

# Riswicker Ergebnisse 1/2013

## I. Energetische Futterwertprüfung Jahresüberblick 2012

- geprüfte Mischfutter für: - Kühe  
- Rinder  
- Schafe

mit ergänzenden Auswertungen zu

- Proteinkennwerten
- Stärke- und Zuckergehalten
- aNDFom und ADFom

## II. Futterbewertung

- Überprüfung der Energieschätzgleichungen für Rindermischfutter
- Futterwert von Luzerneheu

Fachbereich Tierproduktion: Dr. Martin Pries, Annette Menke

VBZL Haus Riswick, Kleve: Ludger Steevens

[www.riswick.de](http://www.riswick.de) und [www.landwirtschaftskammer.de](http://www.landwirtschaftskammer.de)

**Impressum:**

Herausgeber: Fachbereich 71 – Tierproduktion, Münster  
Redaktion: Dr. Martin Pries, Tel.: 02 51 / 23 76 – 9 13  
martin.pries@lwk.nrw.de  
Annette Menke, Tel.: 02 51 / 23 76 – 6 13  
annette.menke@lwk.nrw.de

**Mitarbeit:**

Christoph Hoffmanns, Dr. Klaus Hünting, Arno Küster, Ludger Steevens,  
Claudia Verhülsdonk,  
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Kleve  
Ralf Kortwinkel, Kreisstelle Coesfeld

**Druck:**

Fachbereich 12, Digitaldruckcenter Bonn

Juni 2013

## Vorwort

Die Qualität von Futtermitteln wird auf der Basis wissenschaftlicher Forschungen zunehmend präziser und umfassender untersucht und mit verschiedenen Kennwerten beschrieben.

Trotzdem behält die Futterwertprüfung als „Warentest am Tier“ eine herausragende Stellung, auch als Referenzwert für die in der Praxis angewandten Schätzgleichungen. Die Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Hammeln im VBZL Haus Riswick liefern dabei fortlaufend einen wesentlichen Beitrag zum Controlling der Futtermittelqualität. Die Tests sind objektiv und neutral. Die Ergebnisse geben der landwirtschaftlichen Praxis, der Beratung und auch der Futtermittelwirtschaft ein fortgeschriebenes Spiegelbild der im Markt angebotenen Milchleistungsfutter, Mischfutter für die Kälber-, Bullen- und Schaffütterung sowie für verschiedene Einzelfuttermittel und TMR-Mischungen.

Die energetische Futterwertprüfung ist gleichzeitig fester Bestandteil der Fütterungsversuche im VBZL Haus Riswick.

Als zweiter Schwerpunkt der Riswicker Untersuchungen ist die im Jahr 2012 durchgeführte Überprüfung der Schätzgleichungen für den Energiegehalt von Rindermischfutter hervorzuheben.

Unterstellt man das Ergebnis des Hammeltests als Referenz- oder wahren Wert, so müssen alle Verfahren zur Schätzung des Energiegehaltes daran gemessen werden. Das Ausmaß möglicher systematischer Verzerrungen sowie die Schätzfehler dieser Verfahren werden statistisch ermittelt und bewertet und liefern auch dem Gesetzgeber wertvolle Hinweise für die Ausgestaltung der Vorgaben im Futtermittelrecht.

Die energetische Futterwertprüfung sowie die Futterbewertung bilden neben den praxisorientierten Fütterungsversuchen einen Schwerpunkt der Arbeiten im VBZL Haus Riswick. Als Instrument für die Praxis, für die Beratung und für die Futtermittelwirtschaft werden die Tests auch in den Folgejahren fortgesetzt.

**Dr. Friedhelm Adam**

Fachbereich 71, Tierproduktion

## Verzeichnis der Abkürzungen

<b>ADFom</b>	Säure-Detergenzien-Faser, aschefrei (acid detergent fibre)
<b>ELOS</b>	Enzymlöslichkeit der organischen Substanz, Cellulase-Löslichkeit
<b>Gb</b>	Gasbildung
<b>GfE</b>	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
<b>ME</b>	Umsetzbare (metabolische) Energie
<b>MJ</b>	Mega-Joule
<b>MLF</b>	Milchleistungsfutter
<b>aNDFom</b>	Neutral-Detergenzien-Faser, amylasebehandelt, aschefrei (neutral detergent fibre)
<b>NEL</b>	Nettoenergie-Laktation
<b>NFC</b>	Nichtfaser-Kohlenhydrate (non-fibre carbohydrates) =TM-(XA+XL+XP+NDFom)
<b>nXP</b>	nutzbares Rohprotein am Dünndarm
<b>OR</b>	organischer Rest (TM-XA-XL-XF)
<b>RNB</b>	Ruminale Stickstoffbilanz
<b>TM</b>	Trockenmasse
<b>UDP</b>	im Pansen unabbaubares Rohprotein
<b>XA</b>	Rohasche
<b>XF</b>	Rohfaser
<b>XL</b>	Rohfett
<b>XP</b>	Rohprotein

