE, 2001):

$$MJ NEL = 0,6 \times (1 + 0,004 \times (q - 57)) \times MJ ME$$

Die Zahl 0,6 gibt an, dass 60% der umsetzbaren Energie als Nettoenergie genutzt werden kann. Vorausgesetzt, es wird eine Ration gefüttert, deren Umsetzbarkeit (q) 57% beträgt. Wird eine Ration mit einer geringeren Umsetzbarkeit als 57% gefüttert, so ist der Anteil der umsetzbaren Energie, die zur Nettoenergie genutzt werden kann, geringer. Im Umkehrschluss funktioniert dieses genau so. Demzufolge verbirgt sich hinter q die folgende Gleichung (GfE, 2001):

$$q = 100 \times MJ ME \div MJ GE$$

Damit ist q der Anteil der Umsetzbaren Energie an der Gesamtenergie in Prozent. Wobei der Energiegehalt eines Futtermittels, angegeben in MJ GE, wie folgt ermittelt wird (GfE, 2001):

$$MJ GE = g XP \times 0,0239 + g XL \times 0,0398 + g XF \times 0,0201 + g XX \times 0,0175$$

Durch die gezeigten Formeln und Rechenwege wird die Komplexität der Energieschätzung von Futtermitteln deutlich gezeigt. Es können jedoch auch andere Umrechnungsformeln verwendet werden (BLGG, 2009 a):

$$MJ\ NEL = (MJ\ ME \times (0,48 + 10,37 \times MJ\ ME \div (1000 - g\ XA)))$$

Der Vorteil dieser Formel ist, dass sie keine zusätzliche Berechnungen wie zum Beispiel die Gesamtenergie des untersuchten Futtermittels braucht. Somit hält man die Fehlermöglichkeiten in der Energiebewertung möglichst gering.

3.1.1.2. Schätzformel nach der DLG Grobfutterbewertung

Im Gegensatz zu den Schätzformeln, in die nur verschiedene Roh Nährstoffgruppen einbezogen werden, hat die DLG eine Schätzformel entwickelt, in die der so genannte Verdauungskoeffizient einkalkuliert wird. Die Verdauungskoeffizienten sind in den DLG-Futterwerttabellen zu finden. Es handelt sich hierbei um eine sich auf Untersuchungen beziehende aber geschätzte Verdaulichkeit einer Roh Nährstoffgruppe. Der Verdauungskoeffizient wird als Faktor mit den Roh Nährstoffgruppen multipliziert, um den geschätzten verdaulichen Anteil dieser Roh Nährstoffgruppe zu ermitteln. Der Verdauungskoeffizient ist abhängig von der Art des Futtermittels und gegebenenfalls von dem Trockensubstanzgehalt. Somit hat ein Grünland mit vier oder mehr Nutzungen im ersten Aufwuchs, geerntet zu Beginn des Ähren- oder Rispschiebens, folgende Verdaulichkeiten, angegeben als Faktor:

Verdaulichkeit der organischen Masse:	0,75
Verdaulichkeit des Rohproteins:	0,80
Verdaulichkeit des Rohfetts:	0,55
Verdaulichkeit der Rohfaser:	0,80
Verdaulichkeit der N-freien Extraktstoffen:	0,79

Bei diesen Verdaulichkeitswerten handelt es sich um die scheinbare Verdaulichkeit, welche mit Hilfe von vielen Versuchen ermittelt wurde. In der DLG Futterwerttabelle werden jedoch nur Versuche ab 1950 und mit zwei oder mehr untersuchten Tieren berücksichtigt. Die For-

mel zur Berechnung des Energiegehaltes in einem Futtermittel nach DLG sieht wie folgt aus (BLGG Parchim, 2009 a):

$$MJ ME = g XL \times VK XL \times 0,0312 + g XF \times VK XF \times 0,0136 + 0,0147 \times (g OM \times VK OM - g XL \times VK XL - g XF \times VD XF) + 0,00234 \times g XP$$

VK: Verdaulichkeitskoeffizienten

Der Vorteil dieser Schätzung gegenüber den Schätzformeln, die nur die Rohnährstoffe einbeziehen, ist die bessere Praxisnähe. Durch das Einfließen der Verdaulichkeiten in die Schätzung fließen auch die Faktoren für eine wechselnde Verdaulichkeit mit ein. Somit wird zum Beispiel berücksichtigt, ob eine Grassilage aus dem ersten Schnitt oder aus den Folgenschnitten stammt, was sich unter anderem in der Verdaulichkeit der organischen Masse äußert.

3.1.1.3. In vitro Schätzformeln

Bei den bis jetzt gezeigten Schätzformeln für Grundfuttermittel fließen nur die Rohnährstoffdaten der Weender Analyse in die Formel ein. Damit wird die Verdaulichkeit eines Futtermittels, die vor allem bei den Grundfuttermitteln stark schwanken kann, nur geringfügig berücksichtigt. In den einfachen Schätzformeln ist es jeweils der Rohfasergehalt, der Aussagen über die Verdaulichkeit des Futtermittels geben soll.

Daher wurden für die In Vitro Analysen eines Futtermittels neue Schätzformeln entwickelt, wobei die wertvollen Daten der Verdaulichkeitsanalysen in die Energieschätzung mit einfließen. Eine Schätzformel für Grassilagen, in der die gewonnenen Daten der Zellulasemethode einbezogen werden, sieht wie folgt aus (herausgegeben von der GfE, 2008):

$$MJ ME = 5,51 + 0,0827 \times g ELOS - 0,051 \times g XA + 0,025 \times g XL - 0,00393 \times g ADF$$

Für Maissilagen wird die folgende Schätzformel verwendet (herausgegeben von der GfE, 2008):

$$MJ ME = 7,15 + 0,0058 \times g ELOS - 0,00283 \times g NDF + 0,03522 \times g XL$$

Die Vorteile dieser Schätzformeln werden schnell sichtbar. Im Gegensatz zu den früher dargestellten Schätzformeln wird die Verdaulichkeit in diesem Fall viel besser berücksichtigt. Die anfänglichen Probleme mit der Ungenauigkeit bei der Energieschätzung bei den früheren ELOS-Schätzformeln konnten mit den neuen angepassten ELOS-Formeln beseitigt werden.

Aber auch für den Hohenheimer Futtertest wurde eine Schätzformel entwickelt, in der die ermittelte Gasbildung in der Formel berücksichtigt wird. Diese Formel richtet sich nach dem Gehalt an Rohprotein, Rohfett, Rohasche, der ADF und der Gasbildung der Probe nach dem HFT. Die verwendete Schätzformel sieht wie folgt aus (herausgegeben von der GfE, 2008):

$$MJ ME = 7,81 + 0,07559 \times ml Gasbildung + 0,00565 \times g XP + 0,01898 \times g XL - 0,00384 \\ \times g XA - 0,00831 \times g ADF$$

Bei dieser Formel ist zu erwähnen, dass es sich bei dem Wert Gasbildung um die volumetrische Menge am Gas handelt, die sich aus 200 mg Trockenmasse eines Futtermittels gebildet hat.

3.1.2. Die niederländische Energiebewertung (CVB, 2005)

Der Energiebewertung in den Niederlanden beruht auf der in Deutschland angewendeten Energiebewertung der Brutto-, umsetzbaren und Nettoenergie. In den Niederlanden wird der Energiegehalt eines Futtermittels allerdings in VEM oder VEVI wiedergegeben. Bei VEM handelt es sich um voeder eenheden melk (Futter Einheiten Milch). Der Parameter VEM wird im Milchviehsektor sowohl für milchgebende Tiere als auch für die Nachzucht verwendet. Bei

dem VEM-Wert handelt es sich wie bei der Netto Energie Laktation um eine Bewertung der Nettoenergie, also der Energie, die zur Milcherzeugung aber auch für Wachstum (Aufzucht) herangezogen werden kann. Der Parameter VEVI steht für voeder eenheden vleesvee intensief, übersetzt Futter Einheiten Fleischvieh Intensiv. Dieser Parameter wird in der Mast von Wiederkäuern verwendet. In dieser Arbeit wird jedoch die Energiebewertung der Futtermittel für Milchkühe analysiert, weshalb der VEVI-Wert nicht weiter erläutert wird.

Der VEM-Wert basiert auf dem Energiegehalt von Gerste. Für die Vergleichbarkeit und die Standardisierung des VEM-Wertes wurde der durchschnittliche Energiegehalt der Wintergerste auf 6,9 MJ NEL festgelegt. Das heißt 6900 kJ NEL pro Kilogramm Trockenmasse. Nach dieser Aussage kann die Beziehung zwischen MJ NEL und dem VEM-Wert anhand der folgenden Formel deutlich gemacht werden (CVB, 2005):

$$VEM = kJ\ NEL \div 6900 \times 1000$$

Eine Gras- oder Maissilage, die einen Energiegehalt von 1000 VEM aufweist, hat der VEM-Methode nach den gleichen energetischen Wert für die Milchkuhfütterung wie ein Kilogramm luftgetrocknete Wintergerste. Die komplette Umrechnung von der Umsetzbaren Energie zum VEM-Wert erfolgt mit der folgenden Formel (CVB, 2005):

$$VEM = 0,6 \times (1 + 0,004 \times (q - 57)) \times 0,9752 \times kJ\ ME \div 6,9$$

Auch hier tritt die Zahl 0,6 wieder für die 60% von der umsetzbaren Energie auf, die zur Nettoenergie herangezogen werden kann. Auch in diesem Fall werden eine Ration oder ein Futtermittel mit einer abweichenden Umsetzbarkeit mit Hilfe von q korrigiert. In der niederländischen Bewertung wird davon ausgegangen, dass der Verdauungsprozess bei einer intensiven Fütterung in der Effizienz abnimmt. Hier besteht ein Unterschied zur der deutschen Umrechnung der umsetzbaren Energie zu Nettoenergie.

Man geht von folgendem Sachverhalt aus: Wenn eine Milchkuh die doppelte Menge des energetischen Erhaltungsbedarfs aufnimmt, sinkt die Verwertung um 1,8%. Bei einer Kuh mit 550 kg Lebendmasse und 15 kg täglicher Milchleistung wird pro Tag 2,38 Mal der Erhaltungsbedarf gefüttert. Es muss also wie folgt korrigiert werden (CVB, 2005):

$$-1,38 \times 1,8\% = -0,248\%$$

Demzufolge kann wie folgt weitergerechnet werden (CVB, 2005):

$$1 - 0,0248 = 0,9752$$

Somit kann die Herkunft des Faktors 0,9752 erklärt werden, der die Verwertung der umsetzbaren Energie zusätzlich korrigiert. Die Formel zur Ermittlung des VEM-Wertes wird aber des Öfteren wie folgt vereinfacht dargestellt (CVB, 2005):

$$VEM = (0,0003392 \times q + 0,0654656) \times kJ ME$$

Der Faktor q hat in dieser Formel die gleiche Bedeutung wie bei den deutschen Formeln, auch hier bezieht q sich auf das Verhältnis der umsetzbaren zur Bruttoenergie.

Bis auf die Korrektur der Energieverwertung auf höherem Fütterungsniveau wird der Nettoenergiegehalt bei beiden Verfahren nahezu gleich ermittelt. Diesen Erkenntnissen zur Folge müsste es in der Praxis einen klaren Zusammenhang zwischen dem VEM-Gehalt und dem NEL-Gehalt eines Futtermittels geben. Doch dieser klare Zusammenhang ist in der Praxis nicht gegeben. Die Ursache dafür liegt in den Unterschieden in der Schätzung der umsetzbaren Energie, der Bruttoenergie und der Netto Energie Laktation. Aber auch verschiedene, in Deutschland nicht benutzte Korrekturen in der Energiebewertung, sorgen für ein nicht lineares Verhältnis der beiden Energieparameter. Auf die unterschiedliche Ermittlung der Energiegehalte wird zuerst eingegangen.