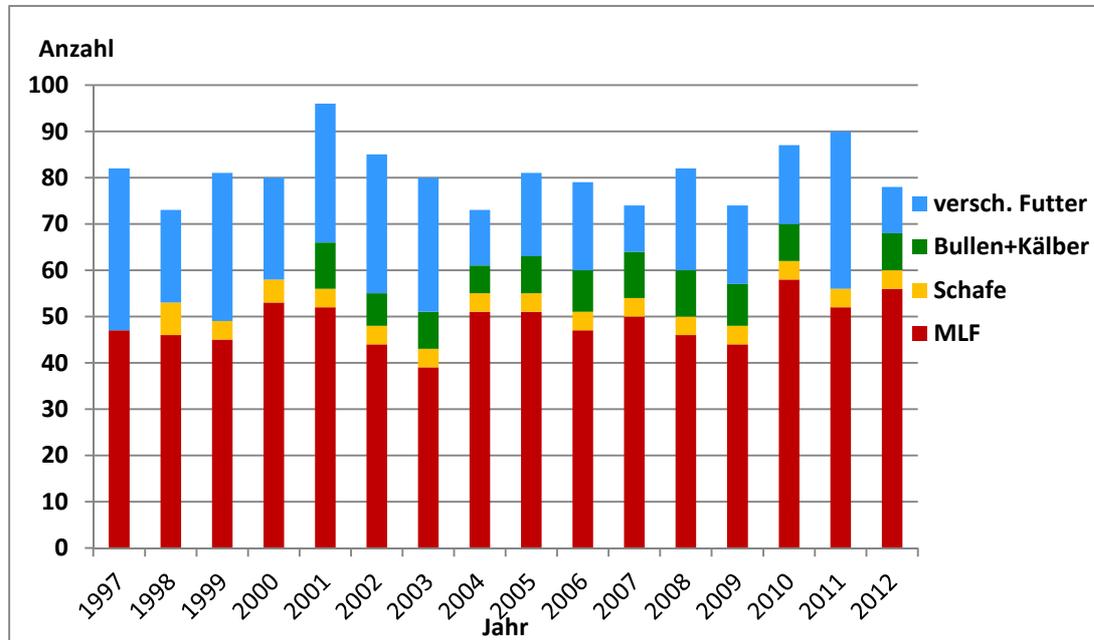
## **Energetische Futterwertprüfung**

### **Verdaulichkeitsmessungen mit Hilfe von Hammeln**

Im vergangenen Jahr wurden insgesamt 79 Futter im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Kleve, an Hammeln auf die Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe untersucht. Die verdaulichen Roh Nährstoffe sind Grundlage für die Bestimmung der Gehalte an Umsetzbarer Energie (ME) und Nettoenergie Laktation (NEL). Die Ermittlung der Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe kann exakt nur im Rahmen von Verdaulichkeitsmessungen vorgenommen werden, wo zu in der Regel fünf Hammel je Futter zum Einsatz kommen. Das Vorgehen in der Energiebestimmung orientiert sich an den wissenschaftlichen Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1991). Vom Institut für Tierwissenschaften, Abteilung Tierernährung, unter Leitung von Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum erfolgt bei Bedarf eine ergänzende wissenschaftliche Betreuung.

Die Prüfungen erfolgen zum einen im Rahmen der energetischen Futterwertprüfung von Handelsmischfuttern für Wiederkäuer und zum anderen zur Ermittlung der Energiegehalte in Einzelfuttern, in speziell konzipierten Mischfuttern sowie in Totalen Mischrationen (TMR) aus Riswicker Versuchsvorhaben.

Der Abbildung 1 kann entnommen werden, dass im Durchschnitt jährlich etwa 80 Futter geprüft werden. Die Milchleistungsfutter stellen hierbei zahlenmäßig das größte Prüfkontingent dar.



**Abb. 1:** Anzahl der geprüften Futter in den letzten 15 Jahren, ab 2001 mit Bullen und Kälberfutter

Die Übersicht 1 informiert darüber, welche Futtertypen in welchem Umfang im aktuellen Berichtsjahr geprüft wurden.

#### Übersicht 1: Geprüfte Futter in 2012

	Anzahl
<b>Handelsfuttermittel</b>	
Mischfutter für Kühe (56), Rindermast (8) und Schafe (4)	68
<b>Futter aus Riswicker Fütterungsversuchen</b>	
Luzerneheu	1
4 x TMR	4
<b>Auftragsprüfungen</b>	
Milchleistungsfutter	2
Einzelkomponenten	4
<b>Gesamt in 2012</b>	<b>79</b>

Im Vergleich zum Vorjahr wurden deutlich mehr Mischfutter für Wiederkäuer geprüft, was durch den geringeren Prüfungsumfang von Einzelkomponenten erklärt werden kann. Die Gesamtzahl der geprüften Futter liegt etwas unterhalb des vorjährigen Prüfungsumfangs.

Den größten Anteil bei den 68 Mischfuttern für Kühe, Mastrinder und Schafe nahmen die Kraftfutter für Milchkühe mit 56 Futtern ein. Daneben wurden verschiedene Versuchsmischungen und Einzelkomponenten geprüft.

## **I. Energetische Futterwertprüfung für Mischfutter**

Die zu prüfenden Futter werden für die energetische Futterwertprüfung beim Landwirt oder im Handel gezogen. Im Differenzversuch erfolgt die Bestimmung der Verdaulichkeiten an Hammeln. In den Versuchsgruppen werden 400 g Heu und 600 g des zu prüfenden Mischfutters je Tier/Tag verfüttert. Je Prüffutter wird an fünf Hammeln nach einer zweiwöchigen Anfütterung über sieben Tage neben dem Futter auch der Kot mengenmäßig erfasst. Die Analysen von Futter und Kot erfolgen in der LUFA NRW und teilweise bei der LKS-Lichtenwalde. Aus den verdaulichen Nährstoffen wird der Energiegehalt für das Prüffutter nach den Vorgaben der GfE (2001) berechnet.

Zur Bewertung der so bestimmten Energiegehalte erfolgt eine Gegenüberstellung mit den Angaben des Herstellers. Hierbei wird in Anlehnung an das Futtermittelrecht bei der ME eine Toleranz von 0,40 MJ und bei der NEL von 0,25 MJ/kg Futter in Ansatz gebracht. Die Ergebnisse der Prüfung werden durch die landwirtschaftlichen Wochenblätter in NRW (LZ Rheinland, Wochenblatt Westfalen-Lippe) und im Internet unter [www.riswick.de](http://www.riswick.de) publiziert.

In 2012 wurden 56 Mischfutter für Milchkühe, acht Mischfutter für Mastrinder und vier Mischfutter für Schafe geprüft und bewertet. Je ein Milchleistungsfutter und ein Rindermastfutter konnten auf Grund einer zu großen Streuung (über 3 %) der verdaulichen organischen Masse nicht veröffentlicht werden.

Die Ergebnisse werden nachfolgend getrennt für die einzelnen Futtertypen dargestellt. Um die Aussage der Auswertung zu erhöhen, werden die Ergebnisse vorhergehender Jahre einbezogen.

## Milchleistungsfutter

Die 56 Milchleistungsfutter (MLF) stammten von insgesamt 28 Herstellern aus verschiedenen Kraftfutterwerken. Bei diesem Prüfumfang ist davon auszugehen, dass die in Nordrhein-Westfalen am Marktgeschehen beteiligten Hersteller flächendeckend am Mischfüttertest beteiligt sind.

Die geprüften und veröffentlichten Futter verteilen sich bezüglich der deklarierten Energiegehalte wie folgt:

Anzahl MLF	Energiedeklaration
2 x	<b>Energiestufe 2 (6,2 MJ NEL/kg)</b>
20 x	<b>Energiestufe 3 (6,7 MJ NEL/kg)</b>
2 x	6,8 MJ NEL/kg
32 x	<b>Energiestufe &gt;3 (min. 7,0 MJ NEL/kg)</b> , davon
	23 x 7,0 MJ NEL/kg
	4 x 7,1 MJ NEL/kg
	4 x 7,2 MJ NEL/kg
	1 x 7,4 MJ NEL/kg

Mit 32 Futtern lag in 2012 der Schwerpunkt der Prüfaktivität eindeutig im Bereich der Futter, die der Energiestufe >3 angehören sollen. Hierdurch wird dem gestiegenen Marktanteil dieser Futter Rechnung getragen.