Für das Ermitteln des VEM-Gehaltes eines Futtermittels gilt es zuerst die Bruttoenergie und die umsetzbare Energie zu ermitteln. Für das Festlegen der Bruttoenergie wird nach BENE-DIKTUS, 1977 die folgende Formel verwendet (CVB, 2005):

$$kJ GE = 24,14 \times g RE + 36,57 \times g RVET + 20,92 \times g RC + 16,99 \times g OK - 0,63 \times g SUI$$

Für das Herleiten der umsetzbaren Energie wird im Allgemeinen diese Formel verwendet (CVB, 2005):

$$kJ ME = 15,90 \times g VRE + 37,66 \times g VRVET + 13,81 \times g VRC + 14,64 \times g VOK - 0,63 \times SUI$$

Die Variablen in den Formeln haben folgende Bedeutung:

RE:	ruw eiwit, Rohprotein
RVET:	ruw vet, Rohfett
RC:	ruwe celstof, Rohfaser
OK:	overige koolhydraten, stickstofffreie Extraktstoffe
SUI:	suiker, Zucker
VRE:	verteerbaar ruw eiwit, verdauliches Rohprotein
VRVET:	verteerbaar ruw vet, verdauliches Rohfett
VRC:	verteerbare ruwe celstof, verdauliche Rohfaser
VOK:	verteerbare overige koolhydraten, verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe

Den als SUI gekennzeichnete Zucker gilt es nur zu berücksichtigen, wenn dieser 80 Gramm pro Kilogramm Trockenmasse übersteigt. Der Aufbau der Formel zur Ermittlung des Gehaltes an umsetzbarer Energie ist vergleichbar mit dem Aufbau der deutschen DLG-Schätzformel. Auch bei dieser Formel werden die Verdaulichkeiten der einzelnen Nährstoffgruppen berücksichtigt. Die Art des Verfahrens ist nahezu die gleiche. Das V, das sich immer vor der entsprechenden Nährstoffgruppe befindet, heißt verteerbaar, übersetzt verdaulich. Um den verdaulichen Teil einer Nährstoffgruppe zu ermitteln, werden in der niederländischen Energiebewertung sowohl Formeln aber auch Tabellenwerte benutzt. Diese beruhen beide auf mit Hammeln durchgeführten Verdaulichkeitsprüfungen, die unter anderem im Oskar Kellner Institut in Rostock durchgeführt wurden. Aber auch niederländische Untersuchungen und weitere ausländische Erkenntnisse aus dem Vereinigten Königreich oder Belgien sind in die Formeln und Tabellenwerte mit eingegangen. Die errechneten oder in Tabellen stehenden Verdaulichkeiten werden danach, wie bei der DLG-Schätzformel, mit der Rohnährstoffgruppe multipliziert, wonach man die verdauliche Menge des Futtermittels erhält.

3.1.2.1. Der VOS-Wert

(PDV, 2005)

Das Ermitteln der umsetzbaren Energie bei Grobfuttermitteln wird häufig mit Hilfe des VOS-Wertes ermöglicht. VOS steht für verteerbare organische stof, was verdauliche organische Substanz heißt. Mit dem VOS-Wert wird demzufolge versucht, die Verdaulichkeit eines Futtermittels auf der Basis eines Wiederkäuers einzuschätzen.

Zum Beispiel für Frischgras und Grassilagen wird seit dem 1. Mai 2005 folgende Formel verwendet (PDV, 2005)

$$VOS (g/kg TM) = 423 + 1,1335 \times g RE + 0,934 \times g SUI - 0,423 \times g RAS$$

Wobei:

RE: ruw eiwit, Rohprotein

SUI: suiker, Zucker

RAS: ruw as, Rohasche

3.1.2.2. Die niederländische Energiebewertung von Grundfuttermitteln

(CVB, 2005)

Der ermittelte VOS-Wert kann nun in den weiteren Berechnungen des Energiegehalts berücksichtigt werden. Die vorher gezeigte Schätzformel für die umsetzbare und für die Bruttoenergie sind allgemeine Formeln, die für alle Futtermittel gelten sollten. Für die Energieschätzung von Grundfuttermitteln werden vereinfachte Formeln für das Ermitteln der umsetzbaren Energie verwendet. Somit wird der Energiegehalt von Silomais wie folgt ermittelt (CVB, 2005):

$$kJ ME = 15,5 \times g VOS$$

Für die Energiebewertung von anderen Grünfuttermitteln werden folgende Schätzformeln verwendet (CVB, 2005):

Wenn $VOS/VRE < 7$, dann: $kJ ME = 14,2 \times g VOS + 5,9 \times g VRE$

Wenn $VOS/VRE > 7$, dann: $kJ ME = 15,1 \times g VOS$

Durch das Dividieren von VOS und VRE (verdauliches Rohprotein) wird entschieden, ob der Eiweißgehalt des Futtermittels in die Energiebewertung mit einfließt. Bei einem hohen Eiweißgehalt im Futtermittel wird der verdauliche Eiweißgehalt (VRE) in der Schätzung berücksichtigt, und mit dem Faktor 5,9 multipliziert.

Bei der Energieschätzung von Grassilagen wird die folgende Formel verwendet: (BLGG PARCHIM, 2009 b)

$$kJ ME = 14,94 \times g VOS + 18,98 \times g XL - 1,478 \times g XF - 0,97 \times g Zucker$$

Wie man bei allen Formeln sehen kann, fließt in jede Energieschätzung eines Grundfuttermittels die Verdaulichkeit in Form des VOS-Wertes in die Schätzung ein. Wie man sehen kann, bestimmt der VOS-Wert maßgeblich den Energiegehalt eines Grundfuttermittels. Bei der Formel zur Energieschätzung von Grassilagen wird der VOS-Wert mit dem zweitgrößten Regressionskoeffizienten multipliziert, nur der Rohfettgehalt wird energetisch noch höher gestuft, hat aber in Grassilagen durch sein geringes Vorkommen nur eine geringe Relevanz.

Die Unterschiede in der Energiebewertung nach den beiden Systemen liegen somit nicht in der Berechnung des VEM-Wertes, da hier nahezu die gleiche Formel verwendet wird. Die Unterschiede in der Energiebewertung liegen vor allem in der Schätzung der umsetzbaren Energie.

3.2. Die Eiweißbewertung

Der Rohproteingehalt eines Futtermittels ist nicht nur wichtig für die Energiebewertung des Futtermittels, sondern auch für die Eiweißversorgung des Tieres. Bei den Monogastriden hängt die Eiweißversorgung stark mit dem Aminosäurenmuster des Futtermittels zusammen, da vor allem die essentiellen Aminosäuren, aber auch die semiessentiellen Aminosäuren nicht oder nur unzureichend im Körper synthetisiert werden können und somit immer in ausreichender Menge im Futtermittel vorhanden sein müssen.

Im Gegensatz zu den Monogastriden, kann der Wiederkäuer durch das mehrhöhlige Vormagensystem aus Ammoniak und Kohlenstoffketten Aminosäuren und Proteine synthetisieren. Das heißt, dass man bei Wiederkäuern nicht von der aufgenommenen Menge an Rohprotein auf die verfügbare Menge schließen kann. Diese Tatsache macht die Proteinbewertung für einen Wiederkäuer besonders schwierig, da für eine aussagekräftige Eiweißbewertung viele zusätzliche Faktoren beachtet werden müssen. Zum Beispiel die verdauliche organische Substanz und die Energieverfügbarkeit eines Futtermittels. Daher kommen bei der Eiweißbewertung für Wiederkäuer auch Schätzformeln zum Einsatz. Mit diesen wird eingeschätzt, wie ein Futtermittel in dem Verdauungssystem des Wiederkäuers verdaut wird.

Aber auch bei der Eiweißbewertung werden verschiedene Parameter zu der Bewertung des Eiweißanteils im Futtermittel herangezogen. Der nächste Teil der Arbeit befasst sich mit der deutschen Eiweißbewertung und verschiedenen Parametern, die in den Niederlanden zur Eiweißbewertung herangezogen werden.

3.2.1. Die deutsche Eiweißbewertung

(VON LENGERKEN, 2004)

In der deutschen Eiweißbewertung wird mit dem so genannten DVP-System gearbeitet. DVP steht für Darm verfügbares Protein. Um die Proteinversorgung von einem Wiederkäuer gut einschätzen zu können, muss ermittelt werden, welche Menge an Protein im Dünndarm zur Verfügung steht, da es hier im Wesentlichen absorbiert wird.

3.2.1.1. Das nutzbare Rohprotein (nXP)

Für die Eiweißbewertung beim Wiederkäuer in Deutschland gilt es zuerst die Fraktion an Rohprotein in UDP (unabgebautes Durchflussprotein) und das pansenverfügbare Protein aufzuteilen. Der UDP-Anteil des Rohproteins sagt aus, welcher Teil des Rohproteins den Pansen unverändert durchquert und demzufolge den Pansenstoffwechsel nicht beeinflusst. Der UDP-Anteil in Futtermitteln kann stark schwanken von zum Beispiel etwa 35% bei Sojaextraktionsschrot bis nur etwa 15% bei einer jungen Grassilage. (DLG, 1997) Diese Beispiele verdeutlichen die Relevanz des UDP-Anteils für die Rationsgestaltung für Milchkühe.

Der UDP-Anteil von Futtermitteln wird bisher aus der DLG Futterwerttabelle entnommen. Es werden jedoch Schätzformeln entwickelt, die ein Errechnen des UDP-Anteils ermöglichen sollen. Der UDP-Gehalt in einer Silage ist stark vom Trockensubstanzgehalt der Silage abhängig. Aber auch der Erntezeitpunkt und die Schnittnutzung beeinflussen den UDP-Anteil. So ist das Protein in einer Grassilage aus dem ersten Schnitt in der Regel unbeständiger als das einer Grassilage aus dem dritten Schnitt. In der DLG Futterwerttabelle wird bei Grassilagen jedoch immer von einem UDP-Anteil von 15% ausgegangen. Nur für Grassilagen mit einem höheren Rohproteingehalt als 218 g/kg TM wird mit einem UDP-Anteil von 20% gerechnet (STRUBELT V. 2009).

An Hand des UDP-Anteils im Rohprotein kann das so genannte nutzbare Rohprotein (nXP) ermittelt werden. Beim nutzbaren Rohprotein handelt es sich um die Menge an Protein, die dem Wiederkäuer am Dünndarm zur Verfügung steht. Das nutzbare Rohprotein beinhaltet demzufolge auch das unabgebaute Durchflussprotein. Aber auch das im Pansen gebildete Mikrobenprotein muss dem nutzbaren Rohproteinanteil hinzugerechnet werden. Durch diese Tatsachen ist es möglich, dass ein Futtermittel einen höheren Gehalt an nutzbarem Rohprotein besitzt, als der Rohproteinanteil ausweist. Dieses wird damit begründet, dass aus diesen Futtermitteln besonders viel Mikrobenprotein synthetisiert wird. Für die Schätzung des am Zwölffingerdarm verfügbaren Proteins wird die folgende Formel verwendet (VON LENGERKEN, 2004):

$$g \text{ nXP} = (11,93 - (6,82(g \text{ UDP} \div g \text{ XP})) \times MJ \text{ ME} + 1,03 \times g \text{ UDP}$$

Wie man sehen kann, ist der UDP-Anteil eines Futtermittels ein starker Einflussfaktor für den Gehalt an nutzbarem Rohprotein. Aber auch der Energiegehalt des Futtermittels, der eine wichtige Voraussetzung für die Bildung von Mikrobenprotein ist, wird in der Schätzformel, in Form der umsetzbaren Energie berücksichtigt.