Die Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Energetischen Futterwertprüfung für das Jahr 2012. Zur besseren Einordnung der Ergebnisse sind vier weitere Prüfjahre mit angegeben. So wurde von 56 Milchleistungsfuttern in insgesamt 49 Fällen der deklarierte Energiewert durch die Verdaulichkeitsbestimmung am Hammel bestätigt oder ein höherer Energiegehalt ermittelt.

**Tab. 1:** Ergebnisse der Energetischen Futterwertprüfung von Milchleistungsfuttern der letzten 5 Jahre

Jahr	geprüfte Milchleistungsfutter	davon Deklaration bestätigt %	geprüfte Energiestufen (Anzahl Futter)					
			2		3		>3	
			+	-*	+	-	+	-
<b>2012</b>	<b>56</b>	<b>88</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>4</b>
2011	52	94	4	0	13	0	32	3
2010	57	95	4	0	24	2	26	1
2009	44	95	2	0	15	0	25	2
2008	45	96	0	0	19	1	24	1

\*) + = Deklaration bestätigt; - = Deklaration nicht bestätigt

Insgesamt konnte in 88 % der Prüfungen der deklarierte Energiegehalt bestätigt werden. Die MLF mit einer nicht bestätigten Deklaration gehörten überwiegend der Energiestufe >3 an. Gegenüber den Vorjahren ergibt sich eine deutlich geringere Bestätigungsquote.

Die Tabelle 2 zeigt die Verdaulichkeit der organischen Masse in Abhängigkeit der Energiestufen. Bezogen auf die vereinbarten Energiestufen bestätigen sich auch in 2012 vergleichbare Verdaulichkeiten wie in den letzten Jahren. Mischfutter der Energiestufe 2 weisen eine Verdaulichkeit der organischen Masse von etwa 78 bis 79 % auf, Futter der Stufe 3 werden im Mittel zu 83 bis 84 % verdaut, und in der Energiestufe >3 werden Verdaulichkeiten von mehr als 86 % erreicht.

**Tab. 2:** Verdaulichkeit der organischen Masse (%) der geprüften Futter in Abhängigkeit der Energiestufe

Jahr	am Hammel ermittelte Energiestufe		
	2	3	>3
<b>2012</b>	<b>78,0</b>	<b>82,6</b>	<b>86,7</b>
2011	78,7	83,3	86,5
2010	79,2	83,5	86,1
2009	78,8	83,1	86,3
2008	81,5	84,4	86,8
2007	77,3	84,0	86,6

### - Proteinkennwerte

Bei den Kennzahlen zum Protein sind die Größen Rohprotein (XP), nutzbares Rohprotein am Dünndarm (nXP) sowie die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) von Bedeutung. Die Tabelle 3 informiert über die Proteinkennwerte der geprüften Futter der Energiestufen 3 und >3.

Eiweißreiche Ergänzungsfutter wurden in dieser Auswertung nicht berücksichtigt. Im Mittel besitzen die geprüften Futter der Stufe 3 einen Rohproteingehalt von 191 g/kg. Um den deklarierten nXP-Wert von im Mittel 168 g/kg zu erreichen, müsste ein UDP-Wert (im Pansen unabgebautes Rohprotein) von 31 % gegeben sein. Futter der Stufe >3 haben etwas höhere Proteinkennwerte. Beachtenswert sind die großen Unterschiede in den nXP-Angaben und damit einhergehend die Schwankungen bei den erforderlichen UDP-Werten.

**Tab. 3:** Erforderlicher UDP-Wert (%) zur Einhaltung der nXP-Angabe des Herstellers nach der Energiebestimmung am Hammel und der analysierten Rohproteinwerte, MLF aus 2004 – 2011\*

	<b>Anzahl Futter</b>	<b>Analysierter Rohproteingehalt g/kg</b>	<b>nXP-Angabe g/kg</b>	<b>erforderlicher UDP-Wert, %</b>
Energiestufe 3	171	191	<b>168</b> (138 – 220)	<b>31</b> (4 – 57)
Energiestufe >3	195	194	<b>174</b> (135 – 205)	<b>31</b> (0 – 49)

\*ohne eiweißreiche Ergänzungsfutter, ( ) Spanne von .. bis

### - Stärke und Zucker

Zu einer umfangreichen Rationsberechnung gehört auch eine differenzierte Betrachtung der Kohlenhydratversorgung der Milchkühe. Aus diesem Grund werden die Prüffutter auf den Gehalt an Zucker und Stärke analysiert. Die Ergebnisse dieser Analysen in Abhängigkeit der Energiestufen werden in der Tabelle 4 dargestellt. Über alle geprüften Futter hinweg variiert der Zuckergehalt zwischen 31 und 110 g/kg. Damit ist eine ähnliche Spannweite wie im Vorjahr (44 – 98 g/kg) gegeben.

Bei den Gehalten an Stärke zeigt sich eine klare Abhängigkeit von der Energiestufenzugehörigkeit. Die Futter in Stufe >3 haben deutlich höhere Stärkegehalte als die Futter der Stufe 3 bzw. 2.

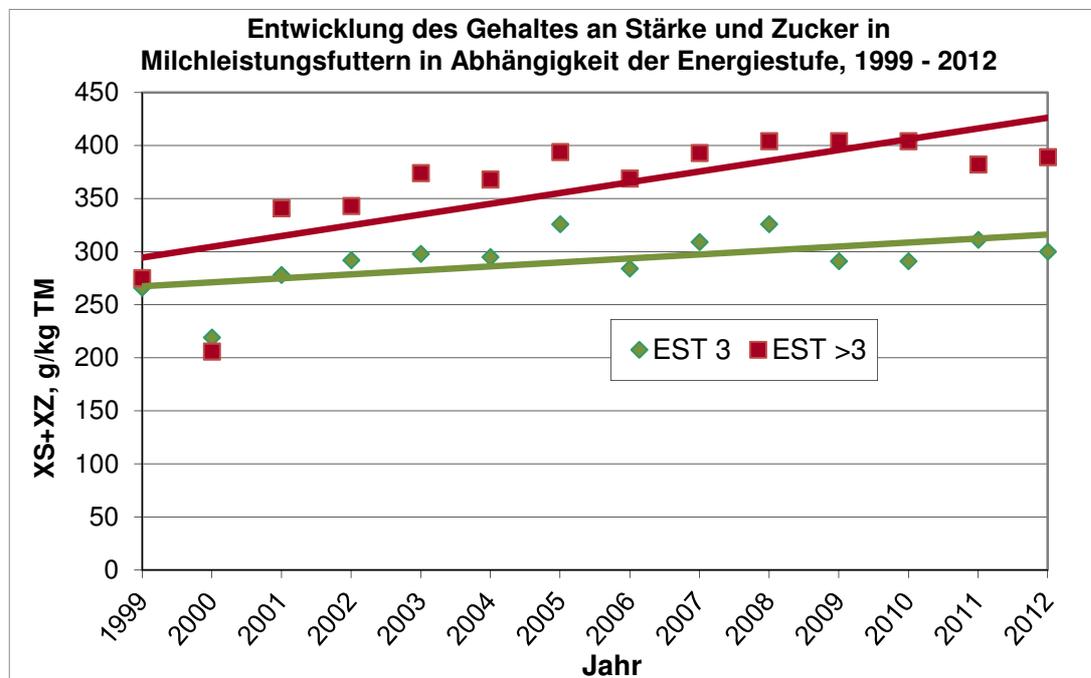
**Tab. 4:** Kohlenhydratfraktionen in Abhängigkeit der deklarierten Energiegehalte (Angaben in g/kg bei 88 % TM)