3.2.1.2. Der RNB Wert

Des Weiteren wird für die Rationsgestaltung für Milchkühe der so genannte RNB-Wert herangezogen. Bei dem RNB-Wert wird festgestellt, welche Menge an Stickstoff dem Pansen zur Verfügung steht. Bei dem RNB-Wert gibt es einen Sollwert. Bei einem zu niedrigen RNB-Wert steht den Mikroorganismen im Pansen zu wenig Stickstoff für eine ordnungsgemäße Proteinsynthese zur Verfügung. Bei einem zu hohen RNB-Wert wird demzufolge zu viel pansenverfügbares Protein gefüttert, wodurch zu viel Stickstoff im Pansen frei gesetzt wird. Bei diesem Stickstoffüberschuss handelt es sich meistens um Ammoniakstickstoff, der im Blutkreislauf aufgenommen und durch die Leber zu Harnstoff entgiftet wird. Der hier gebildete Harnstoff kann ausgeschieden, aber auch wieder dem Pansenstoffwechsel hinzugefügt werden, wo er erneut der Proteinsynthese dient. Das Ausscheiden von Harnstoff erfolgt vor allem über Harn und Kot, aber auch über die Milch. Daher kann der Harnstoffgehalt in der Milch und im Blut der Milchkuh wichtige Aussagen über die Proteinversorgung der Milchkuh, speziell über die Proteinversorgung im Pansen, treffen. Bei einem starken Ammoniaküberschuss kann es jedoch auch zu einer Ammoniakvergiftung kommen, wenn von der Leber nicht ausreichend Ammoniak entgiftet werden kann. (SCHULDT A. 2008)

Der RNB-Wert kann somit schon Aussagen über die Proteinsynthese im Pansen treffen, ohne dass auf die Reaktion des Tieres (Harnstoffgehalt in der Milch) gewartet werden muss. Aus diesen Gründen kann der RNB-Wert unnötige Stoffwechselbelastungen der Milchkühe verhindern helfen. Der RNB-Wert wird wie folgt ermittelt (VON LENGERKEN, 2004):

$$RNB = (g XP - g nXP) \div 6,25$$

Durch das Subtrahieren des nutzbaren Rohproteins von dem gesamten Rohprotein wird errechnet, wie viel Protein theoretisch im Pansen verbleibt. Um den Stickstoffanteil am Protein zu ermitteln, wird wie bei der Rohproteinbestimmung erneut der Faktor 6,25 verwendet, was auf einen Stickstoffanteil von 16% im pflanzlichen Eiweiß zurückgeht. Für die Rationsgestal-

tung gilt für den RNB-Wert folgender Grundsatz: der RNB-Wert sollte sich immer im positiven Bereich bewegen, am besten zwischen 0 und 50 g. Bei RNB-Gehalte von 50 bis 100 g pro Tier und Tag muss der Harnstoffgehalt in der Milch jedoch genau beobachtet werden und weniger 300 mg pro Liter Milch betragen. Im Falle eines negativen RNB-Werts steht den Pansenmikroben nicht genug Stickstoff für eine ordnungsgemäße Proteinsynthese zur Verfügung. Bei einer rechnerischen Überversorgung mit nutzbarem Rohprotein und im unteren Leistungsbereich kann ein negativer RNB-Wert jedoch toleriert werden. (GfE, 2001)

3.2.2. Die niederländische Eiweißbewertung

(CVB, 2005)

Die niederländische Eiweißbewertung für Wiederkäuer beruht auf dem so genannten DVE-System der CVB von 1991. CVB steht für Centraal Voedervoederbureau, was -grob übersetzt - Zentrales Futtermittelbüro heißt. Die CVB ist vergleichbar mit der DLG und der GfE. Auch die CVB setzt sich mit Schätzformeln und Futtertabellen auseinander und stellt diese zusammen. Die niederländische Eiweißbewertung hat auf den ersten Blick die gleichen Parameter wie das deutsche Bewertungssystem. Auch in den Niederlanden wird versucht, die Pansenreaktion in einer Formel zu simulieren, um voraus zu sagen, welche Menge an Protein dem Dünndarm zur Verfügung steht. Aber auch der Protein- und damit Stickstoffhaushalt im Pansen muss in einer Proteinbewertung berücksichtigt werden. Dieses wird mit dem so genannten OEB-Wert gemacht, der mit dem deutschen RNB-Wert vergleichbar ist.

3.2.2.1. Das darmverdauliche Eiweiß (DVE)

Das darmverdauliche Eiweiß ist im groben vergleichbar mit dem deutschen nutzbaren Rohprotein. Es handelt sich hierbei um das darmverdauliche Eiweiß (DVE) was übersetzt darmverdauliches Eiweiß heißt. Das DVE unterscheidet sich aber in der Aussage, die dazu getroffen wird. Im Gegensatz zu dem nutzbaren Rohprotein wird bei dem DVE versucht zu ermitteln, wie viel Eiweiß im Dünndarm verdaut wird und damit ohne weitere Verluste zur Verfügung steht. Die Berechnungsweise des DVE ist im groben ähnlich der des nXP, und zwar sieht die Formel zur Berechnung des DVE wie folgt aus (CVB, 2005):

$$g \text{ DVE} = g \text{ DVBE} + g \text{ DVME} - g \text{ DVMFE}$$

Zur Erläuterung dieser Formel ist zu sagen, dass es sich bei DVBE (darm verteerbaar bestendig eiwit) um das darmverdauliche beständige Eiweiß handelt, was vergleichbar ist mit UDP. Es muss aber berücksichtigt werden, dass es sich bei DVBE um die geschätzte Menge des beständigen Eiweißes handelt, die tatsächlich im Dünndarm verdaut wird. Das DVBE wird wie folgt berechnet (CVB, 2005):

$$g \text{ DVBE} = g \text{ RE} \times 1,11 \times \%BRE \div 100 \times \%DVBE \div 100$$

Hinter den Variablen dieser Formel verbergen sich weitere Formeln, die hier aber nicht weiter aufgeführt werden. Die Variablen haben aber folgende Bedeutung:

RE: ruw eiwit, Rohprotein

%BRE: % bestendig ruw eiwit, der prozentuale Anteil am Rohprotein der beständig ist

%DVBE: % darm verteerbaar bestendig eiwit, der prozentuale Anteil des DVBE von dem Rohprotein, ermittelt durch Versuche mit Polyamidsäckchen, in denen eine bestimmte Futtermittelmenge im Pansen inkubiert wurde.

Das DVME (darm verteerbaar microbieel eiwit), übersetzt das darmverdauliche mikrobielle Eiweiß, entspricht in etwa dem deutschen Mikrobenproteinanteil an dem nXP. Auch hier muss aber unterschieden werden, dass es sich bei DVME um das tatsächliche, im Pansen mikrobiell gebildete Eiweiß handelt, jedoch nur der Teil, der nachfolgend im Dünndarm verdaut und aufgenommen wird. Das DVME wird mit der folgenden Formel ermittelt (CVB, 2005):

$$g \text{ DVME} = 0,0956 \times (g \text{ VOS} - g \text{ RVET} - (g \text{ RE} \times \%BRE \times 100) - (g \text{ ZET} \times g \text{ BZET} \div 100) - 0,5 \times g \text{ FP})$$

Oder kürzer:

$$g \text{ DVME} = 0,956 \times g \text{ FOS}$$

Die Bedeutung der Variablen ist:

VOS: verteerbare organische stof, verdauliche organische Substanz

RVET: ruw vet, Rohfett

RE: ruw eiwit, Rohprotein

%BRE: % bestendig ruw eiwit, procentualer Anteil an beständigem Eiweiß am Rohprotein

ZET: zetmeel, Stärke

BZET: bestendig zetmeel, beständige Stärke

FP: fermentatie producten, Fermentierungsstoffe (Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure Milchsäure und Alkohol)

FOS: fermenteerbare organische stof, fermentierbare organische Substanz

Die letzte Eiweißgruppe, die in der Formel zur Ermittlung des DVE einfließt, ist das DVMFE (darm verteerbaar metabool fecaal eiwit), übersetzt das darmverdauliche metabolische (durch Stoffwechsel entstandene) ausgeschiedene Eiweiß. Das DVMFE ist der Anteil Eiweiß, der durch Stoffwechselprozesse verloren geht und damit dem Tier nicht zur Milchproduktion dienen kann. Es besteht vor allem aus Verdauungsenzyme und abgestorbenen Darmwandzellen, die ausgeschieden werden und wird demzufolge in der ursprünglichen Formel vom DVE subtrahiert. Der Anteil DVMFE wird wie folgt errechnet (CVB, 2005):

$$g \text{ DVMFE} = 0,075 \times g \text{ ODS}$$

Oder auch:

$$g \text{ DVMFE} = 0,075 \times (g \text{ DS} - g \text{ VOS} - g \text{ VRAS})$$

Wobei die Bedeutung der Variablen die folgende ist:

ODS: onverteerbare droge stof-opname, unverdauliche Trockensubstanzaufnahme

DS: droge stof, Trockensubstanz

VOS: verteerbare organische stof, verdauliche organische Substanz

VRAS: verteerbaar ruw as, verdauliche Rohasche

3.2.2.2. Der OEB-Wert

Der zweite wichtige Wert ist die onbestendig eiwit balans (OEB), übersetzt die unbeständige-Eiweiß-Bilanz. Dieser beschreibt den Unterschied zwischen der maximal möglichen Proteinsynthese im Pansen in Bezug auf die Menge an unbeständigem Eiweiß und der maximal möglichen Proteinsynthese im Bezug auf die Menge an Energie im Futtermittel. Die Formel zur Berechnung des OEB-Werts sieht wie folgt aus (CVB, 2005):

$$OEB = (g RE \times (1 - 1,11 \times \%BRE \div 100)) - (g FOS \times 0,15)$$

Die verwendeten Variablen haben folgende Bedeutung:

RE: ruw eiwit, Rohprotein

%BRE: % bestendig ruw eiwit, prozentualer Anteil an beständigem Eiweiß an dem Rohprotein

FOS: fermenteerbare organische stof, fermentierbare organische Substanz

Für die Verwendung des OEB-Wertes in der Rationsgestaltung gilt der folgende Grundsatz: der OEB- Wert soll sich immer im positiven Bereich bewegen. Nur in der Masttierfütterung und der Jungviehaufzucht darf er sich im negativen Bereich befinden (CVB, 2005).

Damit hat der OEB-Wert nahezu die gleiche Bedeutung wie der RNB-Wert. Nämlich das Sicherstellen der Proteinsynthese im Pansen. Die Unterschiede der beiden Parameter liegen jedoch wieder in der Berechnung. Bei der Berechnung der OEB fließt der Energiegehalt des Futtermittels in Form der FOS (fermenteerbare organische stof, fermentierbare organische Substanz) direkt in die Berechnung mit ein. Der FOS-Wert wird aus der verdaulichen organi-

schen Substanz (VOS) ermittelt. Bei dieser so genannten „Top-Down-Berechnung“ werden allerdings noch Korrekturen für Rohfett, beständiges Rohprotein, beständige Stärke und Fermentationsprodukte vorgenommen, weil diese Faktoren einen großen Einfluss auf die mikrobiellen Aktivitäten im Pansen haben.

4. Die praktische Relevanz

In diesem Teil der Arbeit wird veranschaulicht, inwiefern die Unterschiede der verschiedenen Bewertungsverfahren Auswirkungen auf die praktische Rationsgestaltung haben. Es gilt zu klären, welche und vor allem in welchen Fällen Unterschiede auftreten und wo sie begründet sind. Um fundierte Aussagen über verschiedene Zusammenhänge treffen zu können, bedarf es einer größeren, geordneten Datenmenge.

4.1. Die Datensammlung

Um die Auswirkungen der verschiedenen Futtermittelanaysen praktisch beurteilen zu können, braucht man eine größere Datenmenge. Die Futtermittelfirma Hendrix Illesch hat sich bereit erklärt, für diese Untersuchungen eine größere Datenmenge bereit zu stellen. Bei der Datenmenge handelt es sich um viele, von der BLGG in Parchim untersuchte Futtermittel und Rationen. Beprobte wurden die Futtermittel in 2008 ausschließlich beim Kundenstamm der Firma Hendrix Illesch. Bei den Futtermitteln handelt es sich bis auf einige Rationsproben in TMR-Form (Total Misch Ration) ausschließlich um silierte Futtermittel. Es wurden 79 Maissilagen, 90 Grassilagen, 7 Luzernesilagen, ein CCM-Silo (corn cob mix), zwei Lieschkolbensilagen, eine Ganzpflanzensilage und zwei Hirsesilagen untersucht. Für den weiteren Bezug zur Praxis in dieser Arbeit wurden nur die Mais- und Grassilagen berücksichtigt, einmal wegen der vorhandenen großen Datenmenge und außerdem haben Gras- und Maissilagen durch ihren hohen Einsatz in der Milchkuhfütterung eine größere Relevanz in der Rationsgestaltung.

Die Gras- und Maissilagen wurden alle von dem Futtermittelanalytiklabor der BLGG in Parchim untersucht. Bei der BLGG in Parchim werden die Futtermittel nach der nasschemischen Analysenmethodik untersucht. Auf Grund des großen Anteils an niederländischen Kunden und ebenfalls der niederländischen Herkunft der BLGG werden die Proben auf Wunsch zusätzlich nach dem niederländischen System ausgewertet. Somit wurden die hier verwendeten Futtermittelanaysen zum sehr großen Teil nach der deutschen und der niederländischen Methode ausgewertet, was für ein Vergleichen der beiden Systeme überaus hilfreich ist, da es sich bei der untersuchten Proben stets um die gleichen Silagen handelt. Somit werden regionale Unterschiede durch Klima oder Sortenwahl vermieden, wodurch Unterschiede in der Bewertung ihren Ursprung in der Verschiedenheit der beiden verglichenen Verfahren haben müssen. Untersucht wurden folgende Parameter: Trockenmasse, Rohasche, Rohpro-

tein, Rohfaser, Stärke bei Maissilagen und wahlweise Zucker, NDF, ADF, ADL, Calcium, Phosphor, Magnesium, Kalium, Natrium, Chlor, Schwefel, Nitrat und der pH-Wert. Ermittelt und errechnet wurden folgende Parameter: ME, NEL, nXP, UDP, RNB, VEM, DVE, OEB, VEVI, VOS, FOS, VCOS, DV Lysin, DV Methionin, NFC und DCAB. Außerdem wurde bei jeder Silage ein Gär säurenmuster erstellt, was für das Ziel dieser Arbeit allerdings keine primäre Bedeutung hat. Im Anhang dieser Arbeit findet sich ein Beispiel einer Futtermittelanalyse, die nach dem deutschen und dem niederländischen Verfahren ausgewertet wurde.