<b>Futtertyp</b>	<b>Anzahl Futter</b>	<b>Zucker</b>	<b>Stärke</b>	<b>aNDFom <sup>1)</sup></b>	<b>ADFom <sup>2)</sup></b>
eiweißreiche Ausgleichsfutter (mehr als 24 % XP)	8	<b>74</b> (65 – 83)	<b>108</b> (37 – 281)	<b>240</b> (144 – 341)	<b>146</b> (77 – 204)
Energiestufe 2	1	<b>51</b>	<b>83</b>	<b>341</b>	<b>204</b>
Energiestufe 3	20	<b>75</b> (39 – 110)	<b>189</b> (109 – 258)	<b>297</b> (189 – 389)	<b>143</b> (108 – 190)
Energiestufe >3	27	<b>68</b> (31 – 93)	<b>274</b> (188 – 575)	<b>225</b> (65 – 304)	<b>109</b> (17 – 172)

<sup>1)</sup> aNDFom: Neutral-Detergenzien-Faser, amylasebehandelt, aschefrei, <sup>2)</sup> ADFom: Säure-Detergenzien-Faser, aschefrei; ( ) Spanne von - bis

Die Gehalte an aNDFom (Neutral-Detergenzien-Faser, amylasebehandelt aschefrei) und ADFom (Säure-Detergenzien-Faser, aschefrei) können ebenfalls der Tabelle 4 entnommen werden. Die Größe ADFom findet Verwendung in der vom Verordnungsgeber vorgeschriebenen Energieschätzungsgleichung für Mischfutter, die im Rahmen der amtlichen Futtermittelüberwachung zum Einsatz kommt. Im Wesentlichen beschreibt aNDFom den Anteil von Zellwandmaterial in dem Futter. Chemisch betrachtet werden in der Analyse die Strukturkohlenhydrate Hemicellulose, Cellulose und Lignin erfasst. Die Werte lassen eine deutliche Abhängigkeit von der Energiestufe erkennen. Futter mit einem höheren Energiegehalt weisen niedrigere aNDFom-Werte auf. Innerhalb einer Energiestufe bestehen jedoch große Unterschiede zwischen den aNDFom-Gehalten, so dass im Einzelfall ein energiereiches MLF sowohl mit niedrigen als auch mit hohen aNDFom-Werten ausgestattet sein kann. Diese Feststellung gilt ebenfalls für die Größe ADFom.

Der Abbildung 1 kann entnommen werden, dass in den letzten 12 Jahren ein stetiger Anstieg der Stärke- und Zuckergehalte zu beobachten ist. Dabei ist die Steigerung bei den Futtern der Stufe >3 besonders auffällig.



**Abbildung 1:** Entwicklung der mittleren Gehalte an Stärke und Zucker in Milchleistungsfuttern in Abhängigkeit der Energiestufen (EST)

Die Gehalte an Stärke und Zucker liegen hier in den letzten Jahren in einer Größenordnung von etwa 400 g/kg TM. Angesichts dieser hohen Gehalte bei einer ebenso großen Variation zwischen den Futtern gewinnt die Forderung nach Angaben zum Gehalt an Stärke und Zucker auf dem Sackanhänger bzw. den Begleitpapieren eine besondere Wichtigkeit. Für die Vorhersage der Fermentationsvorgänge im Pansen sind der Stärkegehalt der Ration und auch die Stärkeherkunft von größter Relevanz. Gerade für Kühe in der Hochlaktationsphase sowie grundsätzlich für alle Milchkühe sollten acidotische Pansenverhältnisse unbedingt vermieden werden.

### **- Deklarationstreue im Überblick**

Die in 2012 geprüften Milchleistungsfutter verteilen sich auf 28 Hersteller. Durch Firmenzusammenschlüsse und Umbenennungen ist ein stetiger Wandel gegeben. Soweit durch die Bezeichnung klar ersichtlich, wurden in der Tabelle 5 die Ergebnisse der früheren Firmen mit einbezogen. Gelistet sind die Ergebnisse der in 2012 geprüften Hersteller mit der jeweiligen Anzahl der geprüften und der Anzahl der im Energiegehalt bestätigten Futter sowie die Ergebnisse der Jahre 2010 und 2011.

Je nach Hersteller beläuft sich die Anzahl der in 2012 geprüften Futter auf 1 bis 5 und 1 bis 13 im Zeitraum 2010 bis 2012. Im Prüfjahr 2012 wurde bei sechs Firmen in jeweils einem oder zwei Futtern eine Abweichung des deklarierten Energiewertes von dem Ergebnis der energetischen Futterwertprüfung gefunden.

Maßgebend ist die Deklarationstreue im Laufe der Zeit. Im Dreijahreszeitraum haben von den 28 Mischfutterherstellern 18 in allen Prüfungen keine Abweichung zwischen Deklaration und Befund aufzuweisen. Bei insgesamt zehn Firmen ergab sich eine Beanstandung, wobei ein Hersteller in 2012 mit zwei Futtern den Energiegehalt nicht eingehalten hat.

**Tab. 5:** Ergebnisse der Energetischen Futterwertprüfung der in 2012 geprüften Hersteller im Zeitraum von 2010 – 2012 (Anzahl Milchleistungsfutter)

Name und Ort der Hersteller	2012		2011		2010		Summe	
	ge- prüft	be- stätigt <sup>1)</sup>	ge- prüft	be- stätigt <sup>1)</sup>	ge- prüft	be- stätigt <sup>1)</sup>	ge- prüft	be- stätigt
<b>Agravis Raiffeisen</b> , Münster, Minden	3	1	4	3	3	3	<b>10</b>	<b>7</b>
<b>Agrifirm Deutschland</b> , Neuss, Drentwede	5	5	4	4	4	4	<b>13</b>	<b>13</b>
<b>Böckenhoff</b> , Oeding	1	1	1	1	1	1	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Brehop</b> , Stemwede	1	1	1	1	1	1	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Bröring</b> , Dinklage	1	1	2	2	2	2	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Buir-Bliesheimer Agrargenossenschaft</b> , Nörvenich	2	1	1	1	3	3	<b>6</b>	<b>5</b>
<b>Curo Spezialfutter</b> , Ostfelden	1	1	1	1	1	1	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Deutsche Tiernahrung Cremer</b> , Düsseldorf	4	4	4	3	4	4	<b>12</b>	<b>11</b>
<b>ForFarmers Bela</b> , Vechta-Langförden	2	1	1	1	1	1	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>ForFarmers Thesing</b> , Rees	2	2	2	2	2	2	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>ForFarmers</b> , Lochem, NL	1	1	1	1	1	( ) <sup>2)</sup>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Friedag</b> , Drensteinfurt	1	1	-	-	1	1	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Haneberg &amp; Leusing</b> , Schöppingen	4	3	4	4	3	3	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>Heiliger</b> , Zülpich	2	2	1	1	3	3	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Hendrix UTD</b> , Boxmeer, NL	2	2	3	3	3	2	<b>8</b>	<b>7</b>
<b>Horstkötter</b> , Beckum	1	1	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Meyershof zu Bakum</b>	1	1	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Muskator-Werke</b> , Düsseldorf	1	1	2	2	3	3	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Raiffeisen Alstätte-Vreden-Epe</b>	2	2	1	1	1	1	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Raiffeisen Hamaland</b> , Gescher	3	3	1	1	3	1	<b>7</b>	<b>5</b>
<b>Raiffeisen Hellweg Lippe</b> , Werl	2	1	2	2	-	-	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Raiffeisen Hohe Mark</b> , Dorsten	3	3	3	3	3	3	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Raiffeisen Lübbecker Land</b> , Stemshorn	1	1	1	1	1	1	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Raiffeisen Westfalen Mitte</b> , Büren	2	2	2	2	1	1	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Raiffeisen Westmünsterland</b> , Burlo, Dingden	3	3	3	3	3	3	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>RWZ Rhein-Main</b> , Köln	1	0	3	3	5	5	<b>9</b>	<b>8</b>
<b>Schröder, H.</b> , Ochtrup	2	2	2	2	2	2	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Wübken</b> , Billerbeck	2	2	1	1	1	1	<b>4</b>	<b>4</b>

<sup>1)</sup> Anzahl der im Energiegehalt bestätigten Futter, <sup>2)</sup> ohne Energieangabe, daher keine Bewertung

## Rindermastfutter

Insgesamt wurden acht Futter für die Rindermast bzw. für die Kälberaufzucht von verschiedenen Herstellern in die Prüfung genommen. Hiervon wurde ein Prüfungsergebnis wegen zu großer Variabilität der Verdaulichkeit zwischen den Hammeln nicht veröffentlicht. Bei den veröffentlichten Futtern wurde dreimal die Energiestufe 2 und viermal die Stufe 3 deklariert. In allen Fällen konnte die Energieangabe bestätigt werden.

Über die Qualität der seit 2001 geprüften Rindermastfutter informiert die Tabelle 6. Von den 92 geprüften Futtern gehören nach Angaben der Hersteller 29 der Energiestufe 2 (10,2 MJ ME/kg), 54 der Stufe 3 (10,8 MJ ME/kg) und neun der Energiestufe > 3 (mind. 11,2 MJ ME/kg) an. Ein anderes Bild ergibt sich bei der Zuordnung aufgrund der Verdaulichkeitsmessungen: 19 Futter werden in die Stufe 2, 52 Futter in die Stufe 3 und schließlich 21 Futter in die Stufe >3 eingruppiert. Damit wird sehr deutlich, dass der tatsächliche Energiegehalt der Rindermastfutter häufig merklich oberhalb der deklarierten Energieangabe liegt. Energieunterschreitungen gibt es dagegen nicht.

Der Gehalt an organischer Masse variiert in Abhängigkeit der Energiestufen zwischen knapp 79 % und gut 81 %. Im Vergleich zu den Milchleistungsfuttern ergeben sich etwas niedrigere Werte, was durch die höhere Mineralisierung der Rindermastfutter zu erklären ist. Die Verdaulichkeit der organischen Masse in der jeweiligen Energiestufe bewegt sich auf dem Niveau der Milchleistungsfutter. Innerhalb einer Energiestufe bestehen jedoch große Unterschiede in den Verdaulichkeitswerten, was hauptsächlich auf die Wahl der Komponenten zurückzuführen ist.

**Tab. 6:** Auswertung der geprüften Rindermast- und Kälberfutter nach Energiestufen, ab 2001, n = 92

<b>Energiestufe (MJ ME/kg)</b>	<b>2 (10,2 MJ ME/kg)</b>	<b>3 (10,8 MJ ME/kg)</b>	<b>&gt;3 (≥11,2 MJ ME/kg)</b>
Anzahl nach Herstellerangaben	29	54	9
<b>Ergebnisse der energetischen Futterwertprüfung</b>			
nach ermitteltem Energiegehalt , Anzahl	19	52	21
Gehalt an organischer Masse, %	78,6	80,1	80,9
Verdaulichkeit der organischen Masse, %, ( <i>Spanne</i> )	<b>79,6</b> (75 – 84)	<b>82,5</b> (79 – 87)	<b>86,5</b> (81 – 92)

Die Tabelle 7 gibt Auskunft über die bisher geprüften Firmen mit den jeweiligen Prüfungsumfängen. Bei den Mischfuttern für die Rindermast bzw. Kälberaufzucht wurden bislang nur Überschreitungen der deklarierten Energiegehalte festgestellt. Das verdeutlicht die hohe Qualität der in NRW angebotenen Mischfutter.

**Tab. 7:** Hersteller von in 2012 geprüften Rindermast- und Kälberfutter

<b>Hersteller</b>	<b>geprüfte und bestätigte Mischfutter von 2001 bis 2012</b>
<b>Agravis Raiffeisen</b> , Münster	12
<b>Agrifirm Deutschland</b> , Neuss	14
<b>Deutsche Tiernahrung Cremer</b> , Düsseldorf	7
<b>Haneberg &amp; Leusing</b> , Schöppingen	7
<b>Muskator-Werke</b> , Düsseldorf	2
<b>Raiffeisen Hohe Mark</b> , Dorsten	4
<b>Wübken</b> , Billerbeck	3

## Schaffutter

Auch in 2012 wurden vier Schaffutter von vier verschiedenen Herstellern geprüft und in einem Bericht veröffentlicht. Dies entspricht den Prüfungsumfängen der Vorjahre. Jeweils zwei Futter wurden mit der Energiestufe 2 (10,2 MJ ME/kg) bzw. Energiestufe 3 (10,8 MJ ME) deklariert. Die angegebenen Energiegehalte wurden in der Prüfung am Hammel in allen Fällen bestätigt, wobei bei drei Futtern eine Überschreitung festgestellt werden konnte.