4.2. Die Datenverarbeitung in Excel

Die von Hendrix Illesch erhaltenen Analysenergebnisse mussten, um weitere Berechnungen zu ermöglichen, in ein Datenverarbeitungsprogramm eingefügt werden. Deshalb wurden die Daten in Microsoft Excel eingegeben und geordnet. Um das Einfügen der großen Datenmenge schnell erfolgen zu lassen, wurden die Daten aus den Analysenergebnissen kopiert und in Excel eingefügt. Dieses Vorgehen verringert die Gefahr, dass bei dem Übertragen von Daten Fehler gemacht werden, die eine weitere Analyse verfälschen. Jede Futtermittelanalyse hat eine Aktennummer, die in der Exceldatei übernommen wurde, um die zu den Daten gehörende Analyse im Nachhinein zuordnen zu können. Die Inhaltsstoffe in dem Futtermittel sind, bis auf die Trockenmasse selbst, ausschließlich auf die Trockenmasse bezogen.

Nach dem Einfügen der Daten konnten erste Auswertungen gemacht werden, wie zum Beispiel das Erstellen der Mittelwerte der jeweiligen Inhaltstoffe. Aber auch die Minimum- und Maximumwerte dürften für die spätere Analyse der Daten interessant sein, da sich bei stark unterschiedlichen Silagen auch ein Unterschied in den Verfahren hervorheben könnte.

4.3. Vergleich der Energiebewertungsverfahren

Wie bereits in dieser Arbeit festgestellt wurde, liegt der Unterschied zwischen der VEM-Bewertung und der NEL-Bewertung nicht in dem Umrechnen von der umsetzbaren Energie zu VEM, sondern eher in den Unterschieden beim Ermitteln der umsetzbaren Energie. Um die Unterschiede zu ergründen wird auf die erhobene Datenmenge zurückgegriffen.

4.3.1. Vergleich der Energiebewertungen von Maissilage

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse aller 79 Futtermittelanalysen der Maissilagen. Für die weitere Beurteilung der verschiedenen Bewertungsverfahren sind vor allem der Mittelwert, der Minimal- (Min) und der Maximalwert (Max). Ebenso wurde die Standardabweichung (SD, standard deviation) ermittelt, um die Streuung der Daten darzustellen.

Tabelle 1: Ausgewählte Analysenergebnisse der 79 untersuchten Maissilagen

		Mittelwert	Min	Max	SD
Trockensubstanz	(g/kg)	361	245	495	39
Rohasche	(g/kg)	34,75	26,00	48,00	4,68
Rohprotein	(g/kg)	81,70	62,00	107,00	7,11
Rohfaser	(g/kg)	176,36	134,00	233,00	18,39
Zucker	(g/kg)	6,60	0,50	28,70	10,28
Stärke	(g/kg)	333,09	134,30	415,40	45,98
ADF org.	(g/kg)	209,84	162,00	270,00	21,02
NDF org.	(g/kg)	400,58	316,00	488,00	33,45
ADL	(g/kg)	22,93	17,00	36,00	3,16
pH-Wert		3,77	3,54	4,05	0,60
ME	(MJ/kg)	11,23	10,30	11,80	0,28
NEL	(MJ/kg)	6,81	6,10	7,20	0,21
nXP	(g/kg)	135,98	126,20	143,00	3,47
UDP	(g/kg)	20,59	15,50	26,80	1,74
RNB	(g/kg)	-8,64	-10,60	-5,70	0,92
VEM	(g/kg)	956,03	877,00	1015,00	25,61
DVE	(g/kg)	51,21	44,00	63,00	3,05
OEB	(g/kg)	-24,38	-37,00	-16,00	4,64
VEVI		992,88	893,00	1071,00	33,22
VOS	(g/kg)	720,27	670,00	756,00	15,94
FOS	(g/kg)	511,68	480,00	563,00	14,74
VCOS	(%)	74,60	70,30	78,30	1,54
VEM-NEL-Quotient	VEM/MJ NEL	140,17	138,75	141,62	0,71

Die Unterschiede, die zwischen den beiden Verfahren auftreten, können verdeutlicht werden, indem man den VEM-Wert durch den Energiegehalt in MJ NEL dividiert. Mit dieser Berechnung wurde einer Einheit der NEL – hier 1 MJ - einen Wert zugeordnet. Dieser errechnete Wert wird in der oben gezeigte Tabelle unter „VEM-NEL-Quotient“ aufgeführt. Diese Quotienten zeigen, dass bei den Maissilagen 1 MJ NEL durchschnittlich mit 140,17 VEM bewertet

werden kann. Die Standardabweichung des VEM-NEL-Quotienten beträgt 0,71, was bedeutet, dass die Streuung des VEM-NEL-Quotienten sehr gering ist. Der Korrelationskoeffizient von VEM zu MJ NEL beträgt bei den Maissilagen 0,98, was bedeutet, dass es bei der Bewertung von Maissilagen einen sehr klaren Zusammenhang zwischen dem deutschen und dem niederländischen Verfahren gibt.

Das Auftreten dieses Zusammenhangs ist beim Heranziehen der Schätzformeln nur schwer erklärbar, da der Gehalt an umsetzbarer Energie bei Silomais bei den beiden Verfahren völlig verschieden ermittelt wird. So werden bei dem deutschen Verfahren, je nachdem welche Schätzformel angewendet wird, mehrere Nährstoffgruppen berücksichtigt. Bei diesen Analysen wurde von der BLGG Parchim eine Rohnährstoffschätzformel verwendet, in der zwei Rohnährstoffgruppen in die Schätzung einfließen, weil bei den meisten Analysen keine In vitro Parameter bestimmt wurden. Bei der verwendeten Formel werden der Rohfasergehalt und die Rohasche berücksichtigt. Sie sieht wie folgt aus:

$$MJ ME = 14,03 - 0,01386 \times g XF - 0,01018 \times g XA$$

Bei dieser Formel wird der Energiegehalt der Maissilage von dem Rohfaser- und dem Rohaschegehalt von einem festen Wert subtrahiert und beeinflussen somit den Energiegehalt der Maissilage negativ.

Bei dem niederländischen Verfahren wird bei der Schätzung der umsetzbaren Energie nur die verdauliche organische Substanz (VOS) berücksichtigt und mit dem Faktor 15,5 multipliziert, wie schon unter Punkt 3.2.2.2. beschrieben. Bei der Ermittlung der verdaulichen organischen Substanz (VOS) fließen viele Parameter in die Berechnung ein. So werden zum Beispiel die Verdaulichkeitskoeffizienten der organischen Masse der Rohasche, der Rohfaser und der Trockensubstanz berücksichtigt.

Interessant ist, dass bei beiden Verfahren der Stärkegehalt der Maissilage und die Beständigkeit der Stärke nicht direkt in die Schätzung einfließen. Diese Tatsache ist schwer nachvollziehbar, da der Stärkegehalt der Maissilage maßgeblich bestimmend ist für den Energiegehalt einer Maissilage und obendrein analytisch relativ einfach und genau zu bestimmen ist. Der Stärkegehalt der Maissilage fließt bei beiden Bewertungsverfahren jedoch indirekt in die Schätzung ein. So wird die Stärke in der niederländischen Bewertung in dem Anteil der verdaulichen organischen Substanz (VOS) mit erfasst. In der von der BLGG verwendeten Schätzformel wird der Stärkegehalt der Maissilage indirekt beeinflusst, da Nährstoffgruppen, die einen geringen Energiegehalt aufweisen, den Energiegehalt der Maissilage negativ be-

einflussen. Man geht bei dieser Schätzformel demzufolge davon aus, dass, wenn ein geringer Rohfaser- und Rohaschegehalt vorliegen, mehr energetisch hochwertige Nährstoffgruppen wie Rohprotein und Stickstofffreie Extraktstoffe (wozu auch die Stärke gehört) vorhanden sind und demzufolge der Energiegehalt der Maissilage hoch ist.

Doch es gilt nicht nur die Mittelwerte und die Gesamttendenz zu beachten, sondern auch eine eventuelle Über- oder Unterbewertung nach den verschiedenen Systemen zu berücksichtigen. Um dieses zu ermöglichen, sind in der nächsten Tabelle Daten von je 2 Maissilagen mit unterschiedlichen Energiegehalten wiedergegeben.

Tabelle 2: Vergleich von Maissilagen mit niedrigen und hohen Energiegehalten in MJ NEL je kg TM

		Niedrig NEL		Hoch NEL	
Trockensubstanz	(g/kg)	326	245	362	402
Rohasche	(g/kg)	34,00	48,00	40,00	34,00
Rohprotein	(g/kg)	85,00	89,00	92,00	85,00
Rohfaser	(g/kg)	203,00	220,00	140,00	134,00
Zucker	(g/kg)				0,50
Stärke	(g/kg)	284,50	134,30	332,20	411,70
ADF org.	(g/kg)	254,00	267,00	170,00	162,00
NDF org.	(g/kg)	447,00	488,00	340,00	316,00
ADL	(g/kg)	26,00	25,00	20,00	25,00
pH-Wert		3,61	3,79	3,73	3,78
ME	(MJ/kg)	10,9	10,5	11,7	11,80
NEL	(MJ/kg)	6,5	6,3	7,2	7,2
nXP	(g/kg)	133,00	130,20	143,00	142,90
UDP	(g/kg)	21,30	22,30	23,00	21,20
RNB	(g/kg)	-7,70	-6,60	-8,00	-9,30
VEM	(g/kg)	918,00	877,00	999,00	1015,00
DVE	(g/kg)	51,00	52,00	58,00	53,00
OEB	(g/kg)	-20,00	-23,00	-21,00	-21,00
VEVI		942,00	893,00	1051,00	1071,00
VOS	(g/kg)	697,00	670,00	746,00	756,00
FOS	(g/kg)	512,00	533,00	534,00	500,00
VCOS	(%)	72,10	70,30	77,70	78,30
VEM-NEL-Quotient	(VEM/MJ NEL)	141,23	139,21	138,75	140,97

Die Tabelle zeigt zwei Maissilagen mit einem relativ niedrigen Gehalt an MJ NEL und zwei Silagen mit einem relativ hohen Nettoenergiegehalt. Wie sich in dieser Tabelle nochmals

zeigt, verlaufen die Energiegehalte (rot gekennzeichnet) der beiden Bewertungsverfahren nahezu linear. Es gibt keine, oder nur sehr geringe Schwankungen in der NEL-Bewertung. Es können keine Tendenzen einer Über- oder Unterbewertung von energiereicheren oder energieärmeren Silagen festgestellt werden.

Somit kann festgestellt werden, dass es bei beiden Bewertungsverfahren starke Unterschiede in der Berechnung gibt, diese jedoch kaum Auswirkungen auf die Energiebewertung einer Maissilage haben. Die leichter zu handhabende deutsche Formel zur Schätzung der umsetzbaren Energie in Maissilagen, wobei nur zwei Roh Nährstoffgruppen berücksichtigt werden, schätzt den Energiegehalt der Silage in etwa gleich ein wie die niederländische Formel. Dies ist ein Argument für die in Deutschland verwendete Formel, da sie einfacher zu handhaben ist und es nur zweier Roh Nährstoffwerte bedarf, um eine genaue Energieschätzung zu ermöglichen.

4.3.2. Vergleich der Energiebewertungen von Grassilage

Die nachfolgende Tabelle zeigt ebenfalls eine Gesamtauswertung von Futtermittelanalysen. Diese Tabelle bezieht sich jedoch auf die 90 untersuchten Grassilagen. Auch hier wurden die Mittelwerte, Minimal- und Maximalwerte und die Standardabweichung ermittelt. Die verschiedenen Energiegehalte nach den unterschiedlichen Bewertungsverfahren sind rot gekennzeichnet.