Die Tabelle 8 zeigt die in 2012 geprüften Hersteller mit ihren Ergebnissen aus den Jahren 1998 bis 2012. Bei den 34 Futtern wurde der deklarierte Energiegehalt jedes Mal bestätigt. Häufig ergaben sich in der Hammelprüfung höhere Energiewerte als seitens der Hersteller angegeben.

Zur energetischen Aufwertung des Grobfutters sind Futter der Energiestufe 3 aufgrund der besseren Energieausstattung gegenüber den Futtern der Stufe 2 zu bevorzugen. Maßgeblich für die Wahl des Futters sind das Leistungsziel, die Qualität des Grobfutters und schließlich die Preisrelation.

In der Tabelle 9 werden die seit 1998 geprüften Schaffutter (n = 57) in Abhängigkeit ihrer Energiestufenzugehörigkeit mit ihren Gehalten an organischer Masse sowie deren Verdaulichkeit dargestellt. Im Gehalt an organischer Masse bestehen nur geringe Unterschiede zwischen den Energiestufen. Bezüglich der Verdaulichkeit der organischen Masse sind deutliche Abstufungen erkennbar. Futter der Stufe 2 weisen eine Verdaulichkeit von etwa 80 % auf. Für die Stufe 3 liegt die Verdaulichkeit bei 83 % und für die Stufe >3 bei über 86 %. Insgesamt werden ähnliche Größenordnungen in der Verdaulichkeit wie bei den Milchleistungsfuttern erreicht.

**Tab. 8:** Hersteller von in 2012 geprüften Schaffutter

<b>Hersteller</b>	<b>geprüfte und bestätigte Mischfutter von 1998 bis 2012</b>
<b>Agrifirm Deutschland, Neuss</b>	9
<b>Deutsche Tiernahrung Cremer, Düsseldorf</b>	2
<b>Muskator-Werke, Düsseldorf</b>	9
<b>RWZ Rhein-Main, Köln</b>	14

**Tab. 9:** Auswertung der geprüften Schaffutter von 1998 bis 2012

<b>Energiestufe (EST)</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>&gt; 3</b>
<b>MJ ME/kg</b>	<b>10,2</b>	<b>10,8</b>	<b>≥ 11,2</b>
<i>Futter gemäß Herstellerangaben, Anzahl <sup>1)</sup></i>	35	18	0
<b>Futter gemäß Prüfung am Hammel, Anzahl <sup>2)</sup></b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>6</b>
organische Masse, %	<b>81,2</b>	<b>81,6</b>	<b>82,8</b>
Verdaulichkeit der organischen Masse, %, (Spanne)	<b>79,8</b> (77 - 84)	<b>82,8</b> (79 - 87)	<b>85,9</b> (82 - 88)

<sup>1)</sup> 7 x ohne Energiedeklaration, 1 x EST <2

<sup>2)</sup> alle geprüften Futter, 1 x EST <2

## Fazit

In der energetischen Futterwertprüfung wird die Verdaulichkeit der Nährstoffe in Mischfutter für Milchkühe, Mastrinder, Aufzuchtkälber und Schafe durch Verdauungsversuche am Hammel bestimmt. Der aus den verdaulichen Nährstoffen bestimmte Energiegehalt ist Maßstab für den Vergleich mit dem durch den Hersteller deklarierten Energiewert. Insgesamt zeigt sich mit einer Beanstandungsrate von nur 6 % (drei Futter) eine hohe Qualität der in NRW angebotenen Mischfutter. In der Beratung sollen Futter solcher Firmen bevorzugt empfohlen werden, die über einen längeren Zeitraum eine hohe Deklarationstreue bewiesen haben.

Für NRW gilt, dass die Energieangaben der Hersteller eine hohe Zuverlässigkeit besitzen und das qualitativ hochwertige Mischfutter angeboten werden. Wünschenswert sind Angaben zu den Kohlenhydraten auf dem Sackanhänger, da diese Größen für eine umfängliche Rationsberechnung benötigt werden. Für die Vorhersage der Fermentationsvorgänge im Pansen sind die Stärke- und Zuckergehalte der Ration und auch die Stärkeherkunft von größter Relevanz.

Bei den Schaffuttern sollten zur energetischen Aufwertung der Ration überwiegend Futter der Energiestufe 3 zum Einsatz kommen, da bei diesen Futtern in aller Regel eine günstigere Preisrelation gegeben ist.

## Überprüfung der Energieschätzgleichungen für Rindermischfutter

Im Rahmen der amtlichen Futtermittelüberwachung wird der energetische Wert eines Mischfutters mit Hilfe einer Schätzgleichung ermittelt. Diese Schätzgleichung wurde seitens der GfE (2009) empfohlen und in die Futtermittelverordnung aufgenommen. Die Genauigkeit dieser Schätzgleichung wurde mit Hilfe der Ergebnisse von 95 Verdaulichkeitsmessungen an Milchleistungsfuttern überprüft, die Mitte 2010 bis Mitte 2012 in der energetischen Futterwertprüfung getestet wurden.

Aus den verdaulichen Nährstoffen wurde der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) und Netto-Energie-Laktation (NEL) gemäß GfE (2001) berechnet. Zusätzlich wurde die ME mit Hilfe der derzeit gültigen Schätzgleichung gemäß Futtermittel-VO (GfE 2009) geschätzt. Daneben wurde die NEL auch nach den Vorgaben von Weißbach et al. (1996) aus der ME geschätzt. Die Genauigkeit der Schätzgleichungen wurde durch Vergleich mit den aus den verdaulichen Nährstoffen berechneten Energiewerten ermittelt. Maßgeblich hierbei sind der Schätzfehler und eine möglicherweise vorhandene systematische Unter- oder Überschätzung, die statistisch durch den Bias beschrieben wird.

Die Tabelle 10 zeigt Mittelwerte, Standardabweichung sowie 5- und 95 % Quantil. Die Werte stimmen gut überein mit vorher publizierten Daten aus der energetischen Futterwertprüfung (Pries und Menke, 2010). Sie spiegeln das am Markt befindliche Mischfuttersortiment für Milchkühe gut wider.