Tabelle 3: Auswertung der untersuchten Grassilagen

		Mittelwert	Min	Max	SD
Trockensubstanz	(g/kg)	434	225	718	92,54
Rohasche	(g/kg)	97,38	67,00	156,00	19,76
Rohprotein	(g/kg)	158,86	96,00	237,00	26,12
Rohfaser	(g/kg)	253,82	182,00	316,00	26,36
Zucker	(g/kg)	81,18	9,40	151,30	26,42
ADF org.	(g/kg)	296,03	32,43	382,00	46,97
NDF org.	(g/kg)	483,63	0,43	605,00	76,09
ADL	(g/kg)	35,81	8,20	68,00	12,04
pH-Wert		4,56	3,77	5,93	2,16
ME	(MJ/kg)	10,06	8,30	11,20	0,40
NEL	(MJ/kg)	5,99	4,80	6,80	0,54
nXP	(g/kg)	135,24	107,00	159,00	0,37
UDP	(g/kg)	24,46	15,00	47,40	8,46
RNB	(g/kg)	4,09	-3,50	13,10	5,22
VEM	(g/kg)	861,53	682,00	991,00	3,38
DVE	(g/kg)	66,69	37,00	86,00	59,25
OEB	(g/kg)	28,68	-25,00	82,00	8,13
VEVI		878,55	661,00	1045,00	23,67
VOS	(g/kg)	664,53	544,00	742,00	75,18
FOS	(g/kg)	545,00	446,00	613,00	37,73
VCOS	(%)	73,67	64,00	80,50	37,90
VEM-NEL-Quotient	(VEM/MJ NEL)	145,09	134,31	157,29	4,73

Bei der Bewertung der Grassilagen nach der deutschen Methode wurde von der BLGG die unter 3.2.1.2. aufgeführte DLG Schätzformel nach der DLG Grobfutterbewertung verwendet. Für die Bewertung von Grassilagen nach der niederländischen Methode wurde die unter 3.2.2.2. genannte Schätzformel für Grassilagen verwendet, die den Energiegehalt in kJ ME ermittelt, wonach dieser in VEM umgerechnet wird.

Im Gegensatz zu dem VEM-Gehalt pro MJ NEL bei der Maissilage, der 140,17 VEM/MJ NEL betrug, ist dieser Wert bei den untersuchten Grassilagen mit 145,09 VEM/MJ NEL etwas höher. Auch die Standardabweichung des VEM-NEL-Quotienten sind bei Grassilagen mit einem Wert von 4,73 deutlich größer. Dieses bestätigt auch der errechnete Korrelationskoeffizient von VEM zu MJ NEL von 0,88, der geringer ist als bei den Maissilagen, aber trotzdem noch als starker Zusammenhang gedeutet werden kann. Während es also bei der Bewertung von Maissilagen einen engen Zusammenhang zwischen den beiden Bewertungsverfahren

gab, korrelieren die Bewertungsverfahren bei der Energieschätzung der Grassilagen etwas weniger miteinander.

Zuerst muss allerdings erläutert werden, was die Ursachen dafür sind, dass der durchschnittliche VEM-NEL-Quotient bei Grassilagen um etwa 5 VEM höher ist als bei den Maissilagen. Das heißt, ein MJ NEL hat bei den Grassilagen eine höhere Energiewertigkeit als bei den Maissilagen oder ein VEM hat bei den Grassilagen eine geringere Energiewertigkeit als bei den Maissilagen. Der Ursprung dieser Differenz muss in der Schätzformel gesucht werden. Um die Schätzformeln besser vergleichen zu können, werden beide Schätzformeln noch einmal aufgeführt.

Die deutsche Formel zur Energiebewertung der Grassilagen:

$$MJ ME = g XL \times VK XL \times 0,0312 + g XF \times VK XF \times 0,0136 + 0,0147 \times (g OM \times VK OM - g XL \times VK XL - g XF \times VD XF) + 0,00234 \times g XP$$

VK: Verdaulichkeitskoeffizienten

Die niederländische Formel zur Energiebewertung der Grassilagen:

$$kj ME = 14,94 \times g VOS + 18,98 \times g XL - 1,478 \times g XF - 0,97 \times g Zucker$$

Oder nach dem Einfügen der Berechnungsweise von VOS:

$$kj ME = 14,94 \times (423 + 1,1335 \times g RE + 0,934 \times g SUI) - 0,423 \times g RAS + 18,98 \times g RVET - 1,478 \times g RC - 0,97 \times g SUI$$

Um beide Formeln gut miteinander vergleichen zu können, wurden die jeweiligen Gewichtungen der Rohnnährstoffgruppen errechnet. Es muss jedoch beachtet werden, dass bei der deutschen DLG-Schätzformel die Verdaulichkeiten der Rohnnährstoffgruppen mit berücksichtigt werden müssen, da diese auch einen starken Einfluss auf die Gewichtung der Rohnnähr-

stoffgruppen haben. Außerdem lassen sich die Gewichtungen der beiden Systeme erst vergleichen, wenn man bei beiden Systemen die Gewichtung der Rohnährstoffgruppen vergleicht, ohne Einfluss von Verdaulichkeiten. Deshalb wurden die Verdaulichkeiten der Rohnährstoffgruppen mit einbezogen. Hierzu wurden die Verdaulichkeiten von einer Grassilage aus dem ersten Aufwuchs, Beginn Ähren- oder Rispschieben verwendet (DLG, 1997). Aber es muss auch beachtet werden, dass verschiedene Nährstoffgruppen mehrmals in einer Formel berücksichtigt werden. So zum Beispiel der Zuckergehalt in der niederländischen Schätzformel: einmal bei der Ermittlung des VOS-Gehaltes und dann noch bei der eigentlichen Energieschätzung der Grassilage. Um die Gewichtung des Zuckers korrekt darzustellen, müssen die Regressionskoeffizienten zwischen den Klammern mit 14,94 multipliziert werden, damit man die Gewichtung in der Schätzformel erhält. Außerdem wurden die negativen Regressionskoeffizienten von den positiven Regressionskoeffizienten der gleichen Nährstoffgruppe subtrahiert, um keine falschen Gewichtungen der Rohnährstoffgruppen zu erhalten. Nach diesen Berechnungen sehen die Gewichtungen in den verschiedenen Systemen wie folgt aus:

Tabelle 4: Gewichtung der Rohnährstoffgruppen bei der Energiebewertung von Grassilagen (eigene Berechnung)

Rohnährstoffgruppe	DE (DLG)	NL
Rohprotein (%)	52	33
Rohfaser (%)	2	3
Rohfett (%)	20	37
Rohasche (%)		1
Zucker (%)		26
Organische Masse (%)	26	

Beim Betrachten der Tabelle wird deutlich, dass beide Energiebewertungsverfahren völlig andere Schwerpunkte haben. Während beim niederländischen Verfahren der Zuckergehalt stark in die Schätzung berücksichtigt wird, wird beim deutschen Bewertungsverfahren der Rohproteingehalt der Grassilage stärker gewichtet. Auch der Rohfettgehalt wird in beiden Systemen unterschiedlich gewichtet, was aber durch einen geringen Gehalt an Rohfett in Grassilagen für die Energieschätzung eher eine geringe Bedeutung hat. Somit kann vermutet werden, dass vor allem der schwankende Zuckergehalt der Grassilagen für die starken Schwankungen des VEM-NEL-Quotienten verantwortlich sind. Dieses kann mit der nächsten Tabelle verdeutlicht werden. In der der Tabelle 5 wurden wiederum zwei Grassilagen mit einem niedrigen und zwei mit einem hohen NEL-Gehalt dargestellt.

Tabelle 5: Vergleich von Grassilagen mit niedrigen und hohen MJ NEL-Gehalt

		Niedrig NEL		Hoch NEL	
Trockensubstanz	(g/kg)	514	558	245	310
Rohasche	(g/kg)	150	119	106	83
Rohprotein	(g/kg)	102	96	179	144
Rohfaser	(g/kg)	298	316	210	211
Zucker	(g/kg)	63,8	64	9,4	151,3
ADF org.	(g/kg)	356	382	233	238
NDF org.	(g/kg)	568	589	361	400
ADL	(g/kg)	60	60	20	21
pH-Wert		4,81	5,93	3,88	3,89
ME	(MJ/kg)	8,3	8,6	11,2	11,1
NEL	(MJ/kg)	4,8	5,0	6,8	6,7
nXP	(g/kg)	107	109	149,5	144
UDP	(g/kg)	16	15	26,8	23
RNB	(g/kg)	-0,7	-1	4,7	1
VEM	(g/kg)	682	718	943	976
DVE	(g/kg)	37	44	66	70
OEB	(g/kg)	-9	-18	65	20
VEVI		661	700	986	1029
VOS	(g/kg)	544	575	709	735
FOS	(g/kg)	446	486	572	605
VCOS	(%)	64	65,2	79,3	80,1
VEM-NEL-Quotient	(VEM/MJ NEL)	142,08	143,6	138,68	145,68

Beim Betrachten der beiden Grassilagen mit einem hohen Energiegehalt nach der deutschen Bewertung sieht man stark unterschiedliche Zuckergehalte (rot gekennzeichnet) dieser beiden Silagen. Dieser stark schwankenden Zuckergehalt hat kaum Einfluss auf den NEL-Gehalt der Silage, weil der Zuckergehalt in der deutschen Bewertung nicht berücksichtigt wird, wie in Tabelle 4 dargestellt. Der unterschiedliche Zuckergehalt hat jedoch durch die relativ starke Gewichtung im niederländischen System große Auswirkungen auf den geschätzten Energiegehalt der Grassilage. Somit wird die Silage mit dem höheren Zuckergehalt nach dem niederländischen System höher bewertet als die Silage mit dem geringen Zuckergehalt. Beim deutschen Bewertungsverfahren wird hingegen die Silage mit dem niedrigen Zuckergehalt energetisch höher eingeschätzt als die Silage mit dem hohen Zuckergehalt. Dieses wirkt sich natürlich auch aus auf den stark schwankenden VEM-NEL-Quotienten, der bei den energiereichen Silagen beobachtet werden kann.

Die Silagen mit dem relativ niedrigen Energiegehalt haben etwa den gleichen Zuckergehalt, was sich unmittelbar am VEM-NEL-Quotienten zeigt, der sich bei diesen beiden Silagen dann auch stark ähnelt.

Was man auch aus Tabelle 5 ersehen kann, ist, dass es bei keiner der beiden Systeme in Abhängigkeit des Energiegehaltes der Grassilagen zu einer Über- oder Unterbewertung kommt.

Es kann also daraus geschlossen werden, dass sowohl der stark schwankende VEM-NEL-Quotient, wie auch die andere Wertigkeit von 1 MJ NEL auf die Gewichtung der Nährstoffgruppen zurückzuführen ist. Vor allem das starke Einbeziehen des Zuckergehaltes in der niederländischen Berechnung, sowie die starke Gewichtung des Rohproteingehaltes der deutschen Bewertung können dazu führen, dass eine Grassilage nach beiden Systemen völlig unterschiedlich eingeschätzt wird.

4.4. Vergleich der Eiweißbewertungsverfahren

Während bei den beiden Energiebewertungssystemen zwischen den Systemen keine großen Unterschiede in der Bewertung entdeckt wurden, ist die Eiweißbewertung in den beiden Systemen stark unterschiedlich. Um die Verfahren zur Eiweißbewertung miteinander vergleichen zu können, muss erst festgestellt werden, welche Parameter miteinander vergleichbar sind. Beide Eiweißbewertungsverfahren gehen nach dem gleichen Grundprinzip vor, sind aber in der Umsetzung und den Ergebnissen völlig unterschiedlich. Die Unterschiede und deren praktische Relevanz der Bewertungsverfahren werden im folgenden Teil der Arbeit näher erläutert.

4.4.1. Vergleich der Bewertungen vom nutzbaren Protein

Beide Bewertungsverfahren haben einen errechneten Parameter, mit dem ausgesagt werden soll, wie viel Eiweiß am Dünndarm ankommt. Die Schwierigkeit bei der Eiweißbewertung der Wiederkäuer liegt darin, dass die Aktivität der Pansenmikroben möglichst gut eingeschätzt werden muss, um die mengenmäßige Bildung von mikrobiellem Eiweiß in der Formel berücksichtigen zu können. Aber auch der Anteil geschütztes Protein, der in der Silage vorhanden ist, hat erhebliche Auswirkungen auf die Eiweißmenge, die im Dünndarm zur Verfügung steht. Die Parameter, die in dieser Hinsicht bis zu einem gewissen Grade vergleichbar

sind und etwa das Gleiche aussagen sollen, sind das deutsche nutzbare Rohprotein (nXP) und das niederländische darmverdauliche Eiweiß (DVE).