In der Tabelle 11 werden Schätzfehler und Bias für die verschiedenen Energieschätzgleichungen dargestellt. Der Schätzfehler für die ME ist mit 1,71 % als gering zu bezeichnen. Mit 0,06 ME/kg TM liegt eine sehr geringe systematische Überschätzung des ME-Gehaltes vor. Gleiche Aussage gilt auch für die NEL-Schätzung, wenn die Gleichung der GfE (2001) zur Anwendung kommt. Die systematische Überschätzung verdoppelt sich, wenn die NEL mit Hilfe der Gleichung von Weißbach et al. (1996) angewandt wird.

**Tab. 10:** Rohnährstoffgehalte, Verdaulichkeiten und Energiegehalte der geprüften Mischfut-  
ter für Wiederkäuer, n = 95 Milchleistungsfutter

		<b>m</b>	<b>s</b>	<b>5 % Quantil</b>	<b>95 % Quantil</b>
TM	g/kg	880	8,3	868	893
XA	g/kg TM	71	11,2	55	94
XP	g/kg TM	240	57,3	191	363
XL	g/kg TM	43	11,2	31	64
XF	g/kg TM	95	27,5	60	141
XS	g/kg TM	253	99,0	66	388
XZ	g/kg TM	81	16,7	53	109
aNDFom	g/kg TM	271	64,1	167	372
ADFom	g/kg TM	135	41,0	79	206
Gb	ml/200 mg TM	57,2	4,7	47,5	62,8
ELOS	g/kg TM	811	4,6	731	873
DOM	%	85	3,3	79	89
DXP	%	83	2,9	79	88
DXL	%	83	7,5	69	91
DXF	%	55	10,7	37	73
DOR	%	88	2,5	84	92
<b>ME*</b>	<b>MJ/kg TM</b>	12,63	0,51	11,66	13,38
<b>NEL*</b>	<b>MJ/kg TM</b>	7,87	0,39	7,14	8,45

\* aus den verdaulichen Rohnährstoffen bestimmt

**Tab. 11:** Güte verschiedener Energieschätzgleichungen für Wiederkäuermischfutter,  
n = 95

	<b>ME GfE'09</b>	<b>NEL GfE'01</b>	<b>NEL '09 Weißbach</b>
Schätzfehler, %	1,71	2,14	2,35
Bias, MJ ME/kg TM	0,06	0,05	0,12

Im nächsten Schritt wurde das Material in verschiedene Rohproteinklassen eingeteilt, wobei die Klassifizierung so wie bei Pries und Menke (2010) vorgenommen wurde. Die Tabelle 12 zeigt Schätzfehler und Bias für die verschiedenen Rohproteinklassen. In allen Proteinstufen lässt sich die ME durch die Schätzgleichung mit nur kleinem Schätzfehler und einer geringen systematischen Abweichung ermitteln. Diese Aussage gilt auch für die NEL-Schätzung auf Basis der GfE-Gleichung. Bei der NEL-

Schätzung über die Weißbach-Gleichung ergeben sich größere Schätzfehler in allen Rohproteinklassen. Insbesondere Mischfutter mit höheren Rohproteingehalten (>246 bzw. >300 g XP/kg TM) werden deutlich systematisch überschätzt. Diese Befunde stehen in guter Übereinstimmung mit den Ergebnisse von Pries und Menke (2010)

**Tab. 12:** Güte verschiedener Energieschätzgleichungen in Abhängigkeit des Rohproteingehaltes (XP), n = 95

	ME GfE '09	NEL GfE '01	NEL '09 Weißbach
<b>XP kleiner 205 g/kg TM, n = 15</b>			
Schätzfehler, %	1,66	2,10	2,42
Bias, MJ ME/kg TM	-0,03	-0,03	0,00
<b>XP von 205 bis 246 g/kg TM, n = 53</b>			
Schätzfehler, %	1,51	1,90	1,94
Bias, MJ ME/kg TM	0,07	0,06	0,11
<b>XP größer 246 g/kg TM, n = 25</b>			
Schätzfehler, %	2,06	2,56	2,69
Bias, MJ ME/kg TM	0,09	0,07	0,19
<b>XP größer 300 g/kg TM, n = 10</b>			
Schätzfehler, %	1,89	2,43	2,56
Bias, MJ ME/kg TM	0,14	0,11	0,26

### Folgerungen

Die ME-Schätzgleichung liefert sichere Schätzwerte ohne systematische Verzerrungen. Auch die Berechnung der NEL aus der ME gemäß den GfE-Vorgaben führt zu einer hinreichenden Schätzgenauigkeit. Die Verwendung der NEL-Schätzgleichung gemäß Weißbach et al. (1996) führt zu einer systematischen Überbewertung Rohproteinreicher Mischfutter. Es wird deshalb empfohlen, diese Gleichung nicht mehr zu verwenden und an Stelle dessen die Gleichung der GfE (2001) zu benutzen.

## Futterwert von Luzerne

Gemäß DLG-Futterwerttabelle (1997) ist in Luzerneprodukten mit den in der Tabelle 13 dargestellten Nährstoff- und Energiegehalten zu rechnen. Zur besseren Einordnung sind zusätzlich die Futterwerte für Gras- und Maissilage angegeben.

**Tab. 13:** Futterwert von Luzerneprodukten im Vergleich zu Gras- und Maissilage gemäß DLG Tabelle (1997)

	<b>Roh- asche</b>	<b>Roh- protein</b>	<b>Roh- fett g/kg TM</b>	<b>Roh- faser</b>	<b>Stärke + Zucker</b>	<b>Verdaulich- keit OM %</b>	<b>NEL MJ/kg TM</b>
Luzerneheu 1. Schnitt in der Knospe	98	192	22	276	-	64	5,18
Luzerneheu Folgeschnitt in der Knospe	101	181	20	279	-	60	4,77
Luzernesilage 1. Schnitt in der Knospe	118	207	39	254	1	66	5,43
Grassilage	106	167	41	247	35	77	6,40
Maissilage	43	80	34	177	355	75	6,71

Kennzeichnend für Luzerneprodukte sind hohe Gehalte an Rohprotein und Rohfaser. Leicht fermentierbare Kohlenhydrate in Form von Stärke und Zucker kommen praktisch nicht vor. Luzerneprodukte weisen demnach hohe Anteile an Zellwandmaterial auf, die man analytisch am besten durch die Bestimmung der Neutral-Detergenzien-Fasern (aNDFom) nachweist. In den im Riswicker Fütterungsversuch eingesetzten Chargen ergab sich ein mittlerer aNDFom-Gehalt von 480 g/kg TM, der deutlich oberhalb der Werte für Gras- und vor allem für Maissilage liegt. In verschiedenen Untersuchungen ergab sich allerdings ein stark schwankender Nährstoffgehalt zwischen verschiedenen Luzernepartien. In drei Riswicker Chargen variierte zum Beispiel der Rohproteingehalt zwischen 133 und 183 g/kg TM. Bei der Rohfaser reichte die Spanne von 291 bis 368 g/kg TM.