Der große Unterschied zwischen dem nXP und dem DVE ist jedoch, dass bei dem DVE die Verdauung im Dünndarm berücksichtigt wird. Mit dem DVE soll demzufolge errechnet werden, wie viel Eiweiß (vor allem Aminosäuren) der Milchkuh endgültig zur Verfügung steht. Bei dem deutschen Verfahren wird jedoch nur ermittelt, wie viel Protein im Dünndarm ankommt. Es wird jedoch nicht berücksichtigt, wie viel tatsächlich verdaut wird oder welche eventuellen Verluste durch die Verdauung auftreten.

Aber auch in der Ermittlung des mikrobiellen Eiweißes finden sich Unterschiede. So wird bei dem deutschen System die Energie berücksichtigt, die für die Bildung von mikrobiellem Eiweiß in Form der umsetzbaren Energie benötigt wird. Diese Herangehensweise ist jedoch kritisch zu beurteilen, da beständige Energielieferer, wie zum Beispiel die beständige Stärke, auch in der umsetzbaren Energie enthalten sind, jedoch nicht für die Bildung von mikrobiellem Eiweiß herangezogen werden kann. Somit kann es vorkommen, dass Futtermittel mit einem hohen Gehalt an beständiger Stärke, im Hinblick auf den nutzbaren Rohproteingehalt falsch beurteilt werden. Bei dem niederländischen Verfahren fließt jedoch die fermentierbare organische Substanz (FOS) in die Berechnung mit ein. Unter dem FOS-Gehalt eines Futtermittels versteht man den Anteil, der im Pansen zersetzt werden kann. Beim Heranziehen dieses Wertes für das Ableiten der verfügbaren Energie im Pansen kann man demzufolge schlussfolgern, dass hier die niederländische Methode genauere Aussagen über die Bildung von Mikrobenprotein treffen kann.

Aber auch die Bestimmung des Anteils an pansenstabilem Protein verläuft bei beiden Verfahren unterschiedlich. Während beim deutschen Verfahren vermehrt auf Tabellenwerte zurückgegriffen wird, wird der Gehalt an pansenstabilem Eiweiß beim niederländischen Verfahren mit einer Formel ermittelt. Tatsache ist, dass beide Verfahren auf Ergebnissen von Verdaulichkeitsuntersuchungen beruhen. Bei der Berechnung des Gehalts an pansenstabilem Eiweiß werden jedoch viele Faktoren berücksichtigt, die die Beständigkeit des Eiweißes beeinflussen. Das Verwenden von Tabellenwerten ist hier ungenauer. Eine Grassilage, ungeachtet von welchem Schnitt und mit welchem Trockensubstanzgehalt, hat nach dem DLG Futterwerttabellenbuch einen UDP-Anteil von 15% (DLG, 1997). Nur bei einem Rohproteingehalt von über 218 g/kg TM wird ein UDP-Anteil von 20% angesetzt. (STRUBELT V. 2009)

Nun gilt es zu klären, welche Auswirkungen diese Unterschiede auf den Untersuchungsbefund der untersuchten Silagen haben. Im folgenden Abschnitt wird daher gezeigt, inwiefern die Unterschiede der Verfahren für die unterschiedlichen Silagen relevant sind.

4.4.1.1. Vergleich der Bewertungen von nutzbarem Protein bei Maissilagen

Beim Betrachten der Bewertung des nutzbaren Proteins fallen sofort die unterschiedlichen Ergebnisse auf. Somit ist stetig wesentlich mehr nXP in einem Futtermittel enthalten als DVE. Diese Tatsache ist damit zu erklären, dass beim DVE das verdauliche Protein ermittelt wird. Das heißt, der mengenmäßige Unterschied zwischen DVE und nXP sind Verluste, die durch die Verdauung entstehen und der Anteil vom nXP, der nicht verdaulich ist. Der Korrelationskoeffizient von nXP zu DVE beträgt bei den Maissilagen 0,73, was bedeutet, dass auch diese Parameter ziemlich stark korrelieren.

Damit diese beiden Parameter gut verglichen werden können, wurde nach der gleichen Weise vorgegangen, wie bei der Energiebewertung. Bei der Auswertung der Maissilagen wurde festgestellt, dass durchschnittlich pro Gramm DVE 2,67 Gramm nXP ermittelt wurden. Dieses bedeutet, dass im Durchschnitt 2,67 Mal so viel nXP als DVE in einer Maissilage ermittelt wird. Unter Berücksichtigung des niederländischen Verfahrens heißt dieses, dass etwa 37% des nach der deutschen Methode errechneten nXP in Maissilagen, der Milchkuh im Endeffekt nicht für Leistungen zur Verfügung steht.

4.4.1.2. Vergleich der Bewertungen von nutzbarem Protein bei Grassilagen

Bei den Grassilagen verhält es sich nicht viel anders als bei den Maissilagen. Auch hier korrelieren der Gehalt an nXP und DVE nicht stark miteinander. Der Korrelationskoeffizient beträgt hier ebenfalls 0,73, was auch hier bedeutet, dass die Gehalte an nXP und DVE relativ stark zusammenhängen. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass, im Gegensatz zur Energiebewertung, sowohl bei der deutschen als auch bei der niederländischen Bewertung des nutzbaren Proteins bei Grassilagen und bei Maissilagen die gleichen Schätzformeln eingesetzt werden.

Einen Unterschied gibt es jedoch bei der Wertigkeit von DVE. Somit kann bei den Grassilagen ein Gramm DVE im Durchschnitt mit 2,02 Gramm nXP bewertet werden. Wenn man von der Richtigkeit des deutschen Systems ausgeht, heißt das, dass ein Gramm DVE bei den Maissilagen eine geringere Wertigkeit hat als bei den Grassilagen. Diese Annahme ist jedoch schwer erklärbar, da bei der niederländischen Berechnung keine falschen Annahmen entdeckt wurden.

Wenn man die Situation aus einer anderen Sicht betrachtet, das heißt die Richtigkeit des niederländischen Verfahrens wird vorausgesetzt, kommt man zu dem Ergebnis, dass das Gramm nXP bei einer Maissilage überbewertet oder bei einer Grassilage unterbewertet wird. Wenn man nun die Unterschiede in der Berechnung berücksichtigt, erklärt sich schnell, dass bei dem deutschen Verfahren der nXP-Gehalt bei den Maissilagen möglicherweise mengenmäßig überbewertet wird. Und zwar kann es bei der deutschen Bewertung durch einen hohen Gehalt an beständiger Stärke in der Maissilage leicht dazu kommen, dass eine größere Menge an gebildetem Mikrobenprotein geschätzt wird, als tatsächlich vorliegt, weil als Energieparameter die umsetzbare Energie herangezogen wird, die auch die beständige Stärke enthält, die aber nicht im Pansen verfügbar ist. Vor allem relativ trockene Maissilagen können durch höhere Gehalte an beständiger Stärke nach dem deutschen System im Hinblick auf den nXP-Gehalt überbewertet werden.

4.4.2. Vergleich der Bewertungen der Stickstoffversorgung im Pansen

Sowohl bei dem deutschen als auch bei dem niederländischen Verfahren wird die Stickstoffversorgung im Pansen mit einem Futtermittelparameter eingeschätzt. Bei dem deutschen Verfahren ist dieser Wert der RNB-Wert. Bei dem niederländischen Verfahren wird mit dem OEB-Wert versucht, das Gleiche zu erfassen. Bei beiden Verfahren gilt es, dass dieser Wert in der Gesamtration positiv sein muss, da andernfalls für die Proteinsynthese zu wenig Stickstoff zur Verfügung steht.

In der Auswertung der Mais- und Grassilagen hat sich herausgestellt, dass es einen klaren Zusammenhang dieser beiden Werte gibt. Der Korrelationskoeffizient vom RNB-Wert zum OEB-Wert beträgt bei den Maissilagen 0,75 und bei den Grassilagen 0,87 was darauf deutet, dass es sowohl bei Maissilagen als auch bei Grassilagen einen starken Zusammenhang zwischen den RNB-Wert und den OEB-Wert gibt. Obwohl beide Korrelationskoeffizienten relativ hoch sind, muss jedoch geklärt werden, warum der Korrelationskoeffizient bei Maissilagen etwas geringer ist als bei den Grassilagen. Diese Erkenntnis ist zuerst unverständlich, da beide Werte etwa das Gleiche aussagen sollen.

Der Grund für diese Abweichungen wird jedoch deutlich, wenn man sich die Berechnung der jeweiligen Werte genauer ansieht. Bei dem RNB-Wert wird nur ermittelt, wie viel Stickstoff rechnerisch im Pansen verbleibt. Somit haben nur der Rohproteingehalt und der nutzbare Rohproteingehalt Auswirkungen auf den RNB-Wert. Da diese Werte bei den einzelnen Maissilagen keinen starken Schwankungen unterliegen, bleibt auch der RNB-Wert in Bezug auf

die einzelnen Maissilagen stabil. Diese Aussage wird in Tabelle 1 bestätigt, im Hinblick auf die Standardabweichung des RNB-Wertes, die nur 0,92 beträgt. Wie man auch in Tabelle 1 sehen kann, sind nur geringe Schwankungen der Rohproteingehalte und der nXP-Gehalte in den Maissilagen festzustellen.

Der Grund für die geringere Korrelation zwischen den beiden Werten bei den Maissilagen muss demzufolge bei der Berechnung des OEB-Wertes gesucht werden. Beim Betrachten der Formel zur Berechnung des OEB-Wertes wird deutlich, wo der Unterschied zum RNB-Wert besteht. Und zwar fließt bei der Berechnung des OEB-Wertes nicht nur der Rohproteingehalt und der Gehalt an UDP (%BRE) ein, sondern auch die fermentierbare organische Substanz (FOS) wird berücksichtigt. Dieses hat zu Folge, dass die Energieversorgung im Pansen, die essentiell für eine mikrobielle Umsetzung ist, mit erfasst wird. Bei dem RNB-Wert wird die Energieverfügbarkeit im Pansen nur indirekt einbezogen, sie fließt nämlich bei der Berechnung des nXP als umsetzbare Energie in die Formel ein. Es wurde jedoch schon unter Punkt 3.7.1.2. geklärt, dass diese Berechnung nicht die richtige Herangehensweise ist, die Energieverfügbarkeit im Pansen zu beziffern, da die umsetzbare Energie eines Futtermittels den Pansenbakterien nicht zwangsläufig komplett zur Verfügung steht.

5. Fazit

5.1. Fazit für die Energiebewertung

Die beiden Verfahren der Energiebewertung haben die Gemeinsamkeit, dass sie beide die Nettoenergie ermitteln. Das deutsche Verfahren gibt die ermittelte Menge Energie in MJ an, die zur Milchproduktion zur Verfügung steht an. Das niederländische Verfahren bezieht sich auf das Referenzfuttermittel Gerste, das heißt ein kg TM einer Silage mit einem Energiegehalt von 1000 VEM hat theoretisch das gleiche Energiepotential wie 1 kg luftgetrockneter Gerste. In welcher Einheit bei den verschiedenen Verfahren der Energiegehalt wiedergegeben wird, ist jedoch nicht relevant für Gemeinsamkeiten oder Unterschiede in der Energiebewertung.

Bei der Energiebewertung von Maissilagen wurden keine großen Abweichungen der beiden Verfahren entdeckt. Hier liefern beide Verfahren im Groben die gleiche Schätzung des Energiegehalts. Bei dem deutschen Verfahren wurde hier eine einfache Schätzformel für Silomais unter Berücksichtigung von zwei Rohrnährstoffgehalten verwendet. Bei dem niederländischen Verfahren wurde die von der CVB herausgebrachte Schätzformel für Maissilagen verwendet, die nur die VOS berücksichtigt. In den VOS-Wert fließen jedoch sämtliche Rohrnährstoffe und ihre Verdaulichkeit ein.

Bei den Maissilagen kann man sagen, dass es so gut wie keinen Unterschied macht, welches Verfahren man für die Energiebewertung heranzieht. Die beiden Verfahren korrelieren sehr eng miteinander. Da aber das deutsche Verfahren zur Energiebewertung von Silomais in diesem Fall nur wenige Rohrnährstoffwerte verwendet, aber trotzdem eine einheitliche Energiebewertung liefern kann, kann diese für eine Energiebewertung von Maissilagen empfohlen werden. Wenn aber eine Maissilage nach dem niederländischen Verfahren untersucht wird, können auch keine Nachteile erkannt werden.