Die Verdaulichkeit der organischen Masse (OM) der Luzerneprodukte ist mit Werten von 60 bis 66 % als gering zu betrachten. In Folge dessen ergeben sich auch sehr bescheidene Energiewerte von etwa 4,8 bis 5,4 MJ NEL/kg TM, die deutlich unterhalb der Werte für Gras- und Maissilagen liegen.

In vielen Milchkuhbetrieben wird künstlich getrocknetes Luzerneheu zur Struktur- und Eiweißergänzung gefüttert. Meistens handelt es sich hierbei um aus Frankreich importierte Ware, die unter dem Handelsnamen RumiLuz oder RumiPlus erhältlich ist. In der der Tabelle 14 sind die Ergebnisse der Verdaulichkeitsmessung für ein solches importiertes Luzerneheu dargestellt. Auffallend ist der niedrige Rohproteingehalt von nur 137 g/kg TM. Bezüglich der Verdaulichkeit der organischen Masse ergibt sich mit knapp 63 % eine Größenordnung, die im Bereich der in der DLG-Tabelle gelisteten Werte liegt.

**Tab. 14:** Rohnährstoffgehalte, in vitro Parameter, Verdaulichkeiten und Energiegehalte im Vergleich mit der Deklaration

<b>Futtermittel</b>	<b>RUMILUZ</b>	<b>DLG Futterwertta- belle, Luzerne, Mitte bis Ende Blüte</b>	<b>Deklaration Hersteller, in TM</b>
Trockenmasse g/kg	880	860	
Rohasche g/kg TM	98	90	11,5 %
Rohprotein “	137	164	16,2 – 19,8 %
Rohfett “	14	17	
Rohfaser “	355	366	27 %
Organischer Rest “	534		
Zucker “	46		
aNDFom “	531		
ADFom “	406		
NFC “	207		
Gasbildung ml/200 mg TM	36,0		
ELOS g/kg TM	536		
<b><u>Verdaulichkeit, %</u></b>			
organische Masse	62,8 ±2,6	58	
Rohprotein	68,5 ±1,8	69	
Rohfett <sup>1)</sup>	0	47	
Rohfaser	50,2 ±4,9	37	
aNDFom	53,5 ±4,4		
ADFom	58,3 ±8,5		
organischer Rest	73,4 ±1,4		
<b>ME, <sup>2)</sup>, MJ/kg TM</b>	8,39 ±0,32	8,09	
<b>NEL, MJ/kg TM</b>	4,83 ±0,22	4,60	5,2

<sup>1)</sup> alle Werte <0, <sup>2)</sup> aus den Verdaulichkeiten berechnet

Aufgrund der beschriebenen Nährstoffgehalte können Luzerneprodukte einen bedeutsamen Beitrag zur Versorgung der Tiere mit Rohprotein und die Wiederkauaktivität unterstützenden Strukturkohlenhydrate leisten. Rechnerisch sind zum Beispiel 2 kg Trockenmasse Luzernesilage in der Lage, die Proteinmenge und die Struktur-

wirkung von 0,9 kg Sojaextraktionsschrot und 1 kg Stroh zu ersetzen. Positiv zu bewerten sind des Weiteren die Verzehr fördernden Eigenschaften der Luzerne, die mittlerweile in vielen Versuchsergebnissen zum Ausdruck kommen und als Besonderheit der Luzerneprodukte einzustufen sind. Diese Aspekte machen die Luzerne trotz des niedrigen Energiewertes als Futtermittel für Wiederkäuer sehr interessant.

Für die Strukturwirkung bedeutsam sind weiterhin die Anteile an Grob- und Feinpartikeln. In der Tabelle 15 ist die Partikelverteilung von Luzerneheu aus 20 Chargen dargestellt. Das Material entstammt vorwiegend der Ernte 2012 und wurde aus Frankreich importiert. Die Messung der Partikelverteilung wurde mit Hilfe der Schüttelbox im Rahmen der produktionstechnischen Betriebsberatung vorgenommen.

**Tab. 15:** Partikelgrößenverteilung (%) in Luzerneheu (n = 20)

<b>Fraktion</b>	<b>Grob &gt; 19 mm</b>	<b>Mittel 8 – 19 mm</b>	<b>Fein &lt; 8 mm</b>
Mittlerer Anteil, %	15	30	55
Spanne, von - bis	1 - 35	20 - 39	44 - 72

Luzerneheu zeichnet sich mit 55 % durch einen relativ großen Feinpartikelanteil aus. Grobe Bestandteile kommen zu 15 % vor. Auffällig sind die großen Schwankungsbreiten innerhalb der einzelnen Siebfraktionen, wodurch Unterschiede in der Strukturwirkung verschiedener Chargen zu erwarten sind. Dies kann zur Folge haben, dass zum Beispiel bei hohen Feinanteilen die Luzernemenge zur Erzielung einer ausreichenden Strukturwirkung erhöht werden muss.

Ähnlich wie bei Gras- und Maissilagen unterliegen die Nährstoffgehalte der Luzerneprodukte mehr oder weniger großen Schwankungen, die durch die Wahl des Erntezeitpunktes und das Vorgehen bei der Ernte beeinflusst werden. Für den gezielten Einsatz der Luzerneprodukte sind individuelle Untersuchungen zum Nährstoff- und Energiegehalt erforderlich. Für die Abschätzung der Strukturwirkung ist die Ermittlung der Partikelgrößenverteilung über die Schüttelbox sehr hilfreich.

## Literatur

- GfE (1991):** Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern  
J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 65 (1991), 229-234
- GfE (1995):** Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Zur Energiebewertung beim Wiederkäuer  
Proc. Soc. Nutr. Physiol. (1995) 4, 121 – 123
- GfE (2001):** Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder, DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.
- GfE (2009):** Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologien: neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie von Mischfuttermitteln für Rinder, Proc. Soc. Nutr. Physiol. (2009) 18, 143 – 146.
- Pries, M., Menke, A., (2010):** Genauigkeit der Energieschätzgleichungen für Wiederkäuermischfutter, VDLUFA-Schriftenreihe Band 66/2010, 606 - 612.
- Weißbach, F.; Schmidt, L., Kuhla, S., (1996):** Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie, Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 117.