Bei der Energiebewertung von Grassilagen sieht es allerdings anders aus. Hier ermitteln beide Verfahren mitunter völlig verschiedene Ergebnisse. Diese können damit begründet werden, dass die Gewichtung der einzelnen Rohrnährstoffgruppen bei den beiden Verfahren stark auseinander gehen. So wird in der deutschen Energieschätzung der Eiweißgehalt einer Grassilage viel stärker in der Energieschätzung berücksichtigt als bei dem niederländischen System.

Viel auffälliger ist jedoch, dass bei dem deutschen Verfahren der Zuckergehalt einer Grassilage nicht berücksichtigt wird, während dieser bei dem niederländischen Verfahren den

Energiegehalt der Grassilage zu 26% mit beeinflusst. Bei der deutschen Schätzung fließt der Zuckergehalt einer Grassilage nur über das Berücksichtigen der organischen Masse in der Schätzung ein. Es kann jedoch nicht von der organischen Masse auf den Zuckergehalt der Silage geschlossen werden.

Es muss an dieser Stelle jedoch erwähnt werden, dass für die deutsche Energiebewertung neue Schätzformeln entwickelt wurden, die auf der enzymlöslichen organischen Substanz (ELOS) basieren. Die Erkenntnisse dieser Arbeit beruhen jedoch nicht auf diesen neu entwickelten Schätzformeln, sondern auf die jeweils angegebenen Formeln. Es kann demzufolge sein, dass die Ergebnisse der beiden Bewertungsverfahren, beim Anwenden der neuen Formeln, starker oder geringer korrelieren, als in dieser Arbeit gezeigt wurde.

Insgesamt kann schlussgefolgert werden, dass beim Betrachten der in dieser Arbeit angewendeten Formeln, die Unterschiede in der Gewichtung der Schätzformeln die Hauptursache für die verschiedene Energiegehalte der beiden Bewertungssysteme sind.

5.2. Fazit für die Eiweißbewertung

Die beiden vorgestellten Eiweißbewertungen gehen völlig verschiedene Wege. Bei dem deutschen Bewertungssystem wird das am Dünndarm verfügbare Protein ermittelt. Es werden jedoch nicht die Verdauungsprozesse des Dünndarms und eventuell entstehende Verluste berücksichtigt, die, wenn man die Eiweißmengen nach den verschiedenen Systemen berücksichtigt, erheblich sind. Bei dem niederländischen Bewertungssystem wird auch das Eiweiß, das am Dünndarm verfügbar ist, ermittelt. Es handelt sich hierbei aber um das verdauliche Eiweiß. Das heißt, der Anteil des deutschen nXP, der den Schätzungen zur Folge auch wirklich verdaut, wird und dem Tier tatsächlich zur Verfügung steht. Die Berechnung des DVE nach dem niederländischen System ist demzufolge komplizierter, da sämtliche Stoffwechselvorgänge der Milchkuh berücksichtigt werden müssen.

Das Problem bei beiden Eiweißbewertungen ist, dass bei den Verfahren der Rohproteingehalt für die weiteren Berechnungen und Schätzungen maßgeblich bestimmend ist. Der Rohproteingehalt bezieht sich, wie in der Arbeit erklärt, jedoch nur auf den Stickstoffgehalt in einem Futtermittel. Das heißt, dass es sich bei dem Gehalt an Rohprotein, die Grundlage beider Bewertungen, nur um einen Näherungswert handelt. Diese Erkenntnis wurde bei dem niederländischen Verfahren auch schon getroffen, weshalb gegenwärtig auch des Öfteren der Ammoniakgehalt ermittelt wird, um die Gruppe des Rohproteins besser einschätzen zu können.

Die größten Unterschiede zwischen den beiden Verfahren liegen in der Ermittlung des UDP-Gehaltes (in den Niederlanden des beständigen Eiweißes). Während in Deutschland bei den Silagen auf Tabellenwerte zurückgegriffen wird, wird der UDP-Gehalt in den Niederlanden pro Futtermittel spezifisch mittels Schätzformeln ermittelt, wodurch die Schwankungen des UDP-Gehaltes, die vor allem bei wirtschaftseigene Futtermittel (Silagen) hoch sind, besser berücksichtigt werden.

Die Fehler in der Ermittlung des UDP-Gehaltes bewirken auch weitere Fehler in der Berechnung der Menge an Mikrobenprotein, die aus dem untersuchten Futtermittel gebildet werden kann. Dies ist damit begründet, dass die Menge Protein, die im Pansen verbleibt, über den Anteil UDP ermittelt wird. Aber auch bei der Berücksichtigung der Energiemenge, die für die Bildung von Mikrobenprotein notwendig ist, gehen die beiden Verfahren unterschiedliche Wege. Auch hier ist das niederländische Verfahren im Vorteil, da der FOS-Wert als Energieparameter in der Bewertung berücksichtigt wird, wobei beim deutschen Verfahren die umsetzbare Energie berücksichtigt wird, worunter auch die beständige Stärke zählt, die im Pansen jedoch gar nicht verfügbar ist.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass bei der niederländischen Eiweißbewertung mehr Parameter berücksichtigt werden, um eine genauere Prognose der Eiweißsynthese vorhersagen zu können. Aber auch durch die Angabe des Eiweißes als verdauliches Eiweiß und nicht als darmverfügbares Eiweiß, können Rationen genauer berechnet und eingeschätzt werden.

5.3. Gesamtfazit

Grundsätzlich kann man sagen, dass beide Futtermittelbewertungsverfahren für die Praxis nicht abzulehnen sind da sich beide bisher in der Praxis bewährt haben. Beide Verfahren werden von den jeweiligen nationalen Instituten ständig weiterentwickelt und aktualisiert. Die Unterschiede, die bei den Bewertungen nach den beiden Verfahren auftreten, sind oftmals so gering, dass sie kaum merkbare Unterschiede in der Rationsgestaltung hervorrufen würden. Werden jedoch die Erkenntnisse dieser Arbeit berücksichtigt, kann das niederländische Verfahren durchaus empfohlen werden, weil hier die Eiweißbewertung, in Hinblick des DVE und OEB-Wertes, oftmals genauer geschätzt wird. Auch das Berücksichtigen des Zuckergehaltes von Grassilagen in der Energieschätzung dürfte eine genauere Einschätzung des Energiegehaltes geben.

Wenn man sich jedoch für ein Verfahren entscheidet, muss demzufolge auch ein Programm zur Rationsgestaltung verwendet werden, das die ermittelten Parameter berücksichtigen

kann. Bei dem deutschen Verfahren sind auf dem deutschen Markt genügend Softwareprogramme erhältlich, die mit dem deutschen Bewertungsverfahren rechnen. Somit ist es für den Milchviehhalter möglich, die Ration selbst zu berechnen, oder eine von einer Beratungsfirma vorgelegte Ration nachzurechnen.

Das niederländische Verfahren wird in Deutschland vor allem von Milchviehhaltern niederländischer Herkunft verwendet, meistens in Kombination mit einer niederländischen Beratung. Aber auch deutsche Beratungskreise bieten mittlerweile teilweise eine Rationsgestaltung nach dem niederländischen Verfahren an. Auch gibt es in Mecklenburg Vorpommern die BLGG, die, wenn gewünscht, die Futtermittelanalyse nach dem niederländischen Prinzip anbietet.

Für den praktizierenden Milchviehhalter bedeutet dieses, dass, wenn eine Rationsgestaltung und Futtermittelbewertung nach dem niederländischen Verfahren gewünscht ist, dieses auch in Deutschland leicht zu realisieren ist, weil sich in Deutschland schon viele niederländische Unternehmen der Futtermittelbranche und Beratungsfirmen etabliert haben aber auch verschiedene deutsche Unternehmen mit dem niederländischen Verfahren arbeiten. Es zählt jedoch auch die Erfahrung, die ein Milchviehhalter mit einem Bewertungsverfahren hat. Ein bekannter Parameter kann vom Milchviehhalter besser eingeschätzt und verglichen werden als ein neuer Parameter. Daher muss es dem praktizierenden Milchviehhalter überlassen werden, mit welchem Verfahren die Fütterung optimiert wird, und somit der Betrieb für die Zukunft gerüstet werden soll.

6. Zusammenfassung

Diese Arbeit befasst sich mit den verschiedenen Verfahren der Futtermittelbewertung bei Silagen. Es soll Transparenz in bei den verschiedenen Bewertungsverfahren und Parametern geschaffen werden.

Das Augenmerk liegt auf dem deutschen und dem niederländischen Verfahren. Beide Verfahren werden in den jeweiligen Ländern mehr oder weniger getrennt eingesetzt. Doch viele niederländische Milchviehhalter bestehen in Deutschland darauf, dass die Futtermittelparameter und die Ration nach dem niederländischen Verfahren berechnet werden. Ob diese Vorgehensweise begründet ist, soll in dieser Arbeit analysiert werden.

Im ersten Teil der Arbeit wird gezeigt, wie Futtermittel analysiert werden und welche Inhaltsstoffe in der Analyse erfasst werden. Außerdem wird erläutert, welche Verfahren zum Ermitteln der Rohnährstoffe angewendet werden. Aber auch die verschiedenen Verdaulichkeitskriterien, die bei den verschiedenen Verfahren zur Anwendung kommen, werden näher erläutert.

Des Weiteren werden die jeweiligen Bewertungsverfahren vorgestellt. Es wird erläutert, welche Parameter bei den einzelnen Bewertungsverfahren zum Einsatz kommen und welche Grundlage sie haben. Außerdem werden grundlegende und spezielle Formeln gezeigt, die bei den Futtermittelbewertungen benutzt werden.

Anschließend wird mit Hilfe der erfassten Daten von Mais- und Grassilagen analysiert, wo die Unterschiede der Bewertungsverfahren und wo die Vor- und Nachteile der jeweiligen Bewertungsverfahren liegen. Hierzu wurden die untersuchten Silagen nach beiden Bewertungsverfahren untersucht und ausgewertet, was einen genauen Vergleich der Verfahren ermöglicht. Aber auch die Ursachen für eine eventuelle, durch das angewendete Verfahren bedingte Über- oder Unterbewertung werden aufgedeckt und dargestellt.

Zum Schluss können in dieser Arbeit Aussagen über die Vor- und Nachteile der angewendeten Verfahren gemacht werden. Es wird geklärt, in welchen Fällen bestimmte Verfahren eine unangebrachte Herangehensweise vorlegen und welche Auswirkungen diese haben.

Eidesstattliche Erklärung

Familienname: Bruijnen

Vorname: Paulus

Geburtsdatum: 25.01.1986

Ich, Paulus Bruijnen, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit mit besten Wissen und Gewissen selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, wurden kenntlich gemacht.

Weitere Personen waren an der inhaltlichen und materiellen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Niemand hat von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Bachelorarbeit stehen.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)

Abbildungsverzeichnis

1. Abb. 1: Übersicht der Weender Analyse (http://www.degupedia.de/abd/grafiken/weender_analyse.png Stand: 22.01.2009).....	15
Abb. 2: Vergleich der Analyse nach Weender und nach van Soest (http://www.blgg.de/sites/blgg/de/blggde.nsf/dx/Analysemethode.gif/\$file/Analysemethode.gif Stand: 24.02.2009).....	20
Abbildung 3: Ein NIRS-Gerät (Dinse, 2008).....	24
Abbildung 4: Aufteilung der Energie in einem Futtermittel in verschiedene Stufen (nach BURGSTALLER 1999).....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgewählte Analysenergebnisse der 79 untersuchten Maissilagen.....	47
Tabelle 2: Vergleich von Maissilagen mit niedrigen und hohen Energiegehalten in MJ NEL je kg TM	49
Tabelle 3: Auswertung der untersuchten Grassilagen	51
Tabelle 4: Gewichtung der Rohnährstoffgruppen bei der Energiebewertung von Grassilagen (eigene Berechnung).....	53
Tabelle 5: Vergleich von Grassilagen mit niedrigen und hohen MJ NEL-Gehalt	54

Literaturverzeichnis

BLGG PARCHIM (2009) a: Exceldatei zur Bewertung von Futtermitteln nach dem deutschen Verfahren, Produzent: BLGG

BLGG PARCHIM (2009) b: Exceldatei zur Bewertung von Futtermitteln nach dem niederländischen Verfahren, Produzent: BLGG

BURGSTALLER G. (1999): Praktische Rinderfütterung, Landbuch Verlag, Hannover

CVB (2005): Veevoedertabel 2005, gegevens over chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen, Centraal Veevoederbureau, Lelystad

DE BOEVER J. L.; COTTYN B. G.; BUYSSE F. X.; WAINMAN F. W.; VANACKER J. M. (1986): The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs of ruminants, Anim. Feed Sc. Technol. 14

DLG (1997): DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder 2001, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

HERTWICH F: (2004): Energetische Bewertung von Gras und Graskonservaten von Grünlandflächen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität, 45. Fachtagung des DLG-Ausschusses: „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, Fulda

NEHRING K. (1963): Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde, Neumann Verlag, Leipzig

PDV (2005): Productschap Diervoeder, actualisatie van de VEM en VEVI-waardering van ruwvoeders, unter: <http://www.pdv.nl/nederland/Voederwaardering/page2136.php>, eingesehen am: 06.03.2009

VON LENGERKEN, J. (2004): Qualität und Qualitätskontrolle bei Futtermitteln, Methodik-Analytik-Bewertung, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

VON LENGERKEN, J.; ZIMMERMANN K. (1991): Handbuch Futtermittelprüfung, DLG-Verlag, Berlin

www.gesetze-im-internet.de: Futtermittelverordnung, Futtermittelverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Mai 2007 (BGBl. I S.770), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 20. Februar 2009 (BGBl. I S.400), unter: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/futtmv_1981/gesamt.pdf, eingesehen am: 01.01.2009

Weitere Quellen

SCHULDT A. (2008): Vorlesungsaufzeichnungen aus der Vorlesung zum Modul B-WPH10 Rationsgestaltung und Fütterung Wiederkäuer, Hochschule Neubrandenburg

STRUBELT C. (2009): persönliche Informationen, Vorgehen bei einer Futtermittelanalyse, in besonderer Betrachtung der Silagenanalysen (13.02.2009), BLGG Parchim

STRUBELT V. (2009): persönliche Informationen, Protein- und Energiebewertung von Futtermitteln (13.02.2009), BLGG Parchim

Die vorliegende Arbeit wurde von einem Lektor auf deutsche Rechtschreibung und Grammatik korrigiert.

Anhang

Probenahmebegleitschein der BLGG Parchim für Grundfuttermitteln

Kundenzettel

Blgg Deutschland GmbH - Lübzer Chaussee 12 - 19370 Parchim
 Tel. 03871-226696 Fax 03871-226697 e-mail: info@blgg.de
 Registrier-Nr.: DAP-PL 3783.00

Auftrag Grundfutteruntersuchung – Probenahmebegleitschein 2009

Betrieb:	Kunden Nr.:
Straße:	Telefon:
PLZ, Ort:	Telefax:
	E-mail:

Ergebnisse über: Fax Einsender:
 Post Probenehmer:
 e-mail Datum der Probenahme:

Futterart:

Probe Nr. d. Einsenders:..... Lagerort:

Angaben zur Probe: Dauergrünland Ackergras
 I. Schnitt II. und
 Erntejahr:..... folgende Schnitte

sonstige Bemerkungen:

Nasschemisch Untersuchungsumfang (bitte ankreuzen)

Paketpreise:* incl Futterwertangaben	€	sonstige Untersuchungen	€
<input type="checkbox"/> TS, Ra, Rp, Rfa	28,50	<input type="checkbox"/> Alkohol	20,50
<input type="checkbox"/> TS, Ra, Rp, Rfa, Zucker	38,50	<input type="checkbox"/> Reineiweiß	20,50
<input type="checkbox"/> TS, Ra, Rp, Rfa, Zucker, Nitrat	46,00	<input type="checkbox"/> ADF, NDF, ADL	je 12,80
<input type="checkbox"/> TS, Ra, Rp, Rfa, Stärke	38,50	<input type="checkbox"/> pu-Rp	10,80
<input type="checkbox"/> Gesamtgärsäureanalyse TS, Rp, pH, NH ₃ , ES, BS, MS, Ausw.	73,70	<input type="checkbox"/> chemische Fraktionierung des Rohproteins	65,00
<input type="checkbox"/> Kompletanalyse (TS, Ra, Rp, Rfa, Zucker oder Stärke, Gesamtgärsäure)	94,10	<input type="checkbox"/> Mineralstoffe Ca, P, Na, Mg, K	je 5,20
<input type="checkbox"/> DCAB (TS, K, Na, Cl, S)	28,00	<input type="checkbox"/> Spurenelemente: Cu, Zn, Fe, Mn je	6,30
<input type="checkbox"/> Mineralstoffe (Ca, P, K, Na, Mg)	21,00	<input type="checkbox"/> ELOS (Cellulasemethode)	28,10

weitere Untersuchungen:

* Preise sind Nettopreise; die zum Zeitpunkt der Rechnungslegung gültige gesetzl. MWst kommt hinzu.


Futterbewertung: deutsch niederländisch

Probeneingang:

Journal-Nr.:

Unterschrift Auftraggeber: **Unterschrift Probenehmer:**

Leitfaden für die sensorische Prüfung von Grundfuttermitteln



Sensorische Prüfung von Grobfutter

Schnittzeit

Gräser	Leguminosen	Mais	Getreideganzpflanzen	
vor dem Ähren-/ Rispen-schieben	vor der Knospe in der Knospe	Beginn der Kolbenbildung	Ende der Blüte in der Milchreife	
im Ähren-/ Rispen-schieben	Beginn bis Mitte Blüte	in der Milchreife Beginn der Teigreife in der Teigreife	Beginn der Teigreife	
Beginn bis Mitte Blüte Ende der Blüte	Ende der Blüte	Ende der Teigreife	Ende der Teigreife	

Farbe

Gräser	Leguminosen	Mais	Getreideganzpflanzen	
grün hellgrün dunkelgrün	grünbräunlich braun hellbraun bräunlich	dunkelbraun gelblich gelblich-grünlich gelblich-bräunlich	gebleicht schwach gebleicht stark gebleicht grau	

Geruch

Gräser	Leguminosen	Mais	Getreideganzpflanzen	
angenehm säuerlich stark sauer brotartig gärig stark brandig tabakartig	sehr gut gut noch angenehm aromatisch faulig kompostartig	fremdartig fade unangenehm arteigen	heuartig angesengt muffig stark muffig stinkend	tabakartig-stechend kohlartig-stechend stark angesengt brandig dumpf

verpilzte Teile: < 5 % 5 – 10 % 11 – 30 % > 30 %

Schimmel: ohne 5 – 10 % 10 – 30 % > 30 %

Besatz (Stoppelreste, Wurzeln, Schmutz): ohne gering mittel stark

Minderwertige Kräuter: < 5 % 5 – 10 % 11 – 20 % > 20 %

Beispiel einer Futtermittelanalyse, die nach zwei Verfahren ausgewertet wurde

ANALYTIKLABOR FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT

Blgg Deutschland GmbH
Lübzer Chaussee 12
19370 Parchim



Tel.: +49(0)3871-226696
Fax.: +49(0)3871-226697
www.blgg.de
info@blgg.de

Registrier-Nr.: DAP-PL- 3783.00

Auftraggeber	Firma
--------------	-------

Prüfbericht

Auftrag : 15.10.2008	Probenahme : keine Angabe
Aktennummer : 993-08-3	Probeneingang : 15.10.2008
Journalnummer : S 8449	Prüfzeitraum : 15.10. – 20.10.2008
Probenart : Maissilage 2008	Kundennummer :
Proben-Nr. :	Seitenzahl : 1 von 3

Sensorische Prüfung

Gefüge : gehäckselt	Schnittzeitpunkt : Ende der Teigreife
Geruch : angenehm	Verschmutzung : keine
Farbe : grün-gelblich	Schimmelpilzbefall : ohne

Chemisch-analytische Prüfung

Untersuchungsparameter	Frischmasse	Trockenmasse	Methode
Trockensubstanz (g/kg)	374	1000	VDLUF A III 3.1
Rohasche (g/kg)	13	34	VDLUF A III 8.1
Rohprotein (g/kg)	28	76	VDLUF A III 4.1.1
Rohfaser (g/kg)	56	151	VDLUF A III 6.1.4
Stärke (g/kg)	140,4	375,1	VDLUF A III 7.2.1
ADF org. (g/kg)	69	184	VDLUF A III 6.5.2
NDF org. (g/kg)	141	376	VDLUF A III 6.5.1
ADL (g/kg)	9,5	25	VDLUF A III 6.5.3
Ca (g/kg)	0,73	1,95	VDLUF A VII 2.2.2.6
P (g/kg)	0,72	1,92	VDLUF A VII 2.2.2.6
Mg (g/kg)	0,59	1,57	VDLUF A VII 2.2.2.6
K (g/kg)	3,99	10,65	VDLUF A VII 2.2.2.6
Na (g/kg)	0,02	0,05	VDLUF A VII 2.2.2.6
Cl (g/kg)	0,59	1,57	DIN 38405 D 1
S (g/kg)	0,06	0,17	VDLUF A VII 2.2.2.6
NH ₃ (g/kg)	0,39		VDLUF A III 4.8.1
pH-Wert	3,82		
Flüchtige Fettsäuren	Seite 3 / 3		analog DIN 38407 F
Milchsäure	Seite 3 / 3		nach Haacker u.a., 1983

V. Strubelt
Prokuristin

C. Strubelt
Laborleiterin

Eingetragen beim Amtsgericht Schwerin HRB 7397
Geschäftsführer: Jan Bakker

Steuer-Nr.: 089/106/02927
Bankverbindung : VR-Bank eG , BLZ 14091464 , Kto.-Nr. 7749430

Auswertung

		Frischmasse	Trockenmasse
Umsetzbare Energie ME	(MJ/kg)	4,3	11,6
Nettoenergie-Laktation NEL	(MJ/kg)	2,7	7,1
Nutzb. Rohprotein nXP	(g/kg)	51,6	138
Im Pansen unabbaubares Rohprotein UDP	(g/kg)	7,1	19
Ruminale Stickstoffbilanz RNB	(g/kg)	-3,7	-10
VEM	(/kg)	371	991
DVE	(g/kg)	20	53
OEB	(g/kg)	-12	-31
VEVI	(/kg)	388	1038
VOS	(g/kg)		741
FOS	(g/kg)		532
VCOS	(%)		76,8
DV Lysin	(g/kg)		3,4
DV Methionin	(g/kg)		1,3
NFC	(%)		48,4
DCAB	(meq/kg)		+220
Hendrix ⁺ -UTD			
VBHKI			240
VBVZI			-54
VBIMLK			55
VBIFAT			305
VBIPRT			107

Beurteilung - Ergebnisse

--

V. Strubelt
 Prokuristin

C. Strubelt
 Laborleiterin

Eingetragen beim Amtsgericht Schwerin HRB 7397
 Geschäftsführer: Jan Bakker

Steuer-Nr.: 089/106/02927
 Bankverbindung : VR-Bank eG , BLZ 14091464 , Kto.-Nr. 7749430

AN: 993-08-3 J.Nr. S 8449

Untersuchungsbe fund Gärsäure:

Identifikation:	Maissilage	
J.Nr.:	S 8449	
Parameter	Gehalte in g/kg OS	Gehalte in g/kg TS
Trockenmasse	374	1000
Essigsäure	5,21	13,93
Propionsäure	0,04	0,11
i-Buttersäure	n.n.	n.n.
n-Buttersäure	n.n.	n.n.
i-Valeriansäure	n.n.	n.n.
n-Valeriansäure	n.n.	n.n.
n-Caprinsäure	n.n.	n.n.
Milchsäure	25,03	66,93
NH ₃	0,39	
NH ₃ -N Anteil in % Gesamt-N	6,7	
pH-Wert	3,82	

DLG-Gärfutterschlüssel: Punkte: 100 Gärqualität: sehr gut (1)

Beurteilung - Ergebnisse

Lagerfähigkeit stabil!

Bemerkungen : OS = Frischmasse; TS = Trockenmasse; n.n. = nicht nachweisbar
 Archivierung : Prüfgegenstand: 3 Monate
 Daten/ Bericht : unter o.g. Aktennummer archiviert
 Bearbeiter : H. Otto
 Datum : 20.10.2008
 Hinweise : Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

V. Strubelt
 Prokuristin

C. Strubelt
 Laborleiterin

Eingetragen beim Amtsgericht Schwerin HRB 7397
 Geschäftsführer: Jan Bakker

Steuer-Nr.: 089/106/02927
 Bankverbindung : VR-Bank eG , BLZ 14091464 , Kto.-Nr. 7749430